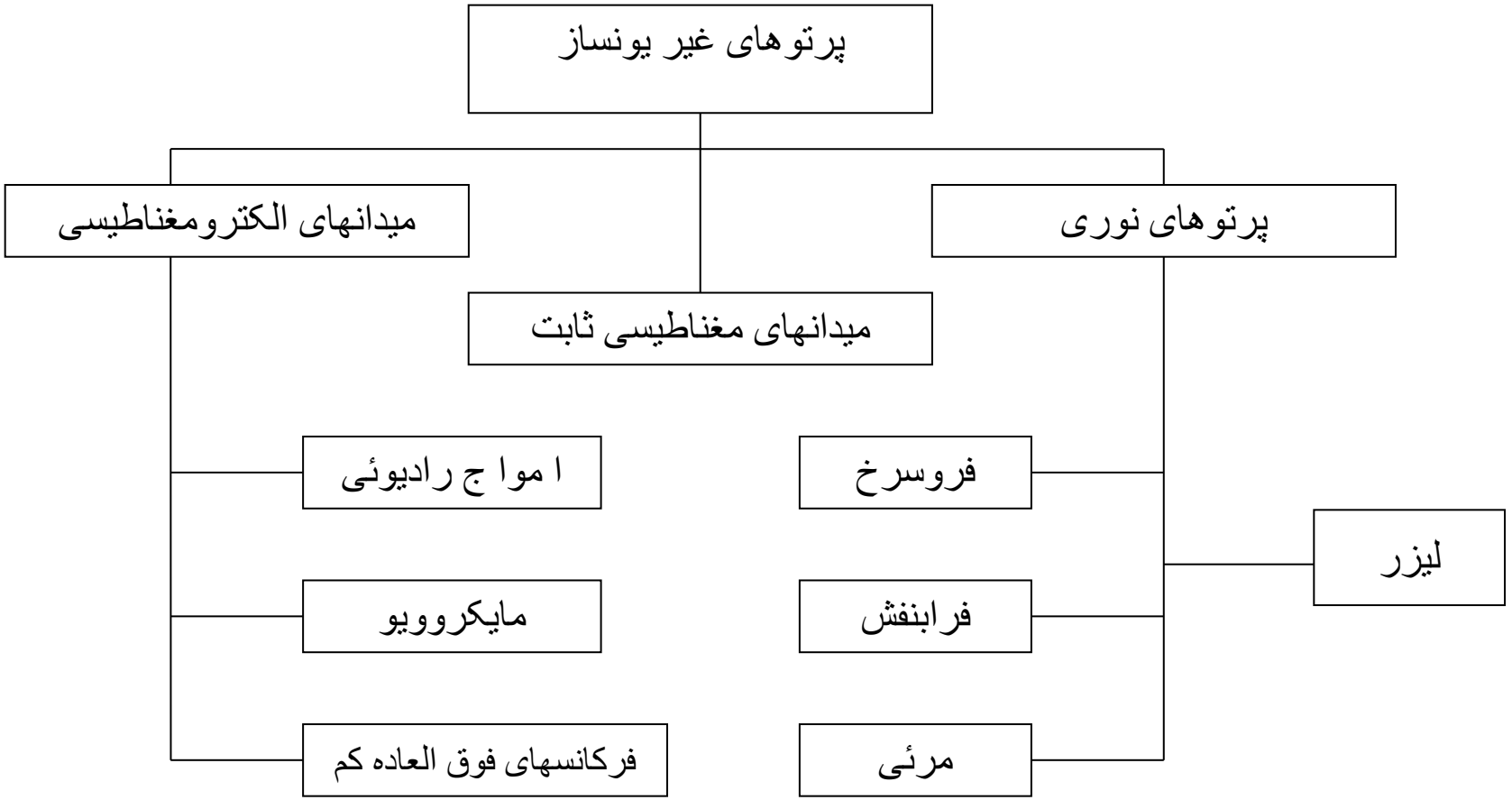
پرتوهاي غير يونساز

مقدمه

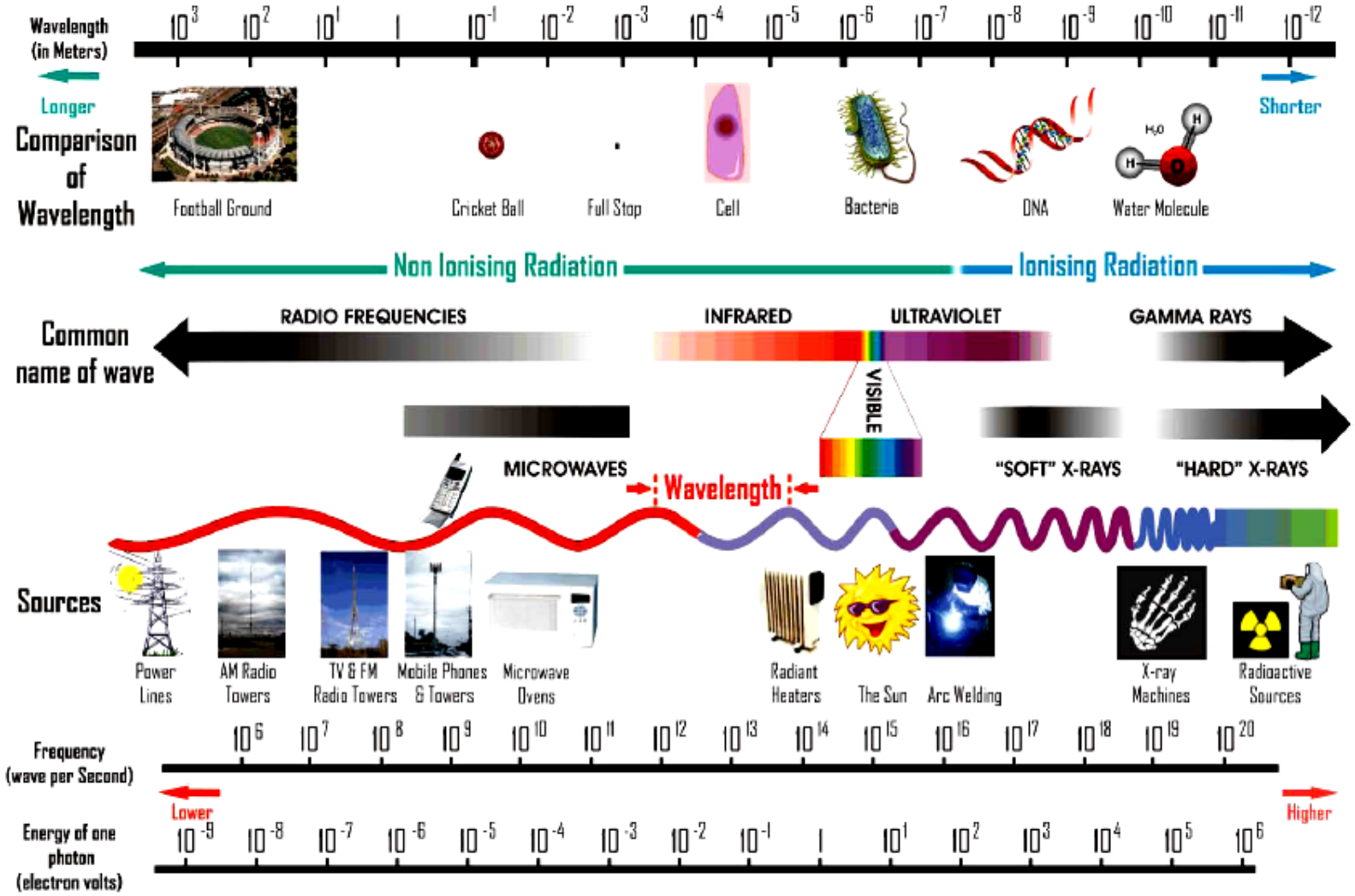
- عمدتا به صدا و پرتوهای الکترومغناطیسی با طول موج بیشتر از ۱۰۰ نانومتر پرتوهای غیر یونساز گفته می شود.
- همه این پرتوها با مواد تعامل هائی همچون عبور، انعکاس یا جذب دارند.
- غالبا در صورت جذب انرژی ، تولید حرارت می کنند.
- برای پرتوهای غیر یونساز واحد فیزیکی مورد استفاده شدت پرتو (وات بر سانتی متر مربع) در فرکانس های بالاتر از ۳ مگا هرتز واحد SAR (Specific Absorption Rate)
- بر حسب وات بر کیلو گرم استفاده میشود. این واحد بمیزان زیادی به فرکانس ، سایز، شکل و ترکیب ماده هدف وابسته است

