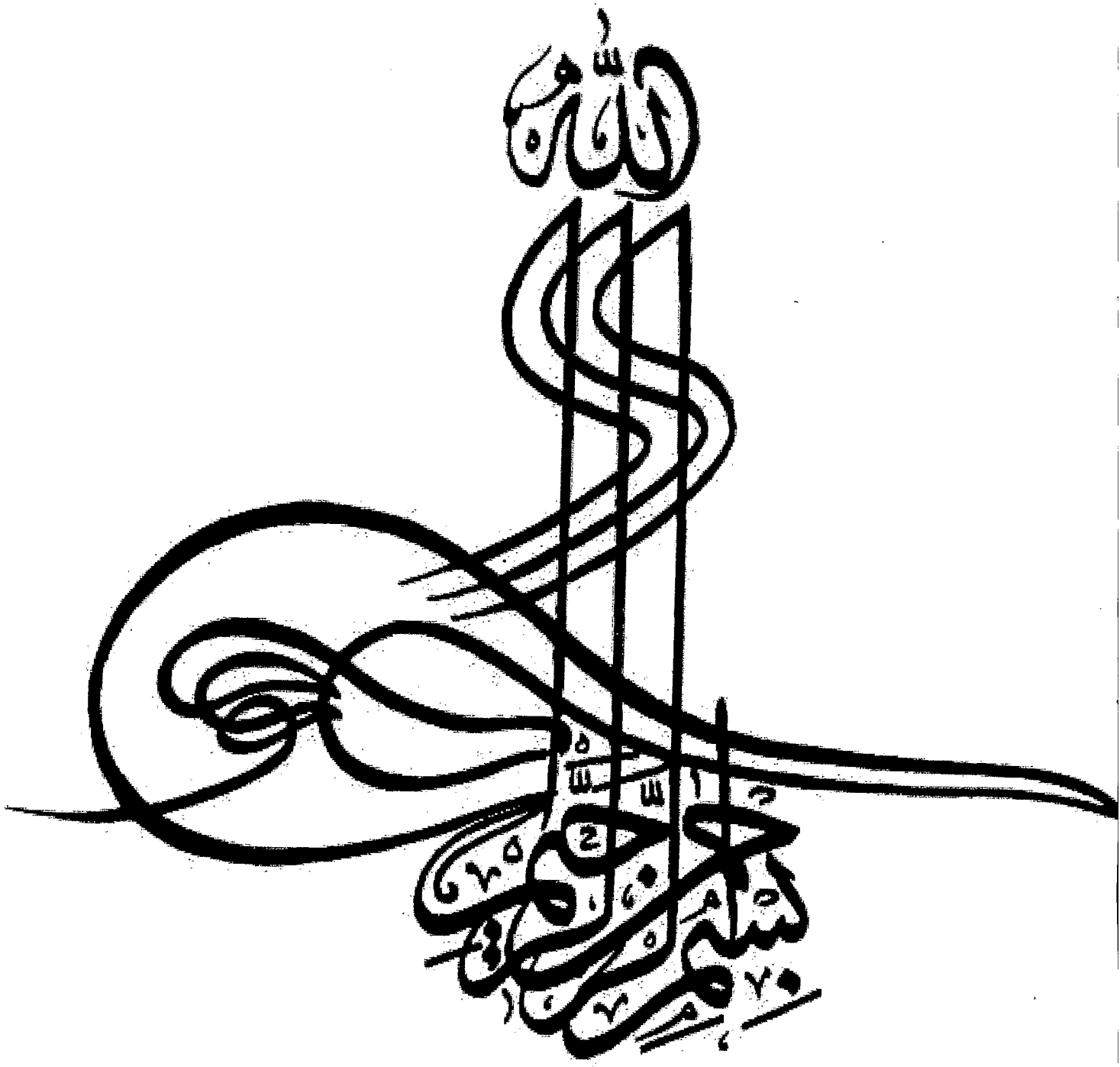


١٠٤٤٤٠

دانشگاه شیراز

دانشکده علوم

پایان‌نامه کارشناسی ارشد در رشته زیست شناسی (فیزیولوژی جانوری)

اثر امواج الکترومغناطیس بر مسیر نیتریک اکساید در اندوتلیوم عروق موش صحرایی

توسط

اقدس دهقانی

۱۳۸۷/۹۷/۲۳

استاد راهنما:

دکتر امین الله بهاءالدینی

تیر ماه ۱۳۸۷

۱۰۴۴۲۰

به نام خدا

اثر امواج الکترومغناطیس بر فعالیت مسیر نیتریک اکساید در اندوتلیوم عروق موش صحرایی

به وسیله‌ی

اقدس دهقانی

پایان نامه
ارائه شده به تحصیلات تکمیلی دانشگاه به عنوان بخشی
از فعالیت های تحصیلی لازم برای اخذ درجه کارشناسی ارشد

در رشته‌ی:

زیست شناسی- فیزیولوژی جانوری

از دانشگاه شیراز

شیراز

جمهوری اسلامی ایران

ارزیابی شده توسط کمیته پایان نامه با درجه: عالی
دکتر امین ا... بهاء الدینی، استادیار بخش زیست شناسی (رئیس کمیته).....
دکتر مصطفی سعادت، استادیار بخش زیست شناسی (استاد مشاور).....
دکتر سارا کشتگر، استادیار بخش فیزیولوژی دانشکده پزشکی (استاد مشاور).....

