مکانیزم موبایل و اثرات بیولوژیک آن بر بدن

1-1-مقدمه

تلفن‌های موبایل در حال حاضر در حال رشد در بخش ارتباطات هستند و سالانه 30 تا 40 درصد به مشتریان آن افزوده می‌شود و انتظار می‌رود در آینده در ارتباطات حرف اول را بزنند. ولی هنوز تردیدهایی در مورد مضرات این تلفن‌ها وجود دارد. و هنوز روند تحقیقات در این مورد ادامه دارد.

در این قسمت به توضیح امواج الکترومغناطیسی و اثرات آن بر بدن و بویژه مغز پرداخته و در این راستا اثر این امواج را در سه حالت عادی، صحبت کردن با موبایل و گوش کردن به آن مورد بررسی قرار داده‌ایم.

1-2-تاریخچه امواج الکترومغناطیسی:

تاریخچه میدانها از آنجا شروع می‌شود که در یونان قدیم عده‌ای معتقد بودند که موادی مثل کهربا قادرست ذرات کوچک و سبک مانند کاه را جذب کند. گیلبرت در قرن شانزدهم نشان داد بعضی از مواد خاصیت و توانایی جذب را دارند که این خاصیت می‌تواند در اثر مالش ایجاد شود. اتوون گریک در قرن هفدهم ماشین الکتریکی اختراع کرد که این ماشین شامل کرهٔ سولفوری است که وقتی در حال چرخیدن روی میله آهنی باشد مالش داده می‌شود. بعدها بجای سولفور از میله شیشه‌ای یا کرهٔ خالی شیشه‌ای استفاده می‌کردند و سپس لاستیک یا کائوچوی طبیعی را برای مالش کره بکار بردند. یک لوله فلزی نیز الکتریسیته تولیدی را می‌گیرد و کره را برای مکانیزم بعدی آماده می‌کند.

بعد از پیشرفت تکنولوژی الکتریکی دانشمندان از پدیده‌های الکتریکی و اثراتشان در درمان استفاده کردند و بخصوص می‌تواند در درمان بیماریهایی که ناهنجاریهای گردش خون ایجاد می‌شود استفاده کرد.

جالابرات نویسنده‌ای را که دستهایش فلج شده بود با تحریک منظم با الکتریسیته درمان کرد. در قرن هیجدهم از الکتریسیته برای درمان فلج‌های ناشی از تصادف، روماتیسم، کزاز و غیره استفاده می‌کردند.

در قرن نوزدهم پیشرفتهای زیادی در تکنولوژی الکتریسته صورت گرفت و آزمایشات زیادی برای استفاده در درمان روی آن انجام شد. دانشمندان دیگری نیز روی پلاریزاسیون اعصاب، تحریک آستانه، کزاز در اثر الکتریسیته و سرعت انتقالی پالس‌های عصبی تحقق می‌کردند که تحقیقات این دوره به عنوان پایهٔ علم الکتروفیولوژی بود.

پرتوهای الکترومغناطیس و خصوصیات آنها

تشعشع الکترومغناطیس عبارتست از انتقال انرژی در فضا بصورت ترکیبی از میدانهای الکترومغناطیسی(که به همین علت نام الکترومغناطیس برای آنها انتخاب شده است) مشهورترین اعضاء خانواده پرتوهای الکترومغناطیس، امواج رادیویی، تشعشات حرارتی، نور مرئی و تشعشعات گاما می‌باشند.

پرتوهای الکترومغناطیس(EM) در اثر شتاب دادن به یک بار الکتریکی(معمولا یک ذره باردار) تولید می‌شوند. بعبارت دیگر یک بار الکتریکی شتاب گرفته از خود اشعه الکترومغناطیس ساطع می‌نماید. میزان اثری که ذرات باردار هنگام حرکت در شتاب دهنده‌های دایره‌ای بدست می‌آورند بعلت از دست دادن انرژی به شکل پرتوهای الکترومغناطیس محدود می‌گردد.

یک شتاب دهنده دایره‌ای(سیکلوترون) مثال خوبی از نوعی شتاب دهنده است که دارای محدودیت تشعشع الکترومغناطیس است.

بطور کلی می‌توان گفت پرتوهای الکترومغناطیس بجز آن قسمت که در انتقالات سطوح انرژی(شامل انتقالات هسته‌ای) تولید می‌گردند، بقیه بوسیله بارهای شتاب گرفته تولید می‌شوند. هر بار شتاب داری که به یک اتم(شامل هسته) متصل نباشد از خود اشعه الکترومغناطیس تابش خواهد نمود.

3-1-طیف امواج الکترومغناطیس:

امواج را می‌توان بصورت امواج ایستاده و امواج روند تقسیم بندی کرد. امواج الکترومغناطیس ساطع شده از تلفن‌های موبایل جزء امواج رونده هستند که به توضیح آن‌ها می‌پردازیم. ماکسول اثبات کرد که همهٔ این امواج دارای ماهیت و سرعت یکسان هستند و فقط از لحاظ بسامد، یا طول موج با هم تفاوت دارند. اسامی نواحی مختلف این طیف، با کمک روش‌های تجربی مربوط به تولید آشکارسازی امواج مورد نظر تعیین شده‌اند. گستره‌های بسامد در نوارهای مدولاسیون دامنه بسامد تلویزیونی دارای تعریف قانونی نیز هستند و به دقت تعریف شده‌اند.

در طیف امواج الکترومغناطیسی هیچ شکافی وجود ندارد.مثلا ما می‌توانیم به کمک روش‌های میکرو موجی(نوسانگرهای میکروموج) یا روشهای فروسرخی(چشمه‌های گرمایی) امواج الکترومغناطیسی با بسامد 3×10 HZ^{11} تولیدکنیم. همچنین برای مقیاس‌های بسامد یا طول موج، هیچ حد بالا یا پائین تعیین شده‌ای وجود ندارد.

در این امواج بترتیب افزایش فرکانس دارای موجهای رادیویی، پرتوهای مادون قرمز، نورمرئی، پرتورهای ماوراء بنفش، اشعه X و پرتو γ هستیم. که در این طیف امواج

الکترومغناطیس براساس کاربرد و وقوع طبیعی به گستره‌های فرکانس و طول موج به درجه‌بندی لگاریتمی تقسیم گشته‌اند، نشان داده شده است.

لازم به یادآوری است که امواج الکترومغناطیس به دو دسته تقسیم می‌گردند:

دسته اول شامل امواجی مانند اشعه X و γ و غیره است که فرکانس آنها بیشتر از $HZ10^9$ می‌باشد و یک تشعشع یونیزه ایجاد می‌کنند.

دسته دوم امواجی هستند که فرکانس آنها از میزان دسته اول کمتر است و یک تشعشع غیر یونی بوجود می‌آورند که از میان آنها می‌توان نور، موج رادار، اجاقهای مایکروویو، رادیو، تلویزیون و غیره را نام برد.

طیف الکترومغناطیس شامل کلیه پرتوهای الکترومغناطیس از امواج بلند رادیویی تا امواج فوق‌العاده کوتاه تولید شده در شتاب‌دهنده‌های بسیار قوی می‌گردد.

نکته با اهمیت در طیف الکترومغناطیس آنست که مناطق مختلف طیف بصورت یک خط کاملا مشخص از یکدیگر جدا نمی‌شود بلکه لبه‌های مناطق بر روی هم قرار می‌گیرند. در نتیجه تغییرات ناگهانی در خصوصیات ویژگیهای هر منطقه نسبت به مناطق مجاور خود رخ نمی‌دهد.

درک گسترهٔ امواج الکترومغناطیس که ما را در بر گرفته است مشکل است. سرچشمهٔ عمده انرژیها، خورشید است. بدین معنی که محیطی که بشر خود را با آن سازگار ساخته است با میزان تابشهای خورشید مشخص می‌شود.

اکنون به چشمه‌های تابش الکترومغناطیس که منشأ زمینی دارند می‌پردازیم. ماهواره در معرض علائم رادیویی و تلویزیونی قرار دارد. امواج دستگاههای رادار، دستگاههای رله تلفن و نظایر آن به ماه می‌رسند. ما امواج الکترومغناطیسی چراغهای روشنایی، قطعات داغ موتور اتومبیل، دستگاههای مولد پرتو X کرمهای شب تاب، درخشهای برق، تابش پرتوهای گامای مواد پرتوزای موجود در زمین را دریافت می‌کنیم.

قسمت عمده امواج الکترومغناطیسی را از چشمه ماورای زمینی دریافت می‌کنیم و در واقع همه آگاهیهایی که درباره جهان داریم از این طریق به ما می‌رسد. بدیهی است که امواج الکترومغناطیسی خارج از زمین در گسترهٔ نور مرئی از آغاز خلقت بشر مشاهده شده‌اند.

4-1-نظریه موجی تشعشات الکترومغناطیسی

انتشار تشعشات الکترومغناطیس در فضا بصورت موجی است. این امواج می‌توانند با یک طناب کشیده که یک سر آن با ریتمی موزون به بالا و پایین حرکت داده می‌شود، مقایسه گردند. در حالیکه امواجی که با آن آشنا هستیم برای انتقال به یک محیط مادی احتیاج دارند.(نظیر مثال قبلی در مورد طناب، حرکت امواج در هوا)

امواج الکترومغناطیسی احتیاج به چنین محیطی نداشته و به همین علت می‌توانند در خلأ نیز انتشار پیدا نمایند. تمام امواج دارای طول موج و فرکانس می‌باشند. فاصله بین دو قله متوالی را بر روی یک موج، طول موج آن می‌نامند و با حرف λ نشان می‌دهند.

تعداد امواجی که در واحد زمانی از یک نقطه عبور می‌نمایند فرکانس می‌نامند و با حروف ν نشان می‌دهند. اگر تعداد ν موج با طول موج λ در واحد زمان از یک نقطه بگذرند، سرعت آن برابر است با $\nu \times \lambda = V$

سرعت امواج الکترومغناطیس در خلأ همواره ثابت بوده و برابر 186000 مایل در ثانیه ($۳\times۱۰^{۸}\ \frac{m}{s}$) می‌باشد که معمولا بعنوان سرعت نور در نظر گرفته می‌شود و با علامت C نشان داده می‌شود. طول موج و فرکانس ممکن است و به شکل زیر بیان گردد.

$$\nu\lambda = C$$

سرعت نور $C = \left[\frac{m}{s}\right]$ طول موج λ (m) = فرکانس(در ثانیه) = ν

از آنجا که سرعت تمام انواع تشعشات الکترومغناطیس در یک محیط مشابه می‌باشد، لذا فرکانس پرتو می‌بایست با عکس طول موج آن متناسب باشد. تمامی انواع تشعشعات در طیف الکترومغناطیس اساسا در طول موج با یکدیگر اختلاف دارند. در حالیکه طول موج امواج رادیویی ممکن است تا 5 مایل باشد، طول موج X معمولی فقط برابر یک بیلیونیم اینچ است. طول موج امواج الکترومغناطیس چگونگی برخورد آنها را با ماده تعیین می‌نماید. بعنوان مثال چشم انسان یک موج الکترومغناطیس با طول موج 700 آنگستروم را بصورت رنگ قرمز و با طول موج 4000 آنگستروم را بصورت رنگ آبی مشاهده می‌نماید. فرکانس نور آبی ممکن است با دانستن طول موج آن محاسبه گردد.

$$C = \lambda\nu \rightarrow \frac{C}{\lambda}$$

$$\nu = \frac{۳\times۱۰^{۸}\left[\frac{m}{s}\right]}{۴۰۰۰\times۱۰^{-۱۰}(m)} = ۷/۵\times۱۰^{۱۴/S}$$

رنگ آبی با طول موج $^{o}A4000$ دارای فرکانسی برابر $7/5\times10^{14}$ نوسان در ثانیه می‌باشد. براساس محاسبه مشابهی فرکانس اشعه X با طول $^{o}A1/0$ برابر 3×10^{19} نوسان در ثانیه می‌باشد. طیف کامل تشعشعات الکترومغناطیس شامل ناحیه گسترده‌ای از طول موجها و فرکانس‌های گوناگون می‌باشد.