پرتوهای غیر یونسازالکترومغناطیسی

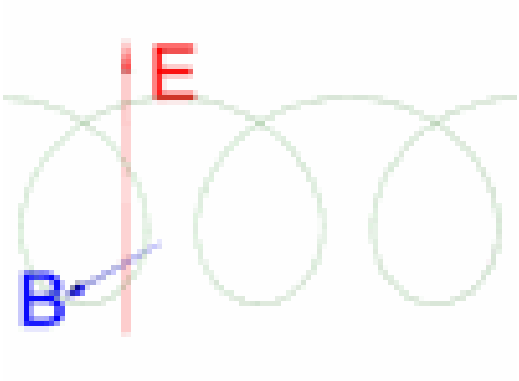


همه این پرتوها تابع قوانین فیزیکی مشابهی هستند. معمولا برای پرتوهای نوری ، طول موج و برای میدان های الکترومغناطیسی ، فرکانس ذکر می شود

THE ELECTROMAGNETIC SPECTRUM



ميدان های الکتریکی و مغناطیسي



ميدان مغناطيسي ثابت

- اين ميدان در هر نقطه از مكان ، با گذشت زمان مقدار ثابتي دارد.
- اين ميدان كه اغلب با كميت چگالي شار مغناطيسي (B) مشخص ميشود در اطراف آهنرباهاي دائمي و نيز در اطراف سيمهاي حامل جريان ثابت ايجاد ميشود.
- چگالي شار مغناطيسي: يك كميت برداري است كه نيروي اعمال شده بر يك بار يا بارهاي در حال حركت را تعيين مي كند. چگالی شار مغناطيسي برحسب واحد تسلا (T) بيان مي شــود. يك گاوس برابر با ۴-۱۰ (ده به توان منفی چهار) تسلا مي باشد.

ميدان مغناطيسي ثابت

- كره زمين مهم ترين منبع طبيعي توليد كننده ميدان مغناطيسي ثابت است.
- چگالي ميدان مغناطيسي در اطراف زمين بين ۳۰ تا ۷۰ ميكرو تسلا تغيير مي كند.
- سيستمهای (MRI , Magnetic resonance imaging) ، كابل هاي برق و ژنراتورهاي DC (مترو)، راكتورهاي هسته اي، شتابدهنده هاي ذرات ، جداكننده هاي ايزوتوپها و اسپكترومترهاي (Nuclear Magnetic Resonance) NMR مهم ترين منابع مصنوعي توليد كننده ميدان مغناطيسي ثابت هستند.
- در مراكز ساخت آهن رباهاي دائم و مراكز توليد مواد مغناطيسي نيز ميدان مغناطيسي ثابت وجود دارد.

حفاظت در مقابل ميدان مغناطيسي ثابت

- افرادي كه داراي ضربان ساز مصنوعي قلب هستند نبايد در ميدان قويتر از ۰,۵ ميلي تسلا قرار گيرند. (در موارد كمتر هم لازم است احتياط كنند وبه پزشك مراجعه نمايند)
- قرار گرفتن افرادي كه در بدن آنها پروتز هاي فلزي وجود دارد، در ميدانهاي مغناطيسي مي تواند خطرناك باشد.
- كليه افرادي كه در بدن آنها قطعات الكترونيكي وجود دارد، بايد احتياط كنند.

حفاظت در مقابل ميدان مغناطيسي ثابت

- در ميدانهاي مغناطيسي قويتر از ۳ ميلي تسلا ، خطر جابجا شدن و پرش وسائل فرومغناطيس موجود در محيط وجود دارد. لذا بايد از قرار دادن چنين وسائلي در اين ميدانها ممانعت شود.
- پرش وسائل فلزي و نوك تيز يا سنگين مي تواند بسيار خطرناك باشد.
- ساعتهاي آنالوگ، كارتهاي مغناطيسي و ديسكهاي كامپيوتري ممكن است در ميدان هاي يك ميلي تسلا و قوي تر آسيب ببينند

ميدان هاي الكترو مغناطيسي

- اين ميدانها شامل :

- ميدان هاي الكترومغناطيسي با فركانس فوق العاده كم (ELF)
- امواج راديوئي و مايكرويو (EMF)