تیر ماه ۱۳۸۷

تقدیم به

مولایم امام زمان

باشد که این هدیه ناچیز را پذیرا باشد.

تقدیم به

پدرم

کلمه ای که همواره برایم واژه ای پر معنا و حامل آرامش خاطر بوده و هست و آن به دلیل این است که وجود پدر همیشه برایم تمثال استواری وستون اتکا در تمام مراحل زندگیم بوده و هست.

تقدیم به

مادرم

یاور همیشه پشتیبان و تنها سرمایه زندگیم این عنصر صبور، مقاوم، با گذشت و مهربان که شیو زیستن و اندیشیدن را به من آموخت باشد که قطره ای کوچک ازدریای محبتش را ارج نهاده باشم.

تقدیم به

به خواهر عزیزم و برادران خوبم

انگیزه های زندگیم که وجودشان گرمی بخش وجودم است.

سپاسگزاری

خداوند متعال را شاکرم که توفیق داد در خدمت اساتید ارجمند، پروژه حاضر را به انجام رسانده و از راهنماییهای علمی و اخلاقی ایشان بهره مند گردم.

از جناب آقای دکتر امین ا... بهاءالدینی، استاد راهنمای ارجمندم، که در تمام مراحل انجام این پروژه با صبوری و مهربانی و حمایتهای پدرانه خود مرا هدایت و راهنمایی کردند،کمال تشکر و قدردانی را دارم .

از سرکار خانم دکتر کشتگر و جناب آقای دکتر سعادت استاتید مشاورگرامیم، که همواره با تواضع فراوان مرا از دانش خود بهره مند ساختند، بی نهایت سپاسگزارم.

از جناب آقای دکتر جعفر وطن پرست که بر من منت نهادند و مسولیت نمایندگی تحصیلات تکمیلی ام را بر عهده گرفتند، صمیمانه قدردانی می کنم.

از اساتید بخش زیست شناسی و بخش فارماکولوژی دانشکده پزشکی خصوصاً دکتر مقرب و دکتر کوهپایه که دلسوزانه و بدون هیچ منتی، زحمات زیادی را تقبل کردند متشکرم.

همچنین از کارکنان بخش زیست شناسی و فارماکولوژی دانشکده پزشکی مخصوصاً دوست خوبم سرکار خانم اعظم باقری به خاطر تمامی زحماتشان سپاسگزارم.

از همه همکلاسی های خوبم سرکار خانم رضایی و قاسمی که در سختیهای این مسیر مرا یاری نمودند، تشکر می کنم.

در آخر لازم می دانم از پدر و مادر عزیزم، که در تمام مراحل زندگی برزگترین پشتوانه من هستند، سپاسگزاری کنم.