قسمت‌های مختلف این طیف براساس روشی که آن تشعشع تولید یا تشخیص داده می‌شود نامگذاری می‌گردد. تعدادی از اعضای این گروه بترتیب کاهش طول موج عبارتند از:

امواج رادیویی، تلویزیون و رادار	3×10^{5} تا یک سانتیمتر
امواج مادون قرمز	0/01 تا 0/0008 سانتیمتر($^{o}A8000$)
نور مرئی	($^{o}A3900$) تا($^{cm}000075/0$) ($^{o}A75$)
امواج ماوراء بنفش	$^{o}A20$ تا ^{o}A 3900

پرتوهای ایکس نرم	$^{o}A1$ ال $^{o}A100$
پرتوهای ایکس تشخیصی	$^{o}A1$ تا $^{o}A1/0$
پرتوهای ایکس درمانی و تعشعات گاما	$^{o}A10^{4}$ تا $^{o}A1/0$

در اینجا تداخل قابل ملاحظه‌ای در طول موجهای اعضای مختلف طیف الکترومغناطیسی دیده می‌شود. آن دسته از امواج که لیست آن در بالا آمده است، فقط راهنمایی تقریبی می‌باشند. مجددا تأکید می‌گردد که اختلاف فاحش در خواص انواع مختلف این تعشعشات در ارتباط با اختلاف در طول موجها(یا فرکانس) آنها می‌باشد. نظریه موجی تشعشعات الکترومغناطیس این نکات را شرح می‌دهد که چرا این تشعشعات ممکن است انعکاس پیدا کنند. شکسته شوند، تغییر جهت یابند و پولاریزه گردند. بهر حال پدیده‌هایی وجود دارد که نمی‌توان آنها را با خاصیت موجی این امواج شرح داد.

5-3-نظریه ذره‌ای تشعشات الکترومغناطیس:

امواج کوتاه ا لکترومغناطیس مانند پرتوهای ایکس با ماده به گونه‌ای واکنش می‌نمایند که بنظر می‌رسد بیشتر بصورت ذره‌ای عمل می‌نمایند تا بصورت موجی. این ذرات در حقیقت دسته‌های انرژی مجزا از یکدیگر می‌باشند که کوانتوم یا فوتون نامیده می‌شوند. فوتونها با سرعت نور حرکت می‌کنند. میزان انرژی که بوسیله هر کوانتوم یا فوتون حمل می‌شوند به فرکانس(ν) تشعشع بستگی دارد. اگر فرکانس دو برابر شود، انرژی فوتون نیز دو برابر می‌شود. میزان حقیقی انرژی هر فوتون ممکن است بوسیله ضرب نمودن فرکانس آن در یک عدد ثابت محاسبه شود. این عدد ثابت براساس محاسبه تجربی $۴/۱۳\times۱۰^{-۱۸}\ \frac{kev}{s}$ می‌باشد که ثابت پلانک نامیده می‌شود.

$\nu E = h$

E = انرژی فوتون

h = ثابت پلانک

ν = فرکانس

تصور دو جنبه موجی و ذره‌ای برای تشعشعات الکترومغناطیسی یک شک و تردید جدی را بوجود می‌آورد، اما رسیدن به این نتیجه تشعشعات الکترومغناطیس گاهی بصورت موجی و زمانی بصورت ذره‌ای رفتار می‌کنند، غیر قابل اجتناب است. نظریه ذره‌ای هنگام بحث پیرامون برخورد پرتوها با ماده مورد استفاده قرار می‌گیرد.

واحد اندازه‌گیری انرژی فوتونها، الکترون ولت(ev) می‌باشد. یک الکترون ولت میزان انرژی یک الکترون هنگامیکه بوسیله یک اختلاف پتانسیل به شدت یک ولت شتاب می‌گیرد، می‌باشد. از آنجا که الکترون ولت واحدی کوچکی است، انرژی ایکس معمولا برحسب کیلو الکترون ولت بیان می‌شود. در بحث پیرامون پرتوهای ایکس معمولا در مورد انرژی آنها بیشتر از طول موجشان صحبت می‌گردد. ولیکن هر دو آنها به شکل زیر با یکدیگر در ارتباط می‌باشند.

$$C = \lambda\nu, \nu = \frac{\lambda}{C}$$
$$E = \lambda\nu$$

بجای $\frac{\lambda}{\nu}C$, را جایگزین می‌نمائیم:

حاصلضرب سرعت نور(C) و ثابت پلانک(λ) هنگامیکه انرژی بر حسب kev و طول موج بر حسب آنگستروم است، برابر 12/4 خواهد بود. معادله نهایی که رابطه بین انرژی و طول موج را نشان می‌دهد، عبارتست از:

$$E = \frac{۱۲/۴}{\lambda}$$

λ = طول موج(برحسب آنسگتروم) E = انرژی(برحسب kev)

اگر فوتونی دارای انرژی ev15 یا بیشتر باشد، قادر به یونیزاسیون اتمها و مولکولها می‌باشد و آنرا تشعشع یونیزان می‌نامند. یک اتم زمانی یونیزه می‌شود که یک الکترون خود را از دست بدهد. اشعه گاما، اشعه ایکس و بعضی از تشعشعات ماوراء بنفش همگی انواعی از تشعشعات یونیزان محسوب می‌شوند.

3-6-خصوصیات فیزیکی پرتوهای الکترومغناطیس:

1)همگی با سرعت نور در خلأ حرکت می‌نمایند.

2)حرکت این امواج به صورت خط مستقیم است در عین اینکه می‌تواند از مسیر اولیه خود انحراف یابند، مجددا اشعه انحراف یافته نیز به خط مستقیم حرکت می‌نمایند.

3)در برخورد با مواد، هم می‌توانند جذب گردند، انحراف یابند.

4)در برخورد با مواد، انحراف پرتوهای الکترومغناطیس بصورت مختلف و مانند انعکاس، شکست، و یا پراکندگی اشعه جلوه‌گر می‌شوند.

5)پرتوهای الکترومغناطیس تحت تأثیر میدانهای الکتریکی و مغناطیسی نمی‌شوند.

6) این پرتوها قطبی یا پلاریزه می‌شوند.

7)ایجاد تداخل می‌نمایند.

3-7-میدانهای مغناطیسی و محیط زیست:

امروزه برای محاسبهٔ شدت میدان مغناطیسی حول خطوط هوایی از کامپیوتر استفاده می‌شود و به این وسیله شدت میدان در تمام نقاط حول خطوط بدست می‌آید و با بدست آوردن شدت میدان از یک طرف و بدست آوردن ماکزیمم مقدار مجاز شدت میدان از طرف دیگر می‌توان یک باند حفاظتی حول خطوط بدست آورد.

اثر میدان مغناطیسی در بدن موجود زنده بسته به فرکانس، شدت و نفوذپذیری میدان در جسم است. میدانهای مغناطیسی در بدن می‌تواند سبب حرکت بارهای الکتریکی شوند. که این حرکت بارها نیز بستگی به ساختار بدن دارد.

میدان مغناطیسی بوجود آمده در اطراف خطوط انتقال و توزیع در اثر عبور جریان از داخل هادیهای خط برعکس میدانهای الکتریکی به تمام اعضای داخلی بدن انسان و هر موجود زنده‌ای نفوذ می‌کنند، ولیکن تا چه حدی از شدت میدان مغناطیسی می‌تواند برای انسان خطرناک باشد و حداکثر آن در اطراف خطوط انتقال نیرو و توزیع چقدر است، خود مورد سؤال می‌باشد.

در یک فرکانس مشخص شدت میدان مغناطیسی در اطراف خطوط هوایی انتقال علاوه بر شدت جریان خط به فاصله نقطه اندازه‌گیری تا مرکز هادی بستگی دارد.

بر شدت جریان خط به فاصله مغناطیسی در اطراف خطوط هوایی انتقال علاوه بر شدت جریان عبور داده شده از هادی MT10(میکروتسلا) است. البته باید توجه داشت که پیدایش میدان‌های مغناطیسی در فرکانس پایین تنها محدود به اطراف خطوط انتقال و زیر این خطوط نیست. بلکه هر جائیکه شدت جریانهای الکتریکی بالا وجود دارد باید منتظر وجود چنین میدان‌هایی باشیم.

در جداول (2-3) و (3-3) ماکزیمم شدت میدان مغناطیسی در اطراف خطوط هوایی انتقال، پستها و نیز برای وسایل برقی خانگی ارائه شده است.

8-3-اثرات و کمیت‌های بوجود آمده از میدان‌های مغناطیسی:

میدان مغناطیسی چونکه عامل بوجود آوردندهٔ آنها جریان می‌باشد بر خلاف میدانهای الکتریکی که وابسته به سطوح ولتاژ می‌باشد، لذا برخورد ما را با آن حساستر می‌نماید چرا که

مقدار میدان مغناطیسی در سطح زمین نزدیک خطوط انتقال در حدود 0/1 تا 0/5 گوس می‌باشد و این مقادیر میدان کمتر از محیط‌های صنعتی بخصوص در مجاورت هادیهای فشار ضعیف که جریان زیادی را هدایت می‌کنند می‌باشد. اثر میدان مغناطیسی در بدن موجود زنده بسته به فرکانس، شدت و نفوذپذیری میدان در جسم، متغیر است. میدان‌های مغناطیسی در بدن می‌تواند سبب حرکت بارهای الکتریکی شوند و این حرکت بارها نیز به ساختمان و ساختار بدن بستگی دارد.