طیف پرتوهای فرکانس رادیوئی

موج	طول موج (متر)	فرکانس	انرژی فوتون (ev)
ELF	$10^{7}-10^{6}$	3-300 (Hz)	$10^{-13}-10^{-12}$
ULF	$10^{6}-10^{5}$	300-3000 (Hz)	$10^{-12}-10^{-11}$
VLF	$10^{5}-10^{4}$	3-30 (kHz)	$10^{-11}-10^{-10}$
LF	$10^{4}-10^{3}$	30-300 (kHz)	$10^{-10}-10^{-9}$
MF	$10^{3}-10^{2}$	300-3000 (kHz)	$10^{-9}-10^{-8}$
HF	$10^{2}-10$	3-30 (MHz)	$10^{-8}-10^{-7}$
VHF	$10-1$	30-300 (MHz)	$10^{-7}-10^{-6}$
UHF	$1-10^{-1}$	300-3000 (MHz)	$10^{-6}-10^{-5}$
SHF	$10^{-1}-10^{-2}$	3-30 (GHz)	$10^{-5}-10^{-4}$
EHF	$10^{-2}-10^{-3}$	30-300 (GHz)	$10^{-4}-10^{-3}$

ميدانهاي الكترومغناطيسي با فركانس فوق العاده كم

- اين ميدان ها شامل:
  - ميدان هاي الكتريكي با فركانس كمتر از ۳۰۰ هرتز

ميدانهاي الكتريكي

- اختلاف پتانسيل دو سر سيم باعث ايجاد جريان الكتريكي در سيم شده و ميدان الكتريكي نيز در اطراف سيم ايجاد مي كند.
- هر چه ولتاژ بيشتر باشد، ميدان الكتريكي قوي تري توليد مي شود.
- از آنجا كه در غياب جريان الكتريكي اختلاف پتانسيل ميتواند وجود داشته باشد، لازم نيست كه حتما وسيله برقي روشن باشد تا در اطراف آن ميدان الكتريكي وجود داشته باشد.

ميدانهاي مغناطيسي

- ميدان مغناطيسي فقط در صورتي كه جريان الكتريسيته وجود داشته باشد پديد مي آيد.
- در صورت وجود جريان هر دو ميدان الكتريكي و مغناطيسي تواما وجود دارند.
- هر چه جريان بيشتر باشد ميدان مغناطيسي قويتر است.
- در انتقال و توزيع برق ولتاژهاي بالا و در وسائل خانگي ولتاژهاي نسبتا كم بكار ميرود.
- با تغيير توان برق مصرفي ، شدت جريان تغيير ميكند ولي ولتاژ برق ثابت مي ماند.
- وسائل برقي كه با برق شهر كار مي كنند ، از مهمترين منابع توليد كننده ميدانهاي الكتريكي و مغناطيسي مي باشند.
- ولتاژ و جريان برق شهر متناوب هستند وفركانس تغييرات آنها ۵۰ هرتز است.

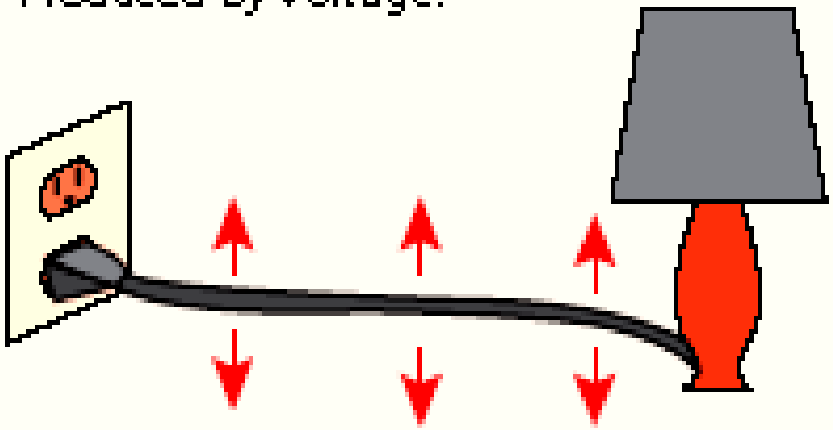
ميدانهاي مغناطيسي (ادامه)

- در اطراف خطوط انتقال هوائي ، با افزايش فاصله از سيم مركزي، شدت ميدان الكتريكي به سرعت كاهش مي يابد.
- ميدان مغناطيسي كابل هاي برق فشار قوي زير زميني يا هوائي كه جريان هاي الكتريكي يكساني دارند توزيع هاي بسيار متفاوتي دارند. ميدان ناشي از خطوط انتقال زير زميني درست در بالاي كابل قوي است و با افزايش فاصله از كابل به سرعت كاهش مي يابد.
- شدت ميدان مغناطيسي با افزايش فاصله از دستگاه برقي بشدت كاهش مي يابد.
- خطوط انتقال محلي و خطوط سيم كشي داخل منازل، باعث افزايش ميدان مغناطيسي در داخل منازل مي شود (معمولا چگالی شار مغناطيسي حاصل بين ۰/۱۰ تا ۲/۰ ميكروتسلا يا شدت ميدان مغناطيسی بين ۸ تا ۱۶۰ ميلي آمپر بر متر است)
- در مجاورت پستهاي برق محلي نيز چگالی شار ميدان در حدود چند ميكرو تسلا وجود دارد.