چکیده

اثر امواج الکترومغناطیس بر فعالیت مسیر نیتریک اکساید دراندوتلیوم عروق موش صحرایی

بوسیله اقدس دهقانی

در جامعه امروز، انسانها نا خواسته در معرض امواج الکترومغناطیس قرار گرفته اند که این میدان ها اثراتی روی فشار خون و سیستم قلب و عروق دارند از آنجاییکه مسیر مشخصی برای تغییر فشار خون در عروق توسط محققین گزارش نشده است بر آن شدیم تا در این آزمایش اثرمیدان الکترومغناطیسیِ رابرروی لایه اندوتلیال وتولید نیتریک اکسایدبررسی کنیم. در این آزمایش ۲۴ موش نر بالغ با وزن ۲۵۰ تا ۳۰۰ گرم به سه گروه تقسیم شدند. گروه ۱شامل ۸ موش که در جعبه سلونوئید و در معرض میدان الکترومغناطیس با شدت ۵۰۰ میکروتسلا به طور شبانه روزی قرار گرفتند.گروه ۲ شامل ۸ موش که مشابه گروه ۱ لیکن در معرض میدان با شدت ۱۰۰ میکروتسلا قرار گرفتند.گروه کنترل شامل۸ موش در شرایط معمولی آزمایشگاه نگهداری شدند. این گروها در شرایط ۱۲ ساعت تاریکی و ۱۲ ساعت روشنایی و دمای ۲۲ درجه سانتی گراد قرار داشتند. بعد از گذشت ۷ ماه موش ها توسط تزریق درون صفاقی پنتو باربیتال سدیم بیهوش شده و با دقت آئورت شکمی آنها جداشده و در محلول کربس قرارداده شد. پس از جداسازی بافتها و چربیهای اضافی، آنها را به قطعات ۵ میلی گرمی تقسیم کرده، هر حلقه را بطور عرضی و به وسیله هوک در Organ bath که شامل ۲۰ میلی لیتر محلول کربس است قرار دادیم هوک ها به ترانسدیوسری متصل بودکه بادستگاه power lab ارتباط داشت.پاسخ مکانیکی هر رگ طی مراحل زیر ثبت شد. ۱) استفاده ازدوزهای 10^{-10}تا10^{-5} فنیل افرین بعنوانα_1 اگونیست ۲) استفاده از دوزهای 10^{-9}تا10^{-4} استیل کولین ۳) بکار بردن L-NAME با دوز 10^{-4} بعنوان مهار کننده آنزیم نیتریک اکساید سنتاز ۴) تکرار مراحل ۱و۲. داده ها به روش ANOVA و با استفاده از تست دانکن و Repeated measuerment تجزیه وتحلیل شد. نتایج نشان داد پاسخ شل شدن به استیل کولین در گروه ۱ نسبت به دو گروه دیگر افزایش یافت. همچنین پاسخ انقباضی به فنیل افرین در گروه ۱ نسبت به دو گروه دیگر کاهش چشمگیر یافت. بنابراین می توان نتیجه گرفت که احتمالا قرار گرفتن درمعرض میدان الکترومغناطیس فعالیت رگ را بوسیله مسیرهای اندوتلیال و رسپتورهای آدرنرژیک تغییرمی دهد.

فهرست مطالب

عنوان **صفحه**

فصل اول مقدمه ۱

۱-۱ - میدان الکترومغناطیس(EMF) ۱

۱-۱-۱ – کلیات ۱

۱-۱-۲- منابع تولید میدان مغناطیسی ۳

۱-۱-۳- طیف امواج الکترومغناطیس ۴

۱-۱-۴- اثر امواج الکترومغناطیس ۵

۱-۱-۵- چگونگی اثرات بیولوژیکی میدان های مغناطیسی ۶

۱-۲- فشار خون ۷

۱-۳- ساختار عروق ۷

۱-۴- نیتریک اکساید (NO) ۹

۱-۴-۱- تاریخچه وخصوصیت نیتریک اکساید ۹

۱-۴-۲- تولید نیتریک اکساید ۱۰

۱-۴-۳- آنزیم نیتریک اکساید سنتاز ۱۰

۱-۴-۴- مکانیسم سنتز و عمل نیتریک اکساید ۱۱

۱-۵- عصب دهی عروق خونی ۱۳

۱-۱-۵- ناقل عصبی دستگاه عصبی خود مختار ۱۳

۱-۲-۵- گیرنده های دستگاه عصبی خود مختار ۱۳

فصل دوم مروری بر تحقیقات

۲-۱- اثرات امواج الکترومغناطیس روی قلب و عروق و فشار خون ۱۶

۲-۲- اثر امواج الکترو مغناطیس روی تولید نیتریک اکساید (NO) ۱۸

۲-۳- اثر امواج الکترو مغناطیس روی فشار خون از طریق مسیرهای وابسته به نیتریک اکساید (NO) ۱۶

عنوان **صفحه**

۲-۴- هدف و انگیزه ۲۱

فصل سوم مواد و روشها

۳-۱- وسایل ۲۳

۳-۲- مواد ۲۴

۳-۳- روش کار ۲۴

۳-۳-۱- دستگاه سلونوئید ۲۴

۳-۳-۲- نگهداری موش های آزمایشی ۲۵

۳-۳-۳- دستگاه ثبت فعالیت مکانیکی بافت های ایزوله ۲۶

۳-۳-۴- آماده سازی دوزهای مختلف دارو ۲۷

۳-۳-۵- تهیه محلول کربس ۲۷

۳-۳-۶- کالیبراسیون ۲۷

۳-۳-۷- جداسازی و تهیه حلقه های آئورت سینه ای ۲۸

۳-۴- تجریه و تحلیل آماری ۲۹

فصل چهارم نتایج

۴-۱- پاسخ دهی عروق جدا شده گروهای مختلف به فنیل افرین ۳۴

۴-۲- پاسخ دهی عروق جدا شده گروهای مختلف به استیل کولین ۳۹

۴-۳-پاسخ دهی عروق جدا شده به فنیل افرین در حضور L-NAME در هر گروه ۴۴

فصل پنجم بحث ونتیجه گیری

۵-۱- بحث ۵۱

۵-۲- نتیجه گیری کلی ۵۵

۵-۳- پیشنهادات برای تحقیقات آینده ۵۶

منابع ۵۷

فهرست جدول ها

عنوان و شماره **صفحه**

جدول شماره۴-۱- میانگین و خطای معیار پاسخ انقباضی (بر حسب گرم) به دوزهای مختلف فنیل افرین از دوز $۱۰^{-۱۰}$تا $۱۰^{-۵}$در حالت معمول..... ۳۵