میدان مغناطیسی بوجود آمده در اطراف خطوط انتقال توزیع در اثر عبور جریان از داخل هادی‌های خط برعکس میدان‌های الکتریکی به تمام اعضای داخلی بدن انسان و هر موجود زنده نفوذ می‌کند ولیکن تا چه حدی از شدت میدان مغناطیسی می‌تواند برای انسان خطرناک باشد و حداکثر آن در اطراف خطوط انتقال نیرو و توزیع چقدر باشد دقیقا معلوم نیست. میدان‌های مغناطیسی، بطوریکه گزارش شده روی ترکیب خون، رفتار سیستم‌های محافظتی و توابع عصبی اثر می‌گذارند، گر چه مدارکی کافی و قاطع وجود ندارد. مسائل مبهمی در مورد مقدار میدان، فرکانس و زمان اثر میدان وجود دارد. آزمایشاتی که روی میمونها صورت گرفته به این نتیجه رسیده‌اند که روی کنترل و رفتار آنها اثری نداشته است. میدان در حدود 1 تا 10 گوس و در فرکانس 45 هرتز و برای مدت 22/5 ساعت بوده است. در آلمان شخصی بنام مانتل دربارهٔ میدان مغناطیسی 50 هرتز تحقیق کرد که روی تعدادی دانشجوی داوطلب با میدانی برابر 3 گوس، هیچگونه اثری روی زمان واکنش‌ها، پالس فرکانسی، فشار خون یا منحنی‌های الکتروکادیوگرافی دیده نشد.

9-3-القاء میدان مغناطیسی:

القاء میدان مغناطیسی در افراد در فرکانس قدرت کمتر مورد توجه بوده است. بدلیل تعداد پایین سطح القاء، دقت عمل دربارهاین موضوع مستلزم در نظر گرفتن مسائل پیچیدهای مثل شکل بدن انسان و مقاوت پیچیدهٔ آنست که در سیستم فیزیولوژیکی موجود زنده تغییر میکند. مدل در نظر گرفته شده برای تقریب زدن بدن انسان برای مقایسه جریان القایی الکترومغناطیسی به جریان ناشی از میدان الکتریکی مقطع دایرهای به شعال r میباشد که با در نظر گرفتن این مدل نتایج جریانهای القایی ناشی از میدان الکتریکی $10\ \frac{kv}{m}$ با جریانهای القایی میدان مغناطیسی به شدت 0/5 گوس بدست آمده است.

همانطور که قبلا اشاره شد ، بیشترین جریان القایی ناشی از میدان مغناطیسی در سینه کمتر از یکدهم جریان القایی در کمر میباشد. و نیز شدت جریان القایی مغناطیسی در پیرامون بدن انسان بیشترین مقدار را دارد، در صورتیکه برای جریان القایی الکتریکی کمترین مقدار تصور میرود.

1-9-1-مشخصات تابشهای الکترومغناطیسی غیریونساز(NEMR)

براساس آزمایشات انجام شده اعمال متقابل شامل تعویض انرژی بین میدان الکترومغناطیسی و ماده مورد اثر آن در صورت برقراری دو شرط زیر اتفاق میافتد:

1)میدان باید انرژی کافی داشته باشد.

2)زمان کافی و متناسب با فرکانس برای پاسخگویی سیستم و القای میدان داشته باشد.

انرژی نور مرئی باعث عمل متقابل میدان با الکترونهای اتم و مولکول میشود و نتیجهٔ این تغییر انرژی تحریک الکترونهای ظرفیت به انرژی بالاتر است.

در فرکانسهای خیلی کم عمل متقابلی از طرف تابش‌های الکترومغناطیسی غیریونساز روی الکترون‌های اربیتالی اعمال نمی‌شود. بجای آن این تأثیر روی یونها، الکترون‌های آزاد و مولکولهای قطبی می‌باشد.

در فرکانسهای رادیویی این تأثیر به عواملی چون ثابت دی الکتریک، قابلیت نفوذپذیری و قابلیت هدالیت سیستم بستگی دارد.

برای پی بردن به اثرات بیولوژیکی NEMR باید عکس‌العملهای میدان‌های الکترومغناطیسی و ارتباط را با پارامترهای مربوطه بدانیم.

اعمال متقابل میدان‌های الکترومغناطیسی باعث تغییرات انرژی خواهند شد و ارتباط این مقدار انرژی الکترومغناطیسی (E) و فرکانس میدان(ν) در رابطه زیر آمده است:

$\nu E = h$

$h = 60624 \times 10^{34}$ js (ثابت پلانک)

همانطور که می‌دانیم تئوری کوانتوم تغییرات انرژی الکترومغناطیسی را برای محدودهٔ تابش مادو ن قرمز یا نواحی X و γ بیان می‌کند.

انرژی فرتون‌های تابش الکترومغناطیسی که دارای فرکانس مادون قرمز و بالاتر هستند، می‌توانند انرژی جاذب‌های اتمی یا مولکولی را افزایش دهند.

جذب انرژی در محدودهٔ مادون قرمر می‌تواند باعث اثراتی قابل برگشت مانند افزایش انرژی شود ولی جذب در نواحی تابش ماوراء بنفش باعث اثرات برگشت ناپذیری مانند یونیزاسیون و تجزیه باند کووالانس می‌شود.

برای تابش فرکانس‌های رادیویی محدودهٔ فرکانسی 100KHz – 300MHz با طول موج 1mm-1m در هوای برای ماکروویو در نظر گرفته شده که ما در محاسبات معمولی همیشه مایکروویو و امواج رادیویی را در یک محدوده 100KHz – 300GHz در نظر می‌گیریم. مگر وقتیکه

برای نتیجه گیریهای دقیق احتیاج به مجزا کردن محدودهٔ فرکانسی آنها داشته باشیم. کمترین مقدار انرژی فوق $^{ev}0.08$ برای تحریک باند پیوند هیدروژنی که با طول موج mm15 است که در مورد موج مادون قرمز بدست آمده و بیشترین انرژی فوتون ev5 که تخریب کننده باندهای کووالانس ev10 بعنوان انرژی فعال سازی یونیزاسیون می‌باشد. که این اثرات که با بیشترین انرژی فعال سازی حاصل شده می‌تواند جزء اثرات غیرقابل برگشت باشد، تابشهای فرکانسی بالاتر می‌تواند باعث یونیزاسیون شود و تابشهای پائین‌تر که اثرات با بیشترین انرژی فعال سازی حاصل شده می‌تواند جزء اثرات غیرقابل برگشت باشد. تابشهای فرکانسی بالاتر می‌تواند باعث یونیزاسیون شود و تابشهای پایینتر که اثرات غیر یونیزه کنندگی دارد شامل همان تابش‌های NEMR می‌باشد.[11] شکل(7-3)

نکته قابل توجه بین اثرات تابش‌های یونساز و غیریونساز در مقدار کلی انرژی جذب شده برای تولید اثرات می‌باشد. نتایج حاصل از آزمایشات این است که NEMR شامل فرکانس‌های رادیویی و مایکروویو تغییرات و اثرات قابل برگشت در سیستم‌های زنده القا نمی‌کنند.

تغییرات برگشت ناپذیر نتیجه جذب چند فوتونی هستند و نیز نتیجه افزایش انرژی جنبشی مولکولی و نیروهای بین مولکولی می‌باشد که باعث دناتوره شدن حرارتی می‌شوند.

امروزه منابع فرکانس‌های رادیویی ساخته دست بشر تابش با پهنای کم و دامنه و فرکانس مختلف و شدت میدان‌های متفاوتی از هم تولید می‌کنند.

10-3-منابع تابش فرکانس‌های رادیویی:

سه منبع اصلی برای تابش الکترومغناطیسی بطور طبیعی موجود است:

1) تابش زمینی 2) تابش فوق زمینی

و نیز منابع ساخت بشر که بوسیله وسایل خانگی تولید می‌شود. یک راه بررسی اثرات منابع مصنوعی مقایسه شدت و فرکانس منبع با شدت و فرکانس برگشتی است.

برای بدست آوردن نتایجی صحیح لازمست که برای تمام موجودات زنده و نیز انسانها در هر سطحی از تابش NEMR خطا و خطر موجود را بدانیم.

محدوده‌هایی مانند ELF و VLF برای ریتم‌های طبیعی مثل الکتروانسفالوگرافی استفاده می‌شود.

طبق آزمایشات تفاوت در شدت میدان‌های الکترومغناطیسی طبیعی و ساخت دست بشر اینست که شدت میدان‌های طبیعی ثابت هستند ولی در منابع مصنوعی شدت میدان با افزایش قدرت توان خروجی و پیشرفت دستگاهها ممکن است افزایش یابد.

در اکسپوژرهای کلی تابش امواج رادیویی فرد بیشتر در معرض FM و فرکانس‌های MHZ890-54 قرار می‌گیرد. آمارگیری نشان می‌دهد که بیشتر افراد تحت اکسپوز mm1 هستند. از دیگر وسایل اکسپوز عمومی می‌توان به وسایل خانگی از جمله مایکروویو اشاره کرد. خطوط انتقال ولتاژ بالا نیز می‌تواند اکسپوژر کل بدن یا اکسپوژر عمومی اشاره شوند. از منابع NEMR می‌توان به هیترهای دی الکتریک، دیاترمی، امواج رادیویی مایکروویو، وسایل دیاترمی جراحی، هیترهای القایی و تجهیزات رادار اشاره کرد.

12-3-اثرات بیولوژیکی میدان‌های مغناطیسی یکنواخت:

با توجه به اینکه میدان‌های مغناطیسی از مؤلفه‌های ثابت محیط زیست است و بدلیل کاربرد وسیع خطوط انتقال و غیر یونیزان بودن این میدان‌ها قابلیت نفوذ فراوان دارند و باید از نظر نقش آنها روی سیستم زنده مورد بررسی قرار گیرند.

از نظر میدان الکترومغناطیسی انسان از مواد گوناگون تشکیل شده است(یعنی پارامترهای ε معرف خاصیت خازنی بدن، ذخیرهٔ انرژی الکتریکی بدن δ،معرف مقاومت بدن، ایجاد حرارت در بدن M، معرف خاصیت سلفی بدن، ذخیرهٔ انرژی مغناطیسی در بدن) با توجه به اینکه تمام مواد تشکیل دهندهٔ انسان از جمله سلولهای عصبی، مراکز کنترل قلب و... نقاطی هستند که خنثی بوده لذا دارای میدان الکترومغناطیسی هستند. عصب در حال سکون تنها دارای ریپل الکتریکی DC است ولی بمحض تحریک پلاریته آن عوض شده و سیگنال الکتریکی متغیری با سرعت متفاوتی که گاهی سرعت آن به $۱۰۰\frac{m}{s}$ می‌رسد انتقال می‌یابد. در نتیجه طبق قانون ماکسول میدان الکترومغناطیسی تولید و منتشر می‌شود. شناخت پارامترهای مختلف هر جزء بدن هنوز مراحل اولیه علمی را می‌گذرانند و به رشد خود نرسیده و از نظر حساسیت فرکانس چندان آزمایش نشده است. اغلب اندازه‌های با فرکانس‌های مشخص 94GHZ, 9.4GHZ, 2.45GHZ, 27.13MHZ انجام شده است که آن هم نه بدلیل حساسیت خاص اجزاء بدن نسبت به این فرکانس‌ها بلکه برای اینکه از قوانین تبعیت می‌کنند. در حال حاضر ازدیاد دمای اجزای بدن در برخورد با میدان الکترومغناطیسی شاخص رفتار میدان است، این ازدیاد دما عمدتا ناشی از گرم شدن ماهیچه‌ها در مقابل امواج است.