A Comparison of Electric and Magnetic Fields

Electric Fields

- Produced by voltage.

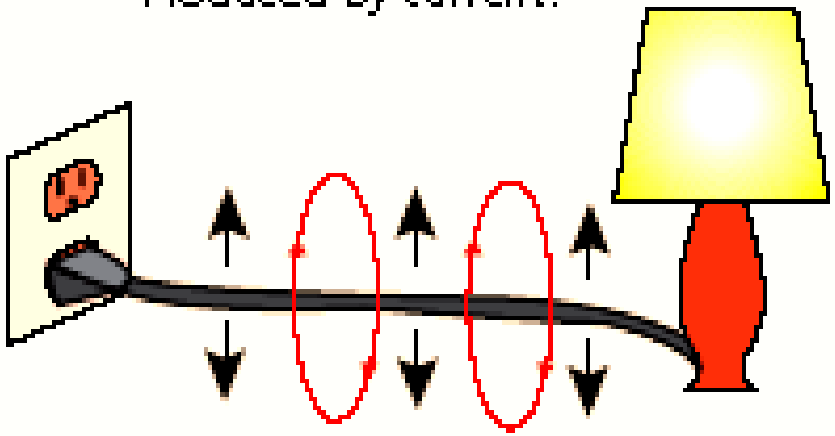


Lamp plugged in but turned off. Voltage produces an electric field.

- Measured in volts per meter (V/m) or in kilovolts per meter (kV/m).
- Easily shielded (weakened) by conducting objects such as trees and buildings.
- Strength decreases rapidly with increasing distance from the source.