جدول شماره ۴-۲- میانگین و خطای معیار پاسخ انقباضی (بر حسب گرم)به دوزهای مختلف فنیل افرین از دوز $۱۰^{-۱۰}$تا$۱۰^{-۵}$در حضور L-NAME با دوز $۱۰^{-۴}$ ۳۶

جدول شماره۴-۳- میانگین و خطای معیار پاسخ شل شدگی(بر حسب گرم)به دوزهای مختلف استیل کولین $۱۰^{-۹}$تا$۱۰^{-۴}$قبل از L-NAME..... ۴۰

جدول شماره 4-4- میانگین و خطای معیار پاسخ شل شدگی(بر حسب گرم)به دوزهای مختلف استیل کولین$۱۰^{-۹}$تا$۱۰^{-۴}$ بعد از L-NAME..... ۴۱

جدول شماره ۴-۵- میانگین وخطای معیار پاسخ به دوزهای مختلف فنیل افرین (از دوز $۱۰^{-۱۰}$تا $۱۰^{-۵}$) قبل و بعد ازL-NAME در گروه امواجی ۵۰۰ میکروتسلا..... ۴۴

جدول شماره۴-۶- میانگین وخطای معیار پاسخ به دوزهای مختلف فنیل افرین (از دوز $۱۰^{-۱۰}$تا $۱۰^{-۵}$) قبل و بعد از L-NAME در گروه امواجی ۱۰۰ میکروتسلا..... ۴۵

جدول شماره۴-۷- میانگین وخطای معیار پاسخ به دوزهای مختلف فنیل افرین (از دوز $۱۰^{-۱۰}$تا $۱۰^{-۵}$) قبل و بعد از L-NAME در گروه کنترل..... ۴۵

فهرست شکل ها

عنوان **صفحه**

شکل۱-۱- میدان الکترو مغناطیس از دو بردار عمود بر هم الکتریکی و مغناطیسی تشکیل شده است..... ۲
شکل ۱-۲- طیف های الکترو مغناطیس..... ۴
شکل ۱-۳- سنتز نیتریک اکساید از آرژنین..... ۱۰
شکل ۱-۴- آنزیم نیتریک اکساید..... ۱۱
شکل ۱-۵- مسیر تولید NO و عمل آن..... ۱۲
شکل۳-۱- دستگاه سلونوئید..... ۳۰
شکل ۳-۲- مجموعه Oragan bath متصل به Power lab..... ۳۰
شکل۳-۳- جراحی موش و باز کردن قفسه سینه..... ۳۱
شکل ۳-۴- جدا کردن آئورت شکمی..... ۳۱
شکل ۵-۳- جدا کردن چربیها و بافتهای اضافی آئورت شکمی..... ۳۱
شکل۶-۳- اتصال حلقه های آئورتی به قلاب ها..... ۳۱
شکل ۳-۷- گراف های ثبت شده از دستگاه Power lab..... ۳۲

فهرست نمودارها

عنـــوان **صـــفحه**

نمودار۴-۱- نمودار پاسخگویی انقباضی دوز های مختلف فنیل افرین با توجه به میانگین و خطای استاندارد ۳۷

نمودار ۴-۲- نمودار پاسخگویی انقباضی دوز های مختلف فنیل افرین با توجه به میانگین و خطای استاندارد ۳۷

نمودار ۴-۳- نمودار پاسخگویی انقباضی به دوزهای مختلف فنیل افرین با استفاده از تست Repeated measurement ۳۸

نمودار ۴-۴ - نمودار پاسخگویی انقباضی به دوزهای مختلف فنیل افرین در حضور L-NAME نمودار با استفاده از تستRepeated measurement ۳۸

نمودار ۴-۵- نمودار شل شدگی به دوزهای مختلف استیل کولین با استفاده از میانگین وخطای معیار ۴۲

نمودار ۴-۶- نمودار شل شدگی به دوزهای مختلف استیل کولین بعد از L-NAME با استفاده از میانگین و خطای معیار ۴۲

نمودار ۴-۷- شل شدگی به دوزهای مختلف استیل کولین با استفاده از تست Repeated measurement ۴۳