بدین ترتیب پلاریزاسیون یا هدایت ویژه ماهیچه‌ها انرژی مغناطیسی را بصورت حرارت در خود عضلات تبدیل و تلف می‌کند. طبیعی است که هر جزء بدن با توجه به مواد تشکیل دهنده خاص آن و همچنین جهت و فرکانس موج اعمال شده، جذب ویژه خاص دارد. در نتیجه اجزای بدن در مقابل افزایش موج دمای متفاوتی از خود نشان می‌دهند. با توجه به اینکه این آثار روی هر جزء بدن به تنهایی قابل اندازه‌گیری نیست، لذا بدن را با توجه به دمای عضله‌های گوناگون بصورت بلوکهای مختلفی در نظر می‌گیرد و سپس (Electromagnetic specific Absorbtion Rate)

SAR جذب ویژه الکترومغناطیس مقدار درصد انرژی جذب شده‌ای که توسط موج برخورد شده به گرما تبدیل می‌شود و این مقدار انرژی را به جرم هر جزء بدن که جذب ویژهٔ الکترومغناطیس دارد، اندازه‌گیری می‌کنند.

شواهد متعددی از تأثیر میدان‌های مغناطیسی یکنواخت روی انسان در دسترس است. رینو و بیچر گزارش نتایج مطالعات خود را در شوروی روی شاغلین در تماس با مغناطیس‌های دائمی ارئه کرده‌اند.

برادیکاری، تاکیکاردی و کاهش در فشار خون شریانی گزارش شده است. علائم تحریک‌پذیری و خستگی و تغییر در اشتها و سردرد نیز مشاهده شده است. تغییر در الکتروانسفالوگرام مخصوصا طی تحریکات نوری در کارکنان همراه با خارش، سوزش، کرختی و ایجاد نقوش رنگی روی پوست دست گزارش گردیده است. بدلیل اینکه میدان‌های مغناطیسی می‌تواند توسط فعالیت بعضی از اندامها مثل ضربان قلب و مغز ایجاد شود، بهمین دلیل می‌توان حدس زد که کارکنان شاغل در مواجهه با میدان‌های مغناطیسی یکنواخت با شدت زیاد فعالیت الکتریکی قلب و مغزشان تحت تأثیر خطوط نیرویی که در اطراف آنها موجود است قرار می‌گیرند.

احتمال تأثیر میدان‌های مغناطیسی روی رفتار آدمی از مدتها قبل بررسی گردیده و به همین خاطر پک اظهار نظر کرده است که احتمال اندکی در وجود واکنش بین سیستم اعصاب مرکزی (CNS) و میدان‌های مغناطیسی موجود است.

آثار بیولوژیکی متعددی از برخورد میدان‌های مغناطیسی یکنواخت با سیستم اعصاب مرکزی توسط کلودوی و دیگران مشاهده شده است. آنها از مواجهه مغز خرگوشی که در یک میدان مغناطیسی یکنواخت با شدت 100 تا 200 گوس برای مدت 1 تا 3 دقیقه قرار داده شده است،

نتایجی بدست آوردند. آنهاگزارش دادند که در تست EEG بخش کورتکس تغییراتی در نقوش آن از حالت نرمال دیده شده است.

این تغییرات در افزایش تعداد قله‌ها(ماکزیمم) مشاهده گردیده‌اند.

مقایسه مطالعات روی خزندگان، کبوتران، خرگوشها، میمونها و انسان تغییرات مشابهی را نشان می‌دهد. لازم به ذکر است که میدان‌های مغناطیسی یکنواخت از فعالیت اعصاب تحریک‌پذیر توسط نورو صدا جلوگیری می‌کنند.

13-3- میدان‌های الکترومغناطیسی و سد خونی مغز:

یک موضوع مورد بحث در مورد اثرات بیولوژیکی، تأثیر میدان‌های الکترومغناطیسی روی (Blood Brain Barier)BBB یا سد خونی مغز می‌باشد همچنین می‌توان اثرات فرکانس‌های رادیویی، مایکروویو و میدان‌های خاصی اسکنر (Magnetic Resonance Imagination)MRI را نیز روی سد خونی مغزی بررسی کرد.

1-13-3-سد خوانی مغزی

در پستانداران این سلولها با هم تداخل دارند، بنابراین بین آنها هیچ فاصله‌ای وجود ندارد، این ارتباط و اتصال تنگاتنگ را اتصال محکم(Tight Junction) گویند. که این اتصال محکم از عبور مولکولهای بزرگ قابل حل در آب از خون به داخل مغز جلوگیری می‌کند و این مکانیزم پایه و اساس سد خونی مغزی می‌باشد، که از عبور مواد مضربه به داخل مغز جلوگیری می‌کند. البته باید یادآورد شویم که سد خونی مغزی از عبور هر ماده‌ای بطور صددرصد جلوگیری نمی‌کند بلکه میزان عبوری آنها را کند می‌کند.

مکانیزم سد خونی مغزی در اثر ضربه مغزی، گرما و حرارت ایجاد شده در مغز، و افزایش غلظت در مویرگها می‌تواند مختل شود که نشاندهندهٔ یک مورد غیرطبیعی می‌باشد، ولی شکست این سد همیشه نشاندهندهٔ یک بیماری نیست. شکست این سد در صورتیکه خون مادهٔ مسموم کنندهٔ عصب را به داخل مغز تزریق کند، خطرناک است. در ضمن با شکست سد خونی مغزی شاهد ورمهای مغزی خواهیم بود که مسبب بیماریهای مغزی می‌باشد.

2-13-2-مکانیزم انتقالات در سد خونی مغزی

در سد خونی مغزی مواد طی 5 مکانیزم قابل عبور هستند که این مکانیزمها را در زیر ذکر خواهیم کرد:

1)انتقال فعال: این روش انتقال برای مواد مورد نیاز مغز مانند گلوکز کاربرد فراوان دارد.

2)انتقال غیرفعال: این روش برای بقیه مواردی که از طریق انتقال فعال انتقال نمی‌یابند کاربرد. دارد که این روش شامل انتشار می‌باشد. برای مولکولهای قابل حل در چربی که کوچک هستند عبور از سد خونی مغزی سریعتر از مولکولهای قابل حل در آب است.و نیز مولکولهای قابل حل در آب کوچکتر سریعتر از مولکولهای قابل حل در آب بزرگتر از سد خونی مغزی عبور می‌کنند. الکل و مولکولهای قابل حل در چربی نیز که کوچکترند، سریعتر عبور می‌کنند.

3)پینوسیتوز: در این روش مواد بصورت حباب‌های کوچک مایع یا کیسه‌های کوچکی از سد خونی مغزی رد می‌شوند.

4)انتقال وزیکولی: بعضی معتقدند که تأثیرات مایکروویو روی سد خونی مغزی و شکست آن و افزایش انتقال مواد از نوع وزیکولی است. گاهی برای تشخیص وزیکولها از روش میکروسکوپی

الکترون استفاده می‌شود و بدین ترتیب وزیکولهای زیادی در سلولهای لایه داخلی مویرگ دیده شده که همانطور که در مغز اکسپوز شده، دیده می‌شود در مغز اکسپوز نشده نیز دیده می‌شود.

5)دریچه گذاری: ساختمان غربال مانندی است که در سلولهای آندوتلیال وجود دارد و مواد زیر یک سایز مشخص را عبور می‌دهد. این روش در بعضی بیماریهای مغزی دیده می‌شوند و خصوصا در تومورهای مغزی بچشم می‌خورد. از این روش انتقال در کلیه نیز استفاده شده است.

3-13-3-نحوهٔ ایجاد بیماریهای مغزی

بیماریهای مغزی اغلب بدلیل این است که اتصال محکم سلولهای آندوتلیال باز می‌شود و مکانیزمی که برای باز شدن اتصال‌های محکم وجود دارد به شرح زیر می‌باشد:

1)سلولهای آندوتلیال شکل اتصال محکم بخود نمی‌گیرند.

2) بر اثر ضربه این سلولها تخریب می‌شوند که باعث باز شدن اتصال محکم می‌شدند. دلایل شکست سد خونی مغزی:

1)افزایش دی‌اکسید کربن در خون

2)تخریب سد خونی مغزی در اثر افزایش خاصیت اسمزی

3)گرمازایی

4)درمان با سطوح تابش یونیزه کننده

5)فشار خون بالای غیر نرمال

6)آشکارترین فرم شکست سد خونی مغزی توسط خود بدن در طی مراحل کار سیستم ایمنی اتفاق می‌افتد، وقتیکه آنتی‌بادیها سد خونی مغزی را باز می‌کنند و برای مبارزه با عفونت یا مواد خارجی وارد مغز می‌شوند.

در افراد مختلف و تومورهای مختلف اختلافات زیادی در نحوهٔ انتقال مواد از مویرگها وجود دارد، حتی در تومورهای یکسان که منشأهای متفاوتی دارند و دلایل پیدایش آنها متفاوت است، سطح شکست سدخونی مغزی فوق می‌کند. این اختلافات از تعداد اتصالهای محکمی که باز می‌شوند، ناشی می‌شود یک تومور ممکن است سد خونی مغزی را حدود 50٪ قابل نفوذ و یا تومور دیگری ممکن است حدود 10٪ از اتصالات را باز کند.

4-13-3-تأثیر فرکانس‌های رادیویی روی سد خونی مغز

برای اطمینان از صحت سد خونی مغزی متدهای کیفی وجود دارد، مثل استفاده از رنگ فلورسنت که رنگ موجود در مغز را که ابتدا داخل خون تزریق می‌شود را آشکار سازی می‌کند. برای بدست آوردن نتایج، سمورها را تحت فرکانس‌های رادیویی قرار دادند. بعضی اثرات نشتی سد خونی مغزی و بعضی هیچ اثری را گزارش ندادند و بیشتر این تکنیکها براساس تراوش رنگ از رنگ به بافت بود.

آزمایشات در محدوده وسیعی انجام شد. بعضی سطوح بالای فرکانس رادیویی را برای اکسپوژر انتخاب کردند که اثراتی را بدلیل بالا رفتن حرارت در مغز گزارش دادند و بعضی سطوح پایین RF را در نظر گرفتند که شامل اثرات حرارتی بودند. البته حرارت بتنهایی نمی‌تواند دلیل وجود آثار مورد نظر باشد. از 90 مورد آزمایش که در فرکانس‌های MHZ450-320 انجام شد، 41 مورد اکسپوژر سطح پایین را در نظر گرفتند که حدودا زیر mw10 که محدودهٔ ایمنی است، بود که در این سطح از اکسپوژر اثرات حرارتی کمتر از آنست که اختلافاتی در سد خونی مغزی ایجاد کند. از این 41 مورد، 18 مورد افزایش نفوذپذیری سد خونی مغزی را گزارش دادند و 32 مورد بقیه هیچ آثاری را مشاهده نکردند.

5-13-3-تأثیر میدان‌های فرکانس پایین روی سد خونی مغزی

در این قسمت روی تأثیرات میدان‌های فرکانس پایین و میدان‌های مغناطیسی ساکن تحقیق می‌کنیم. که بعضی از آنها ناتوان از تولید گرمای کافی هستند. بعضی تحقیقات روی فرکانس‌های قدرت(50–60 HZ) هستند که تغییراتی روی نفوذپذیری سد خونی مغزی مشاهده نکردند. گزارش دیگر مربوط به میدان‌های مغناطیسی حاصل از MIR است که از 12 مورد تحقیق 7 مورد افزایش در نفوذپذیری و در 5 مورد اثری مشاهده نشده است. در این تحقیقات فرد تحت منابع انرژی ترکیبی الکترومغناطیسی در MRI قرار می‌گیرد که دارای میدان مغناطیسی ساکن قوی در حدود 0.5 – 9.7 تسلا هستند. تصویر در این دستگاه توسط پالس فرکانس‌های رادیویی ایجاد می‌شود که می‌تواند گرمای فیزیولوژیکی کافی را در فرد ایجاد کند. می‌دانیم که اثرات میدان‌های الکترومغناطیسی ناشی از گرمای حاصله است. بعضی گزارشات سطوح پایین اکسپوژ را نیز باعث ایجاد اثرات میدان‌های الکترومغناطیسی می‌دانند و عده‌ای دیگر تحت همین شرایط و همین گونه‌های حیوانی هیچ اثری را مشاهده نکردند.

عاملی که ما ار به نتایج مربوطه می‌رساند متدهای و روشهای اثبات شکست سد خونی مغزی است.

6-13-3-روش بررسی و مطالعه دربارۀ سد خونی مغزی

مشکلی که برای اشکار سازی تغییرات سد خونی مغزی داریم نحوۀ بررسی و مطالعۀ این تغییرات می‌باشد. روش‌های موجود برای این منظور می‌توانند کمی و کیفی باشند. از 41 مورد

تحقیقاتی که در آن میدان‌های سطح پایین را استفاده کردند، 31 مورد از تکنیک‌های کیفی براساس تزریق ماده ردیاب بداخل خون و آشکارسازی آن در مغز استفاده کردند.

می‌دانیم مواد باز با زخم‌های مختلفی از سد خونی مغزی عبور می‌کنند. صرف وجود یک ماده در مغز نمی‌تواند دلیل ناهنجاری و غیرفعال بودن BBB باشد و نیز عدم وجود ماده‌ای درمغز هم نمی‌تواند دلیل عدم شکست سد خونی مغزی باشد.

طرح‌های مختلفی برای بررسی و مطالعه در این مورد وجود دارد که در تحقیقات جدید بوسیله سالفارد ارائه شده که شکست سد خونی مغزی را در سطوح پایین اکسپوز با مایکروویو (w/kg–0.02) نشان داد. این متد بر این اساس است که آلبومین را در مغزی رنگی می‌کند که دارای حساسیت بالایی است. آلبومین به آرامی از سد خونی مغزی می‌گذرد و در مغز نرمال می‌تواند شناسایی شود تفاوت‌های کوچکی در آلبومین در مغز غیراکسپوز و اکسپوز شده مشخص می‌شود. البته روش سالفارد بدلیل اشتباهاتی در تعیین انرژی مایکروویو جذب شده در مغز انتقاد شده است. در دیگر تحقیقات دانشمندان دیگر موادی چون پروتئین سرم را برای آشکارسازی در مغز استفاده کردند.

در بعضی تحقیقات تکنیک‌های کمی ارائه شد. اثرات اکسپوزهای سطح پایین انرژی مایکروویو روی سد خونی مغزی گزارش شده با توجه به اینکه ردیاب مورد استفاده سوکروز با زمان اکسپوز min30 و حجم بافت مورد اکسپوز 64 میلی متر مکعب دارای عدم حساسیت برای تعیین اثرات کوچک می‌باشد.

درباره نفوذپذیری باید بگوئیم که سوکروز 300 بار سریعتر از آلبومین از سد خونی مغزی رد خواهد شد.

پس برای هر آلبومین باید 300 سوکروز عبور کند که اگر نتایج سولفارد درست باشد باید با ردیاب سوکروز نیز بهمان نتایج برسیم.

شرایطی که باید برای دقت نتایج تحقیقات سد خونی مغزی رعایت شود عبارتند از:

1)دوزیمتری بهتر و اندازه گیری دما – برای تعیین جذب الکترومغناطیسی در هر نوع بافتی باید گرمای جذب شده به بدن را اندازه‌گیری بگیریم و نیز دمای هسته بدن را با ترموکوپل راست روده‌ای اندازه بگیریم. البته نمی‌توان گفت هر اثری روی سد خونی مغزی بدلیل وجود گرما است.

2)استفاده از حیوانات بدون حالت استرس و فشار عصبی و دارای حالت عدم بیهوشی – برای اینکه به نتایج درست‌تری در مورد اثرات روی سد خونی مغزی دست یابیم باید از نمونه‌های غیربیهوش شده استفاده کنیم چون بیهوشی روی جریان خون و تنظیم حرارتی بدن مؤثر است و نیز از نظر فشارهای عصبی عدم وجود این فشارها برای پاسخگویی فیزیولوژیکی مهم است.

3) به نمایش در آوردن پارامترهای فیزیولوژیکی مربوطه روی صفحه نمایش – در صورت امکان پارامترهای حیاتی مانند فشار خون سرخرگی،Pco_2 ،Po_2 اندازه‌گیری و نمایش داد زیر پاسخ فیزیولوژیکی به انرژی الکترومغناطیسی جذب شده به این پارامترها به نحوی روی نفوذپذیری سد خونی مغزی تأثیر می‌گذارد.

4)تعیین ارتباط پاسخ ـ دز ـ برای اینکه نتیجه تحقیقات قابل اطمینان باشد باید سطح اکسپوز مختلف باشد و محدودهٔ آزمایش از صفر تا اکسپوژرهای مولد گرمای کافی باشد. عدم وجود ارتباط پاسخ ذر باعث این سئوال می‌شود که آیا این اثرات مشاهده شده در اثر ذر تابش واقعا بصورت غیرطبیعی و آیا این اثرات حاصله در ارتباط با ذر تابش نبوده است.

با توجه به مطالب ذکر شده به این نتیجه می‌رسیم که صحت سد خونی مغزی برای عملکرد صحیح مغز در پستانداران مهم است. بطوریکه نقص کوچکی در این سد می‌تواند روی عملکرد اعصاب تأثیر گذار باشد و نشت‌های بزرگ در این دیواره می‌تواند منجر به ورم مغزی و نهایتا مرگ شود.

پس هر تغییری در سد خونی مغزی انسانها بوسیله میدان الکترومغناطیسی باعث ایجاد اثرات مهلکی می‌شود. براحتی ثابت شده که گرمای حاصله از فرکانس‌های رادیویی در مغز حدود چند درجه نیز می‌تواند باعث تخریب سد خونی مغز می‌شود.

بنابراین برای اندازه‌گیری شکست سد خونی مغزی هر چند کوچک باید از تکنیک‌های کمی برای اندازه‌گیری تغییرات در کار انتقال مویرگی استفاده کنیم.

14-3-اثرات بیولوژیکی امواج رادیویی

گاست اولین کسی بود که در سال 1924 اثرات بیولوژیکی فرکانس‌های رادیویی را بررسی کرد. او و همکارانش از امواج کوتاه برای تخریب تومورهای گیاهان بدون آسیب رساندن به خود گیاه استفاده کردند. بعدها در 1926 بعضی اثرات را روی حیوانات بررسی کردند. دانشمندان پس از دریافتن تأثیر گذاری امواج کوتاه روی بافت‌ها، سعی در شناسایی این مکانیزم‌ها کردند. می‌توان شروع این تئوری را که امواج ماکروویو با انرژی پایین باعث بر هم کنش‌های شیمیایی در بدن می‌شوند را به هنری لای و تیمش در دانشگاه سیاتل نسبت داد. او دریافت که موش‌های در معرض تابش قرار گرفته از خود سم مرک آور اندروفین و باربیتورات‌ها از خود نشان می‌دهند. او و تیمش دریافتند که این موشها مشکل تنفسی دارند.

در سال 1995 لای دریافت که سلولهای مغزی موشها مورد اکسپوز قرارگرفته، شکستهای متعدد زنجیره DNA می‌شوند. این تغییرات اغلب در سلولهای مشکوک به سرطان دیده می‌شوند.

جوزف روتی روتی تومور شناس تشعشع از دانشگاه واشنگتن میسوری در این باره می‌گوید: اگر این تحقیقات حقیقت داشته باشد کل تئوری تشعشع باید تغییر کند.

تلفن موبایل پرتوهایی با فرکانس بین 800 تا 2000 مگاهرتز تولید می‌کند.(نشر پرتوهای زیر 1000 مگاهرتز امواج رادیویی در حالیکه بالاتر از آن امواج میکروویو هستند). تشعشع انرژی زیاد می‌تواند مواد آلی را گرم کند(کار میکروویوها در فرها) اما پرتو تلفن موبایل برای گرم کردن بافت‌های انسان ضعیف است. میانگین انرژی انتقال یافته با تلفن موبایل معمول در حدود $\frac{۱}{۴}$ وات است. اگر آنتن‌های تلفن موبایل برای مدت کمی نزدیک سر قرار بگیرند، امواج دمای سلولهای مغز مجاور در این قسمت را حداکثر حدود یک درجه سانتیگراد افزایش خواهد داد و این گرما در حدود یک دهم تغییرات طبیعی دمای مغز است، به همین خاطر این بار اثر بر بافتها فرق می‌کند.

آنچه وجود دارند پرتوهای غیر یونیزه تلفن موبایل است که با اشعه پر انرژی X گاما فرق می‌کند. این فوتونها می‌توانند مولکولهای DNA را بشکنند بنابراین جهش‌های مولد سرطان را بوجود می‌آورند ولی فرتونهای امواج رادیویی و میکروویو انرژی کافی برای شکستن پیوندهای شیمیایی مولکولهای حیاتی ندارند.

بعضی از بیوفیزیک دانان اظهار می‌کنند که میدان‌های الکترومغناطیسی ناشی از تلفن موبایل با فعالیت‌های الکتریکی حساس بدن تداخل دارند. برای نمونه فرضیه‌ای پیشنهاد شد که میدان‌های مغناطیسی از حرکات کوچکی در یونهای کلسیم با بار مثبت بوجود می‌اید که کلید فعال استپور در غشاء سلول است. در شرایط واقعی حتی میدان ضعیفی بطور قابل توجهی می‌تواند نفوذپذیری غشاء را افزایش یا کاهش دهد. تغییر در نفوذپذیری غلظت‌های یونها و رادیکالهای آزاد را در سلول 1997 تحقیقی به رهبری دانشمندان بیمارستان ادلاید سلطنتی، موشهایی را که مستعد سرطان بافت لنفوئیدی بودن مورد آزمایش قرار دادند. به مدت یک ساعت در روز، آنها موشها را در معرض امواج رادیویی کم انرژی قرار دادند همانند امواجی که توسط تلفن موبایل دیجیتالی انتشار می‌یابد. بعد از 18 ماه، وقوع سرطان لنفوئیدی در موشهای اشعه دیده به دو برابر رسید.