نمودار-۴-۸- شل شدگی به دوزهای مختلف استیل کولین در حضور L-NAME با استفاده از تست Repeated measurement ۴۳

نمودار ۴-۹- پاسخ به فنیل افرین قبل و بعد از L-NAME در گروه امواجی ۵۰۰ میکروتسلا ۴۶

نمودار ۴-۱۰- پاسخ به فنیل افرین قبل و بعد از L-NAME در گروه امواجی ۱۰۰ میکروتسلا ۴۶

نمودار ۴-۱۱- پاسخ فنیل افرین قبل و بعد از L-NAME در گروه کنترل ۴۷

نمودار ۴-۱۲- پاسخ فنیل افرین قبل و بعد از L-NAME در گروه امواجی ۵۰۰ ..... ۴۸

نمودار ۴-۱۳-پاسخ فنیل افرین قبل و بعد از L-NAME در گروه امواجی ۱۰۰ ..... ۴۸

نمودار ۴-۱۴- پاسخ به فنیل افرین قبل و بعد از L-NAME در گروه کنترل ۴۹

فصل اول

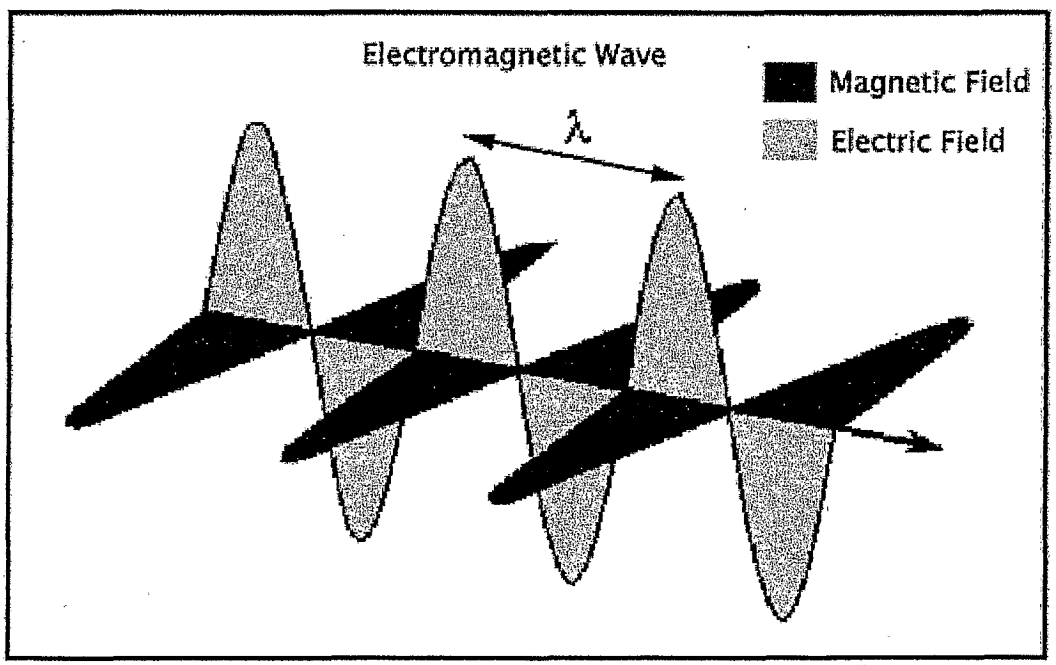
مقدمه

مقدمه

۱-۱ - میدان الکترومغناطیس(EMF)

۱-۱-۱ - کلیات

این میدان از ترکیب میدان الکتریکی و میدان مغناطیسی تشکیل شده است. میدان الکتریکی در اثر اختلاف ولتاژ، دفع و جذب بارهای الکتریکی بوجود می آید. میدان مغناطیسی در نتیجه حرکت بارهای الکتریکی تولید می شود.



شکل۱-۱- میدان الکترو مغناطیس از دو بردار عمود بر هم الکتریکی و مغناطیسی تشکیل شده است.

یکی از خصوصیات اصلی EMF[1] فرکانس و طول موج آن است فرکانس های مختلف با بافتها بیو لوژیکی از راههای مختلف اثر می گذارد. شدت میدان الکترومغناطیس بر حسب گوس یا تسلا بیان می شود.

موج های الکترو مغناطیس به صورت ذراتی به نام کوانتا یا (photons) هستند. کوانتاهای که فرکانس بالا و طول موج پایین دارند انرژی بیشتری دارند نسبت به آنهایی که فرکانس پایین و طول موج بالا دارند.

بعضی از موج های الکترو مغناطیس انرژی بالایی در هر کوانتوم دارند که قادر به شکستن باندهای بین مولکول ها می باشند مثل اشعه ایکس، گاما که توانایی شکستن باندهای کووالان را دارند آنها را تشعشعات یونیزان(ionizing radiation) می نامند.