کارشناسان ژنتیک سن آنتونیوتگزاس موشهای مستعد تومور سینه را در اختیار محققان قرار دادند. آنها موشها را به مدت 20 ساعت در روز، در طول 18 ماه مورد تشعشع قرار دادند و تاکنون هیچ افزایشی در رشد تومورها مشاهده نکرده‌اند.

15-3-خطرات استفاده از تلفن موبایل

مدارک جدید در رابطه با خطرات سلامتی از تشعشعات الکترومغناطیسی تلفن موبایل به سرعت توسعه پیدا می‌کند.

دکتر ک. جل هنری میلد سوئدی در تحقیقاتش در رابطه با اثرات رادیویی تشعشعات الکترومغناطیسی تلفن موبایل در 1100 استفاده کننده از آن به این نتیجه رسید که علائمی مانند خستگی، سردرد و حس سوختگی بر روی پوست بسیار در بین کسانیکه در طولانی مدت از تلفن موبایل استفاده می‌کردند، عمومیت داشت.

اکنون مدارک بسیاری از اثرات تشعشع تلفن همراه بر روی سلامتی افرادی که تلفن می‌زنند از فشار خون تا تومورهای مغزی در دسترس می‌باشد که در زیر به چند نمونه اشاره می‌کنیم:

مطالعه دانشمندان دانشگاه لاند نزدیک مالمو بر روی موشهایی بود که در معرض پالس‌های میکروویو(شبیه انتشارات امواج الکترومغناطیسی از تلفن موبایل) قرار گرفتند و از آن برای محاسبه اثرش بر خون مغز بدن استفاده کردند.

در حدود دو دقیقه در معرض قرار گرفتند، بافت مغزی موشها برای ورود پروتئین باز نشد و بعد از مختل شدن مکانیزم دفاعی، مواد سمی وارد خون شدند. پروفسور لیف سلفورد ـ متخصص اعصاب ـ بعد از انجام دادن این مطالعات گفت:"ما شکسته شدن دیوار دفاعی خون مغز را بعد از اینکه در معرض تشعشعات که دقیقا مانند تلفن موبایل بود، قرار داشتند دیدیم. ما هنوز

مطمئن نیستیم که این خطر جدی دارد ولی این نشان می‌دهد که مولکولهایی مانند پروتئین و مواد سمی می‌تواند ناگهان در خون از بین بروند هنگامیکه تلفن موبایل روشن شده و به طرف مغز می‌رود.

در ژون 1998 لنست گزارش داد که تشعشع تلفن‌های موبایل باعث افزایش فشار خون می‌شود. دکتر بران آلمانی تلفن موبایل را بر بخش راست ده نفر داوطلب برای آزمایش قرارداد و بدون آنکه داوطلبان بفهمند تلفها را توسط دستگاه کنترل از راه دور روشن و خاموش می‌کرد. بنابراین هر تشعشع توسط اثر جداگانه روحی و روانی بر آنها بگذارد. فشار خون آنها هر لحظه حدود 5 تا 10 میلی‌متر جیوه بالا می‌رفت که احتمالا از تشعشع الکترومغناطیسی بود که در اثر انقباضات رگها توسط تلفن موبایل تحریک می‌شد. این مرحلهٔ افزایش احتمال خطرات شدید مانند سکته قبلی و مغزی را در شخص بالا می‌برد. و از این آزمایش به این نتیجه رسید که تشعشع تلفن موبایل می‌تواند مستقیما ساختار سلولی بدن افراد را تغییر دهد.

در تحقیقات انجام شده بر روی حیوانات تشعشع الکترومغناطیسی تلفن موبایل باعث تومورهای مغزی، سرطان، اضطراب، کند شدن حافظه و تولید عیب و نقص جدی شده است. استرالیایی‌های فهمیدند که موشهایی که در معرض تشعشع پالس دیجیتال تلفن موبایل بیشتر از هیجده ماه بودند. دو برابر بقیه خطر ایجاد سرطان را دارا هستند. امریکایی‌ها به این نتیجه رسیدند که قوهٔ یادگیری و حافظه کوتاه مدت بعد از 45 دقیقه در معرض تشعشع تلفن موبایل قرار گرفتن خراب می‌شود. بقیه تحقیقات روی تشعشع الکترومغناطیسی بر موشهای باردار بر این اساس بود که بسیار در معرض تلفن موبایل بودند می‌تواند بر رحم تأثیر گذارد که این اخیرا در جوجه‌ها نیز تأیید شده است(دو برابر امکان معیوب شدن دارند) تأثیرات تشعشع تلفن موبایل بر جنین انسان هنوز ناشاخته مانده است.

تنوع وسیعی از دستگاهها، در مدارات الکتریکی، دستگاههای تلفن، کامپیوترها، دستگاههای تلویزیون، دستگاههای انتقال و تبدیل رادار در اطراف ما وجود دارند. ولی تشعشع تلفن موبایل به شدت قوی می‌باشد مانند تأثیر سیستم‌های هدایت هواپیماها.

انتشار تشعشع تلفن موبایل می‌تواند خطراتی برای وضعیت‌های مغز استفاده کننده مانند بیماری آلزایمر شود. محققان سوئدی فهمیده‌اند که فقط دو دقیقه در معرض امواج انرژی ساطع شده از گوشی می‌تواند مکانیزم دفاعی بدن را در جلوگیری از پروتئین‌های مضر از کار انداخته و مواد سمی خون را وارد مغز کند.

در آخرین سری از تلفن موبایل چیزی که از سلامتی آن می‌ترسند این است که پروتئین‌های مضر وارد بافت مغز شود جائیکه بالاترین خطر مغز وجود دارد و آن بیماری اعصاب مانند آلزایمر(Alzheimer)، پارکینسون(Parkinson) و مالتیپل اسکلروزیس(Multiple sclerosis)می‌باشد.

کمیسیون MP موافق بود که هیچ مدرک محکمی برای اثبات اینکه تلفن موبایل خطری برای سلامتی هستند وجود ندارد.

تولید کنندگان تلفن موبایل به یک استاندارد جدید بین‌المللی برای اندازه‌گیری مقدار تشعشعات تلفن موبایل که می‌تواند جذب استفاده کننده‌های آن شود دست یافتند. نوکیا، اریکسون و موتورولا شامل مقیاسهایی در گوشی‌های دستی اروپایی برای تلفن‌های جدید در اولین مرحله طرح ریزی شوند.

این آزمایشات درگیر مدلی از سر انسان بصورت مایع که دارای خاصیت هدایت به مغز می‌باشد، شده است و این، تشعشع تلفن موبایل را بی‌حفاظ قرار می‌دهد. مخصوصا طراحی پروبها به گونه‌ای است که میدان الکتریکی قوی درون مغزی را نمایان می‌کند.

در گذشته، انواع مختلفی از این مدلها مورد استفاده قرار می‌گرفته که مقایسه نتایج را مشکل کرده است. استاندارد جدید، شکل سر و همچنین ترکیب مدلها را تعین می‌کند.

16-3-طراحی تلفن موبایل:

طراحی تلفن موبایل باید بگونه‌ای باشد که حداکثر پیام در حداقل میزان تشعشع آنتن تلفن باشد. با اندازه‌گیری عدد و آزمایشات و شبیه‌سازی مدل سر به وسیله شبیه سازی الکترومغناطیس (Finite Discrete Time Domain) FDTD اثرات آنتن را بررسی می‌کنند. برای پیشن بینی دقیق رفتار امواج الکترومغناطیس در بافت‌ها می‌توان از روش FDTD استفاده کرد. این روش اثرات آنتن‌های یک قطبی و دو قطبی و اثر (Electromagnetic Specific Absorbtion Rate) SAR در بافت را با توجه به اثر انسان روی عملکرد آنتن بررسی می‌کند.

1-16-3-نحوه توزیع SAR امواج رادیویی

برای بررسی اثرات بیولوژیکی تلفن‌های موبایل ابتدا مقدار SAR تولید شده توسط آنتن با طول موج $\frac{\lambda}{۴}$ را با آنتن با طول موج $\frac{\lambda}{۲}$ مقایسه می‌کنیم. هر چه طول موج از $\frac{\lambda}{۴}$ به $\frac{\lambda}{۲}$ برود مقدار SAR کاهش می‌یابد ولی در چشم نتیجه عکس مشاهده می‌شود. البته مقدار SAR به فاصله گوش آنتن و آنتن، فاصله آنتن از سر و موقعیت دست روی آنتن نیز بستگی دارد.

می‌توان توزیع SAR را با روش FDTD(در حوزه زمان) محاسبه کرد که در این محاسبات،سر یک نوع بافت ناهمگن در نظر گرفته می‌شود و تفاوت مقدار SAR تولید شده به وسیله آنتن با طول موج $\frac{\lambda}{۴}$ و طول موج $\frac{\lambda}{۲}$ آنتن‌های دو قطبی بررسی می‌شود.

چون صفحات مغناطیسی اثرات بیولوژیکی دارند، پس می‌توان اثرات متقابل صفحات مغناطیسی و بدن انسان(EMF) را در استفاده از وسایل ارتباطی بی‌سیم ارزیابی کرد. مقدار ماکزیمم SAR وقتی که قمستی از بدن مورد تابش قرار می‌گیرد، خیلی مهم است. بنابراین باید مقدار SAR در سر انسان در زمان استفاده از تلفن تخمین زده شود. این اثرات به شرایط اکسپوز،

نوع آنتن، ثابت الکتریکی بافت، شکل هندسی سر و طرز قرار گرفتن گوشی بستگی دارد. با توجه به این فاکتورها می‌توان، توان جذب شده را محاسبه کرد. در حالت معمول بیشترین میزان SAR در اطراف گوش وجود دارد. گوشی با دست گرفته می‌شود، بنابراین دست نیز در خصوصات آنتن اثر می‌گذارد. روش توموگرافی نشان می‌دهد که با افزایش دما مقدار SAR افزایش می‌یابد. در این روش آزمایشی از یک سر با یک بافت ناهمگن و نقشه آناتومی سر یک فرد بالغ استفاده شده که در این مدل سر 273108 سلول مکعبی با اندازه mm5/2 وجود دارد و شامل ماهیچه، استخوان، پوست، مغز، چربی و کرهٔ چشم و عدسی است. چگالی توده برای هر بافت $۱۰۰۰\frac{g}{m^۳}$ در نظر گرفته شده است. صفحه افقی از داخل چشم می‌گذرد و نیم سهمی به وجود می‌آورد.

چون گوشی قابل حمل است و با فرکانس MHZ 900 یا GHZ5/1 کار می‌کند طول موجهای تشعشعات آن خیلی کوتاهتر از سراسر بدن است. پس چنین به نظر می‌آید که توزیع SAR را فقط در سر داریم و اگر توزیع SAR را در سرکه از بدن ایزوله شده با مدلی که شامل تمام بدن است، مقایسه کنیم. با توجه به اینکه در هر دو مدل اکسپوز با فرکانس MHZ3000 داریم و هر دو از سلولهای مکعبی با ابعاد cm1 تشکیل شده‌اند تفاوت 2٪ را بین این دو مدل مشاهده می‌کنیم ولی در قسمت‌های عمیق سر تا حدود 37٪ تفاوت وجود دارد. در فرکانس‌های MHZ900 یا GHZ5/1 اختلاف جذب زیادی بین بافت سطحی و عمقی وجود ندارد. پس در محاسبات از مدل سر ایزوله استفاده می‌شودو در این آزمایشات از گوشی‌ها قابل حمل با ابعاد mm135×42×25 و با طول موج $\frac{\lambda}{۲}$ آنتن دو قطبی و یا $\frac{\lambda}{۴}$ آنتن تک قطبی در صفحه بالایی سمت چپ سر، استفاده می‌شود. در این مدل cm2 فاصله بین گوش و کف دست وجود دارد .

محاسبه توزیع SAR در سطح مدل سر با بافت ناهمگن به وسیله EMF با طول موجهای $\frac{\lambda}{۲}$ دو قطبی و $\frac{\lambda}{۴}$ تک قطبی نشان می‌دهد که در طی اکسپوز EMF با طول موج $\frac{\lambda}{۲}$ دو قطبی بیشترین توان جذب در ناحیه پس سر و گیجگاهی در ناحیه پشت گوش است. وقتی که با طول موج $\frac{\lambda}{۴}$ تک قطبی اکسپوز داریم مقداری SAR در ناحیه گونه و گوش نیز ظاهر می‌شود. تعداد توزیع SAR در سطح سر و توزیع جریان در آنتن، تحت تأثیر اتصالات جعبه است. محاسبات توزیع SAR در صفحه افقی که از میان چشم در بافت ناهمگن می‌گذارد، نشان می‌دهد بیشترین وجود SAR در ناحیه پشت گوش چپ و در فرکانس GHZ5/1 را بیشتر از KHZ900 است.

2-16-3-اثر گوش در ماکزیمم SAR

بررسی ماکزیمم SAR در مدل با گوش و بدون گوش بوسیله اکسپوز EMF با گوشی به طول موج $\frac{\lambda}{۴}$ یا طول موج $\frac{۳\lambda}{۸}$ آنتن یک قطبی و یا طول موج $\frac{\lambda}{۲}$ آنتن دو قطبی نشان می‌دهد، ماکزییم SAR برای مدل بدون گوش کمتر از مدل اصلی است.

اندازه‌گیریهای تجربی برای اکسپوز EMF با طول موج $\frac{\lambda}{۲}$ دو قطبی ماکزیمم SAR محاسبه شده در بافت همگن و ناهمگن، بیشترین مقدار SAR در اطراف گوش ظاهر می‌شود. پس می‌توان نتیجه گرفت که بیشترین مقدار SAR در اطرف گوش وابسته به گوشی است و به بافت سر و یا مدل سر و گوش بستگی ندارد. همین بررسی با طول موج $\frac{\lambda}{۴}$ تک قطبی نشان می‌دهد که ماکزیمم SAR در بافت همگن کمتر از ناهمگن است و در سطح پایین‌تری از گونه ظاهری می‌شود در حالیکه در بافت ناهمگن در گونه نزدیک به دهان ظاهر می‌شود. پس ماکزیمم مقدار SAR در گونه وابسته به بافت است.

مقدار SAR بدست آمده در آزمایشات خیلی کمتر از مقدار محاسبه شده است که این مقدار به فاصله بین گوش چپ و محور آنتن نیز بستگی دارد. این اختلاف بین مقدار محاسبه شده و مقدار اندازه‌گیری شده را می‌توان به اختلاف مدلهای نسبت داد. به عنوان مثال گوش در آزمایشات خیلی کوچتر از مدل محاسبه شده است. توان منعکس شده از آنتن در محاسبات نادیده گرفته می‌شود. ماکزیمم SAR در سر صرفنظر قرار گرفتن دست ثابت است. در اکسپوز EMF برای آنتن یک قطبی با طول موج $\frac{\lambda}{۴}$ ماکزیمم SAR در دست بیشتر از سر است ولی برای آنتن دو قطبی با طول موج $\frac{\lambda}{۲}$ مقدار SAR در سر مشابه مقدار آن در دست است.

3-16-3-محاسبات پیک SAR در یک گرم بافت

برای کودکان 5 و 10 ساله متفاوت است زیرا اندازه‌گیری گوش کوچکتر است به علت نزدیکی دست و تلفن در محاسبات نیز در نظر گرفته می‌شود. تفاوت بین کودکان و بالغین به این علت است که بافت چربی و غضروف در کودکان کمتر است. پیک SAR در یک گرم بافت سر بچه بیشتر است به ویژه این افزایش را در فرکانس MHZ835 می‌توان مشاهده کرد. مقدار پیک SAR نباید از $۱/۶\frac{watt}{kg}$ برای یک گرم بافت به شکل مکعب تجاوز کند. برای شکلهای نامنظم بدن مثل گوش و بافت ناهمگن، ابعاد cm1×1×1 در نظر گرفته می‌شود. بنابراین یک گرم بافت اندازه mm316×974/1×974/1 که تقریبا نزدیک به مکعب است را در نظر می‌گیریم. برای مدل بالغین اندازه 3×6×6 برای $cm1^3$ در نظرگرفته شده است. این مقادیر برای 80٪ سلول و 20٪ هوا است. جالب توجه است که پیک SAR برای بافت‌های سطحی، تغییرات زیادی داردو تقریبا دو برابر بافت‌های داخلی مغز است. این تغییرات زیاد در بافت‌های سطحی به دلیل تفاوت مقادیر هوا در بافت است. توان جذب سر برای هر سه مدل یکسان است ولی پیک SAR در یک گرم بافت برای

آنتن دو قطبی با طول موج $\frac{\lambda}{۴}$ برابر $۱/۱۱\frac{watt}{kg}$ و برای آنتن یک قطبی با طول موج $\frac{۳\lambda}{۸}$ برابر $۰/۶۹\frac{watt}{kg}$ است. طول آنتن و چرخش آنتن نیز مؤثر است که در آنتن با طول موج $\frac{\lambda}{۴}$ و $\frac{۳\lambda}{۸}$ و دو زاویه 0 و 30 درجه نسبت به محور عمود بررسی می‌شوند پیک SAR در یک گرم بافت در فرکانس MHZ835 با طول موج $\frac{۳\lambda}{۸}$ در مقابل $\frac{\lambda}{۴}$ کمتر است. شاید به این خاطر است که حدود 50٪ بلندتر از $\frac{۱}{۴}$ است. با همین استدلال می‌توان مقدار SAR را در زاویه 30 درجه نسبت به خط عمود در فرکانس MHZ835 انجام داد ولی در فرکانس MHZ1900 اثرات مشابه نداریم چون طول آنتن کوتاهتر است.

4-16-3-جذب انرژی در مدل سر

جزئیات اطلاعات از توزیع الکتریکی و مغناطیسی در بافت‌های متفاوت سر نیاز به آزمایشهای بیولوژیکی دارد که در موارد زیر آزمون انجام می‌شود:

1-فرکانس مؤثر و توان ورودی آنتن

2-موقعیت گوشی در ارتباط با سر

3-طراحی گوشی و شکل بیرونی سر

4-توزیع و ضخامت بافت‌های متفاوت سر

5-خاصیت الکتریکی بافتها

سه مورد آخر برای افراد مختلف با زمان می‌توان تغییر کند به عنوان مثال شکل بیروین مدل سر به نیمرخ سر، حرکات دهان و یا چشم بستگی دارد و خاصیت الکتریکی بافت با تغییر فعالیتهای متابولیسمی، سلامتی و سن تغییر می‌کند واضح است که هر چند گوشی به سر نزدیکتر

و در مدت بیشتری استفاده شود اثرات بیشتری خواهد داشت. برای بررسی اثرات موبایل سه فاکتور را در نظر می‌گیریم:

1-متوسط SAR در کل بدن

2-ماکزیمم مقدار SAR

3-جذب اختصاصی(SA) که در واقع متوسط مقدار جذب SAR در کل بدن و ماکزیمم در یک پریود است.

5-16-3-شبیه سازی و بحث

اثر تلفنها و وسایل ارتباطی مشابه در مدل از سر بررسی شده است. توسعه آنالیز پارامترهای نفوذ SAR در استفاده کنندهٔ این آنتن‌ها به وسیله توموگرافی کامپیوتری(CT) و تصویر تشدید مغناطیسی(MRI) و مدلها واضح، از سر انسان با استفاده از روش FDTD انجام می‌شود که این مدلهای به شرح زیر می‌باشد:

1-مدل ماهیچه‌ای از سر انسان که نتایج قابل اطمینانی از این مدل بدست می‌آید.

2-مدل کروی سر انسان که نتایج بدست آمده به مدل جعبه‌ای بسیار نزدیک است ولی واقع بینانه‌تر می‌باشد.

3-مدل تخت سر که گوشها را شامل نمی‌باشد از مدلی که شامل گوشها نیز می‌باشد دقیق‌تر است.

حال عوامل مؤثر مقدار SAR را بررسی می‌کنیم:

1-شکل آنتن که می‌تواند بوسیله جعبه یا به شکل کروی شبیه سازی شود.

2-شکل مدل سر و بیشترین مقدار SAR در یک گرم یا ده گرم از بافت.

3-فاصله بین سر و آنتن و اثر آن در تجمع SAR در یک یا ده گرم از بافت.

4-مدل تلفن دستی و جهت قرار گرفتن آن که کمترین مقدار SAR را داشته است.