میدانهای الکترو مغناطیسی که کوانتاهای قادر به شکستن باندهای بین مولکولی نمی باشند non-ionizing radiation می گویند(zinko, ۲۰۰۴).

۱-۱-۲- منابع تولید میدان مغناطیسی

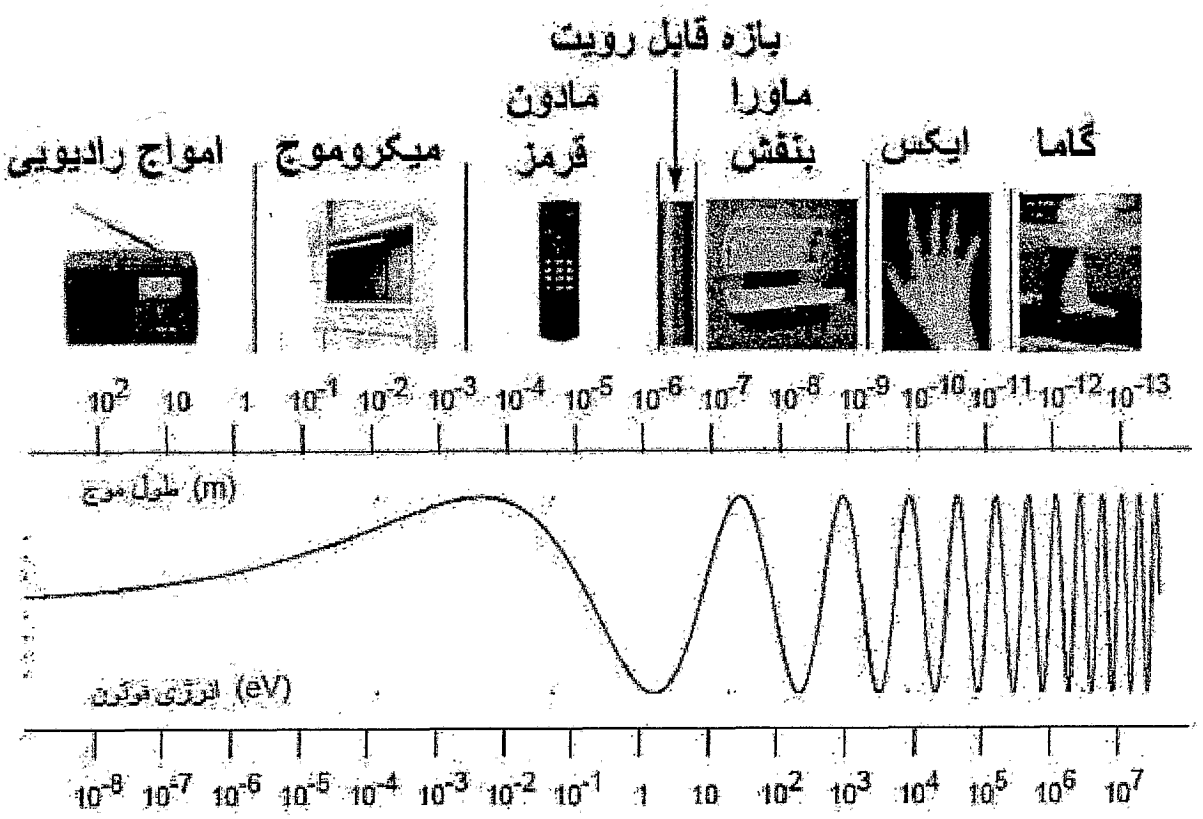
پیشرفت صنعت در جامعه بشری نیاز مبرم به استفاده از وسایل الکتریکی تولید کننده امواج الکترومغناطیس را افزیش می دهد افراد زیادی در معرض میدان های الکترو مغناطیس با شدت و فرکانس کم، متوسط و زیاد هستند. بعضی از این میدان ها به صورت طبیعی وجود دارند یا اینکه دست ساز بشر هستند.

میادین الکترومغناطیسی تولید شده توسط خورشید و ستاره های دور که دارای سرعت انتشار یکسان ولی طول موج و بسامد متغیر هستند، EMF طبیعی نامیده می شوندکه به دلیل نامنظم بودن پالس ها و نوسانات وفرکانس های متغیر، اثرات بیولوژیکی ندارند. میدان های الکترومغناطیس تولید شده توسط خطوط انتقال نیرو و وسایل برقی، EMF مصنوعی نامیده می شود که این نوع میدان ها دارای امواج سینوسی منظم وفرکانس ثابت می باشند و در نتیجه قادر به ایجاد اثرات بیولوژیکی در بافت زنده می باشند (Mc Auley, ۱۹۹۹).

[1] Electromagnetic field

۱-۱-۳- طیف امواج الکترومغناطیس

همانطور که در شکل نشان داده شده امواج بر اساس فرکانس وطول موج، طیف مختلفی دارند.



تصویر ۱-۲- طیف های الکترو مغناطیس

۱-۱-۴- اثر امواج الکترومغناطیس

امواج الکترو مغناطیس بر روی بافتهای زنده اثر دارند. نه تنها اثر آنها بر روی حیوانات و انسانها بررسی شده بلکه اثر آنها روی گیاهان هم تحقیق شده است(Marino and Becker, ۱۹۹۷).

ما در معرض میدان استاتیک زمین هستیم وقتی یک میدان الکترومغناطیس با فرکانس کم هم به آن اضافه شودکه مازاد بر میدان زمین است باعث رزونانس می شود در نتیجه ممکن است روی انتقال یون ها در غشای سلولی اثر بگذارد (www.greenFacts .org, ۲۰۰۴) .

یون های کلسیم باند شده در سطح غشای سلول درنگهداری و پایداری آن مهم است زیرا به نگهداری مولکو ل های فسفو لیپید به همدیگر کمک می کند. میدان الکترو مغناطیس ضعیف یو ن های کلسیم باند شده به غشای سلول را بر می دارد و باعث گسیختن آنها وافزایش سوراخ ها ی زود گذر می شود. ممکن است آنزیم DNAase از غشای لیزوزم تراوش کند و باعث قطعه قطعه شدن DNA شود. مثلا سلو ل های زاینده (Germ cells)که در معرض سیگنال مو بایل قرار گرفته اند باعث نقص ژنتیکی و عقیمی در سلول های نسل بعدی مثل اسپرم یا تخمک می شوند (Coldswalthy, ۲۰۰۷).

غشای سلولی به عنوان جایگاه اولیه اثر میدان الکترومغناطیس با فرکانس کم شناسایی شده که باعث تغییر درمولکول ها ومقدار بار الکتریکی آن می شود (Coldswalthy, ۲۰۰۷).

امواج الکترومغناطیس روی تمام دستگاههای بدن مثل دستگاه عصبی، ایمنی و قلب و عروق و بافتهایی مثل اندوتلیال اثر دارند. طبق مطالعات انجام شده امواج باعث کاهش فشار خون و ضربان قلب می شود.

(خسروانی فرد، ۱۳۸۲,۲۰۰۵ Takahashi, ۲۰۰۴, Graham, ۲۰۰۳, Muridi).

۱-۱-۵- چگونگی اثرات بیولوژیکی میدان های مغناطیسی

میدان مغناطیسی استاتیک روی سرعت واکنش های شیمیای که شامل رادیکال آزاد است اثر می گدارد. رادیکال آزاد شامل اتم یا مولکول غیر جفت شده است که واکنش پذیری بالایی دارد. و نیمه عمر آن در حد میکرو ثانیه است. در نتیجه رادیکال آزاد تولید شده توسط امواج الکترومغناطیس با عث تغییراتی در سطح سلول (شکستن DNA، موتاسیون، تداخل در سنتز پروتئین و تکثیر سلولی)می شود.

ذرات کوچکی به نام مگنتیک در بعضی ارگانیسم ها مثل باکتری، ماهی، پرندگان، زنبور عسل و حتی مغز انسانها وجود دارد به نظر می رسد در حیوانات این ذرات نقش مهمی در جهت یابی میدان مغناطیسی استاتیک زمین بازی می کنند. ممکن است میدان مغناطیسی با فر کانس کم روی این ذرات اثر بگذارد و باعث اثرات بیولوژیکی شود. این پدیده نیاز به میدانی با فرکانس ۵۰ تا ۶۰ هرتز وبالای ۱ میکرو تسلا دارد(۲۰۰۴ ,www.green Facts .org) .

میدان مغناطیسی با بارهای متحرک (مثل بارهای متحرک موجود در DNA و آنزیم ها) واکنش می دهد. به این صورت که میدان مغناطیسی باعث القا نیرویی در DNAمی شود اگر این نیرو به اندازه کافی قوی باشد می تواند باعث تغییر سرعت حرکت الکترون ها و تغییراتی در DNA شود. مخصوصاً توالی هایی ازDNA که غنی از سیتوزین و تیمین(به خاطر سرعت بالای الکترون ها در این بازها) هستند میدان می تواند یک نیروی دافع بزرگی در آنها ایجاد کند که باعث جداسازی زنجیره های DNA شود.

تحقیقات مختلف پیشنهاد می کند که امواج مغناطیسی اثرات کاهش در فشار خون را احتمالا از طریق مسیرهای مربوط به تولید اپینفرین یا نیتریک اکسایدانجام می دهند.
(Ohakobo, ۲۰۰۵, Okal, ۲۰۰۳) .