6-16-3-مدل سر و دست و سلول تلفن

ما در اینجا به انواع مدل سر و دست می‌پردازیم: از سه مدل جعبه‌ای سر استفاده می‌کنیم که هر کدام شامل cm20 است:

1-مغز با شکل متقارن با مشخصات $T\xi = 43$، $\sigma = ۰/۸\frac{s}{m}$

2-یک لایه از مغز، یک لایه از استخوان جمجمه به ضخامت cm5/0 و مشخصات

$\sigma = ۰/۱۱\frac{s}{m}, \xi T = ۸$

3-دو لایه مغز استخوان سر به ضخامت cm5/0 و مشخصات

$\sigma = ۰/۶\frac{s}{m}, \xi T = ۳۵$

مدل سازی تلفن نیز با استفاده از MRI بدست آمده و ابعاد آن به طول و عرض 3/9 و ارتفاع mm5 است و مدل دقیق دیگری با استفاده از CT و MRI و اسکن رادیولوژی بدست آمده است که ابعاد آن به طول و عرض mm 4/3 و ارتفاع mm7/4 است و یا طول و عرض mm1/1 و ارتفاع

mm4/1. برای دست نیز دو مدل در نظر گرفته شده، استخوان که بوسیله ماهیچه پوشیده شده و ضخامت استخوان cm5/0 و ضخمات ماهیچه cm5/0 و cm2 است و دست دور تا دور تلفن دستی را می‌گیرد. مدل تلفن دستی که امروزه استفاده می‌شود دارای فرکانس MHZ900 و یک قطبی است و تقریبا مستطیلی شکل می‌باشد. طول این آنتن‌ها cm5/8 و یک جعبه فلزی به طول cm15 و عرض cm6 و ارتفاع mm3 است که آنتن در وسط قرار دارد و جعبه با مواد دی الکتریک عایق بندی شده که ضخامت آن mm2 است و $T\xi=2$

7-16-3-الگوهای مختلف آنتن

اثرات فاصله بین آنتن و سر نیز بررسی شده که اگر فاصله زیاد شود، تغییر شکل آنتن اثر کمی دارد ولی برای فاصل کم شکل آنتن مؤثر است در نیمکره دورتر از آنتن توان کمتری به طرف سر هدایت می‌شود و همچنین زوایه نیز در آن تک قطبی تغییر می‌کند که بین 0 تا 180 متغییر است. در مدل جعبه‌ای مراکز تلفن به سر نزدیک باشد جذب در سر آتن کم شده بیشترین جذب به وسیله سر انجام می‌شود در نتیجه بیشترین SAR را داریم برای فاصله کمتر از cm5/1 و بیشتر از cm3 اثرات مشابه داریم و تفاوت‌های موجود به علت ساختمانهای مختلف است. در مدل کروی اثرات بین آنتن و ماکزیمم SAR به نتایج واقعی نزدیکتر است. در این مدل بیشترین جذب توسط آنتن است وکمترین مقدار SAR را دارد.

نتایج کاربردی را می‌توان از مدل کروی بدست آورد که متأسفانه بیشترین مقدار SAR در این مدل مشاهده می‌شود. دست مقدار زیادی از خروجی آنتن را جذب سر را کاهش دهد.

نتایج بررسی شده بر روی مدلهای مختلف به شرح زیر است:

1-ناحیه‌ای که بیشترین جذب را در مدل سرداشته کوچک است و نزدیک به نقطه اتصال آنتن دو قطبی می‌باشد.

2-در مدل MIR در دو سمت ماکزیمم SAR دیده می‌شود یکی در سطح پوست و دیگری در سطح مغز SAR در بافت استخوان اثر کمتری دارد.

3-توزیع متفاوت SAR به علت قابلیت هدایت متفاوت در ماده سفید و خاکستری مغز است.

4-مقدار SAR از سطح به داخل مغز به طور یکنواخت کم می‌شود.

8-16-3-تأثیر محل قرار گرفتن آنتن

قرار گرفتن محل آنتن در گوشی تلفن موبایل حائز اهمیت است در حالت ایده آل این محل باید بگونه‌ای باشد تا تأثیر دست بر روی مشخصات آنتن حداقل شود و حضور دست همنوایی آنتن را بر هم زده و قاب پلاستیکی گوشی نیز سبب تغییر در فرکانس کار آن می‌شود.

نحوه قرار گرفتن گوشی به شکل موازی با سر بهتر از حالت زوایه دار آن(60 درجه) است زیر حالت زاویه دار با بافت گوشی در تماسی بوده و سبب بالا رفتن SAR نسبت به حالت موازی می‌شود. جهت کاهش تماس گوشی با سر آنتن را در قسمت گوش نصب می‌کنند. از آنجائیکه گوشی بین مصرف کننده و آنتن قرار گرفته، انتظار می‌رود پیک SAR در سر کاهش یافته باشد. در صورتیکه نتایج عدد نشان دهنده افزایش پیک SAR است زیر گوشی هادی است. شکل هندسی گوشی و بافت نیز، اثر زیادی بر روی امپدانس ورودی آنتن دارد.

شبیه‌سازی عددی نشان می‌دهد که پیک در سر بین $۲/۵\frac{Mwatt}{kg}$ تا 3/8 می‌باشد.

یکی دیگر از روش‌های کم کردن SAR استفاده از آنتن‌های نوع N به جای آنتن روکشدار و دو قطبی. آنتن شلاقی است در این آنتن پهنای باند مناسب می‌باشد و الگوی تابشی پایدار و ساختمان فشرده دارد. به منظور کاهش وابستگی خواص الکتریکی آنتن ومدل بدن، در سیستم‌های ارتباطی از آنتن‌های روکشدار استفاده می‌شود. ولی روکش گوشی امپدانس را تغییر می‌دهد بنابراین برای تلفن‌های موبایل مناسب نمی‌باشد. این آنتن دارای ساختمان قرینه‌ای است. بنابراین به ما حق انتخاب برای طراحی میدان نزدیک آنتن را می‌دهد. نتیجه می‌گیریم که در مقایسه با آنتن تک قطبی $\frac{\lambda}{۴}$ ماکزیمم SAR برای این آنتن کاهش می‌یابد دو دلیل برای عملکرد بهتر این آنتن وجود دارد:

1-میزان کم جریان در بدنه گوشی در مقایسه با مدلهای دیگر.

2-فاصله بیشتر بین سر و آنتن

با اینکه آزمایشات و مطالعات جدید برای اثبات اثرات بیولوژیکی تلفن‌های موبایل ادامه دارد، ولی این تلفن‌ها مانند دیگر وسایل پیشرفته الکتریکی از جمله رادارهای پلیس و یا خطوط نیرو که زمانی باعث تشویش افکار عمومی بدلیل ایجاد میدان‌های الکترومغناطیسی شده بودند بطور وسیعی مورد استفاده قرار گرفته‌اند.

راههای مناسبی برای کاهش مضرات این تلفن‌ها وجود دارد، از جمله استفاده از هدف‌نهایی که آنتن تلفن را دور از سر نگه می‌دارد، استفاده کمتر از تلفن موبایل و یا اجتناب از استفاده از این

تلفن‌ها در نواحی دارای سیگنال ضعیف(چون یک سیگنال ضعیف باعث می‌شود که گوشیهای مدرن توان انتشار یافته را بالا ببرد).

یک نتیجه دور از ذهن این است که امواج مایکروویو نه تنها مضر نیستند بلکه می‌تواند مفید نیز باشند. در سالهای اخیر تیمی به رهبری ویلیام راسل ادی در مرکز پزشکی لومالیندا در کالیفرنیا دریافتند که رشد تومور مغزی موشهایی که به مدت 2 ساعت در روز در معرض تابش قرار می‌گیرند، در مقایسه موشها، وقتی در معرض واکنش‌های شیمیایی منجر به سرطان واقع می‌شوند، کندتر است.

پس آیا ما باید فراموش کنیم که تلفن‌های موبایل باعث تومورهای مغزی و اثرات بیولوژیکی دیگری می‌شوند؟!

مالدر در این باره می‌گوید:"اگر این آزمایشات منجر به بروز سرطان در حیوانات در معرض تابش بالا نشده‌اند، پس می‌توان گفت که تابش امواج مایکروویودر انسان نیز منجر به بروز سرطان نمی‌شوند".

تحقیقات در این مورد هنوز ادامه و با پیشرفت دانش در این زمینه به نتایج محکمتری دست خواهیم یافت.

شاید هیچ یک از ما، این آزمایشات و نتایج را جدی نگیریم، ولی بهتر نیست برخی احتیاطها را بکار بریم؟!

متدلوژی

منابع

1-فیزیولوژی و آناتومی تألیف گاتیون جلد دوم

2-بیماریهای مغز و اعصاب و عضلات تألیف دکتر اکبر سلطان زاده

3-راهنمای پزشکی خانواده ترجمه احمد آرام جلد اول

4-الکترواسفاگرافی

5-Historical introduction to to EMF health effect "Engineering in Medical and Biology "IEEE. Magazine. Vol. 15, No, 4 July / Agust 1996.

6-فیزیک رایولوژی تشخیص جلد اول ترجمه حمید گورابی

7-فیزیک هالیدی جلد سوم

8-الکترومغناطیس میدان و موج نوشته دیوید چنگ

9-Biological Effect of Noneionizing Electromanetic Radition(NEMR)

10-R. Rowbottom and C. Susskind, "electricily and medicine", History of their intracrion, san francisco, CA: sanfrancisco press, 1984, PP.120-140.

11-K.H.Mild," occupational expoure to radio Frequency electromagnetic Fields". Proc. IEEE, 68: 12-17,1980.

12-"Get your head round this ",David concarFrom new scientists journal web

13-همراه با خط تلفن‌های همراه، ترجمه حجت‌الله باقریان، اطلاعات علمی شماره 258

14-Mobil phone radiation – brain cancer. 2-5 times health risk in humans. Internet.

15-BBC News Health Mobile phone "brain risk". Internet.

16-Priceeding of the IEEE jonuary 1995.

17-Characteristics of the SAR dostribution in an exposed head, "Engineering in Medicine and Biology "IEEE , vol. 44, No. 10, october 1996.

18-Effects on portable Antennas on the presence of a person "Engineering in Medicine and Biology".

19- Electromagnetic Absorbtion in the head and neck at 835 and 900MHZ "Engineering in Medicine and Biology".

20-P. J. Dimbylow and S. M. mann. "SAR calcuations and anatomically based realistic model of the head For mobile communication transcievers at 900MHZ and 1.8GHZ, "physics in medicine biology, vo1.39, 1994.

21- A study of the harder Anttenas and human body intraction. “Engineering in Medicine and Biology”.

22-N Antennas and their Appications in poryable handsets. “Engineering in Medicine and Biology”.

فهرست مطالب

عنوان **صفحه**

1-1-مقدمه
2-1-تاریخچه امواج الکترومغناطیسی
3-1-طیف امواج الکترومغناطیسی
4-1-نظریه موجی تشعشعات الکترومغناطیسی
5-1-نظریه ذره‌ای تشعشعات الکترومغناطیس
6-1-خصوصیات فیزیکی پرتوهای الکترومغناطیس
7-1-میدان مغناطیسی
8-1-اثرات و کمیت‌های بوجود آمده از میدان‌های الکترومغناطیسی
9-1-القاء میدان الکترومغناطیسی
10-1-منابع تابش فرکانس‌های رادیویی
11-1-منابع تابش الکترومغناطیس ساخته دست بشر
12-1-اثرات بیولوژیکی میدان‌های مغناطیسی یکنواخت
13-1-میدان‌های الکترومغناطیسی و سد خونی مغز
14-1-اثرات بیولوژیکی امواج رادیویی
15-1-خطرات استفاده از تلفن موبایل
16-1-طراحی تلفن موبایل

بخش چهارم ـ متدلوژی

4-1-مقدمه
4-2-مراحل
4-3-نتیجه‌گیری و بحث
منابع