۱-۲- فشار خون

نیرویی از خون است که بر واحد سطح جدار رگ وارد می شود و بر حسب میلیمتر جیوه بیان می شود. دو عامل مهم در ایجاد فشار خون دخالت دارند:

۱-جریان خون

۲-مقاومت محیطی

مقاومت×جریان خون=فشار خون

(گایتون، ۱۳۷۹)

۱-۳- ساختارعروق

رگهای خونی از لایه های زیر تشکیل شده اند.

لایه داخلی : (tunica intima)

شامل لایه های از سلول های اندوتلیال است که توسط یک لایه زیر اندوتلیال متشکل از بافت همبند سست که بطور پراکنده حاوی سلولهای عضلانی صاف است پشتیبانی می شود. در شریانها لایه میانی به وسیله یک لایه الاستیک داخلی (خارجی ترین جزء لایه داخلی) از لایه داخلی جدا می شود این لایه که مرکب از الاستین است دارای شکاف هایی است که از طریق آنها مواد می توانند به داخل این لایه انتشار یافته و سلولهایی که در عمق قرار گرفته اند تغدیه نمایند.

اندوتلیوم فعالیت بیولوژیکی مختلفی دارد، این لایه بطور اساسی تون عضله صاف و رگ را به وسیله آزاد سازی فاکتور های مختلفی تنظیم می کند. بعضی از این فاکتورها با عث انقباض مثل اندوتلین، ترومبکسان و عده ای دیگر باعث انبساط رگ می شوند، مثل پروستاگلاندین ها، نیتریک اکساید

لایه میانی:(tunica media)

عمدتاً از لایه های متحد المرکز متشکل از سلول های عضلانی صاف تشکیل یافته است بین سلول های عضلانی صاف مقادیر متغیری از رشته های الاستیک، رشته های رتیکولر، پروتئوگلیکان ها و گلیکو پروتئین ها بطور پراکنده قرار گرفته اند. سلو لهای عضلانی صاف

منبع سلولی این ماتریکس خارج سلولی محسوب می شوند. در شریانها مدیا لایه نازکتر دیگری موسوم به لایه الاستیک خارجی دارد که آن را از لایه آدوانتیس جدا می کند.

لایه آدوانتیس : (tunica adventitia)

اساساً از رشته های کلاژن و الاستیک تشکیل شده لایه آدوانتیس به تدریج در امتداد بافت همبند عضوی که رگ از آن عبور می کند، قرار می گیرد.

شریان های اندازه متوسط عضلانی

شریان های عضلانی می توانند با انقباض یا انبساط سلول های عضلانی صاف لایه میانی میزان جریان خون اندام ها را تنظیم می کند.

شریان های بزرگ الاستیک

شامل آئورت و شاخه های بزرگ آن هستندکه به ثبات و پایداری جریان خون کمک می کنند این رگها به علت تجمع الاستین در لایه میانی رنگ مایل به زرد دارند، لایه داخلی آن در مقایسه با شریان های عضلانی ضخیم تر است لایه ادوانتیس در اینها نمو نیافته است.

لایه های الاستیک در یکنواخت کردن جریان خون نقش دارند. در طی انقباض بطن ها لایه های الاستیک شریان های بزرگ کشیده شده و باعث کاهش تغییر فشار می شود در خلال استراحت بطن ها فشار بطنی تا مقادیر بسیار پایین افت می کند ولی نیروی ارتجاعی ناشی از شریان های بزرگ، باعث حفظ فشار شریانی می شود (جان کوئیرا، ۲۰۰۳).

۱-۴- نیتریک اکساید (NO)

۱-۴-۱- تاریخچه وخصوصیت نیتریک اکساید

در سال ۱۹۸۰ Furchgott و Zawadzki مشخص کردند که استیل کولین باعث شل شدن می شود که این اثر فقط در رگ های دارای اندوتلیوم سالم اتفاق می افتد.

Ignaro درسال ۱۹۸۶پیشنهاد کرد فاکتور مشتق شده از اندوتلیوم[۲] (EDRF) همان نیتریک اکساید است. اکنون مشخص شده که اندوتلیوم به عنوان فاکتورهای فعال کننده رگ (وازواکتیو)شناخته شده و نقش مهمی در تن عروق بازی می کند.

نیتریک اکساید یک گاز پایدار با وزن مولکولی کم و چربی دوست است با توجه به این خصوصیات به راحتی از غشاهای بیولوژیکی مثل غشای سلولهای اندوتلیوم و عضله صاف انتشار می یابد.

NO هم به صورت اتوکرین روی سلولهای اندوتلیوم هم به صورت پاراکرین روی سلول های ماهیچه صاف اثر دارد.

[۲] Endothelium derived relaxing factor