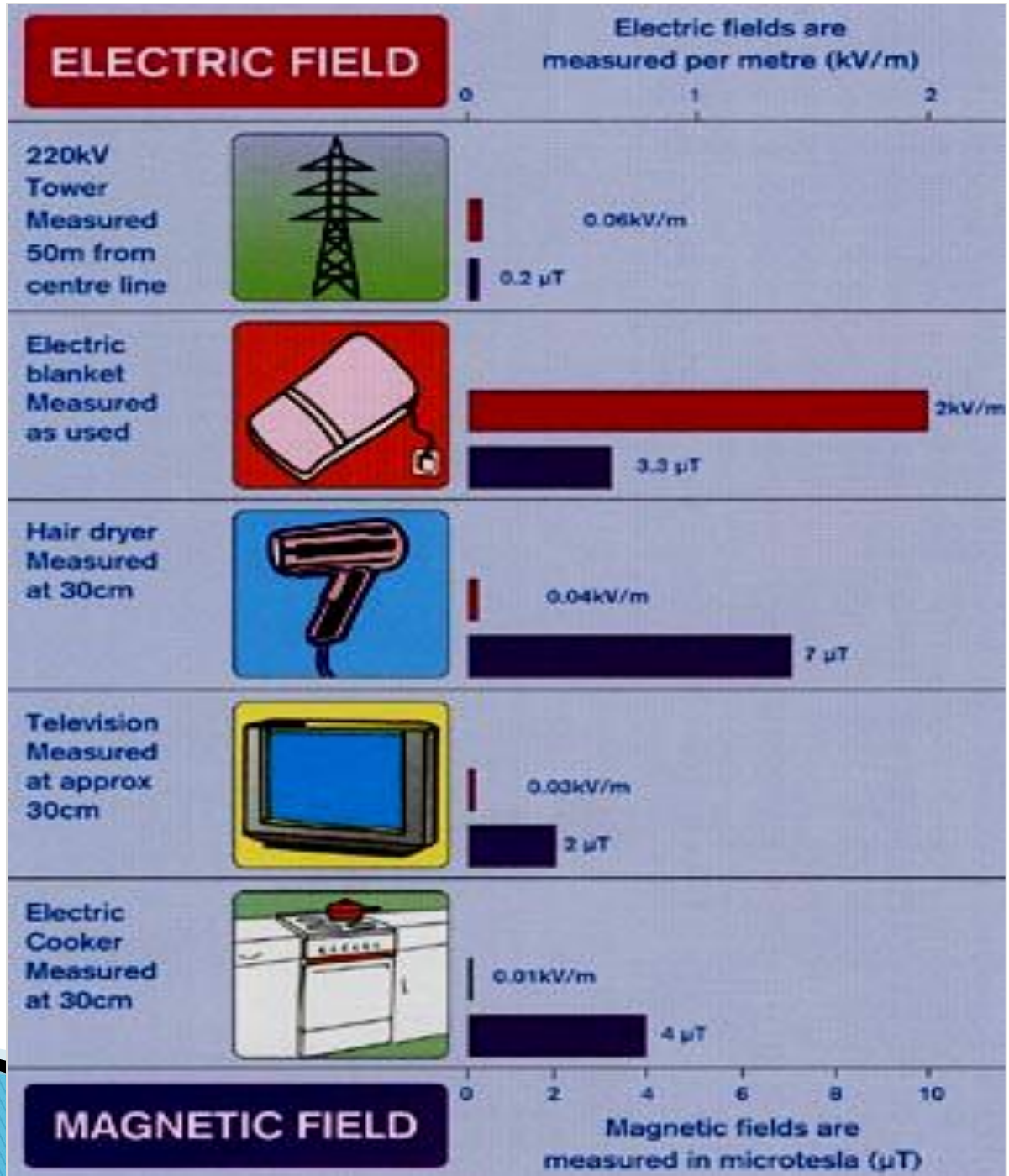
Magnetic Fields

- Produced by current.



Lamp plugged in and turned on. Current now produces a magnetic field also.

- Measured in gauss (G) or tesla (T).
- Not easily shielded (weakened) by most material.
- Strength decreases rapidly with increasing distance from the source.


ELECTRIC FIELD
Electric fields are measured per metre (kV/m)
0
1
2
220kV Tower Measured 50m from centre line
0.06kV/m
0.2 µT
Electric blanket Measured as used
2kV/m
3.3 µT
Hair dryer Measured at 30cm
0.04kV/m
7 µT
Television Measured at approx 30cm
0.03kV/m
2 µT
Electric Cooker Measured at 30cm
0.01kV/m
4 µT
0
2
4
6
8
10
MAGNETIC FIELD
Magnetic fields are measured in microtesla (µT)

اثرات

- نظر به اینکه انرژی این میدان ها بسیار کم است اثرات آن بر انسان تا کنون بطور قطع روشن نشده است.
- ولی در گزارشات مختلف اثراتی همچون:
- لوسمی کودکان و سایر سرطان ها
- سرطان پستان
- سقط جنین
- افسردگی
- خودکشی
- اختلال در خواب
- آلزایمر و..

حفاظت در برابر خطرات ميدانهاي الكترومغناطيسي با فركانس فوق العاده كم

- بوسيله حفاظ مناسب (مخصوصا فلزي) ميتوان شدت ميدان الكتريكي را كاهش داد)
- ميدانهاي مغناطيسي از اغلب مواد عبور ميكنند لذا ميدانهاي مغناطيسي خطوط زير زميني به اندازه ميدان الكتريكي ناشي از آنها تضعيف نمي شود.
- جريان هاي القائي در وسائل و اشياء ميتواند ايجاد شوك و يا سوختگي كند. در ميدانهاي الكترومغناطيسي عايق هاي الكتريكي موجب كاهش جريان الكتريسيته بين بدن و زمين مي شود.
- با پوشيدن كفش جريان الكتريسيته بين بدن و زمين به حدود نصف كاهش مي يابد.

مواد حفاظتي ميدانهاي H و E

- مواد حفاظتي ميدانهاي الكتريكي عبارتند از نقره ، مس ، طلا ، آلومينيوم ، برنج ، برنز قلع ، سرب و پلي مرهاي هدايتي مي باشند. اين مواد با هم تركيب و مخلوط شده پلاستيك هاي Electroless Plated (مس يا نيكل) ، پلاستيك هاي كامپوزايت و رنگهاي هادي را تشكيل مي دهند.
- مواد حفاظتي در برابر ميدان مغناطيسي عبارتند از آهن ، بعضي از انواع فولاد زنگ نزن ، و آلياژهاي آهن – كبالت و آهن نيكل .

مقررات كار در ميدانهاي الكترومغناطيسي با فركانس فوق العاده كم

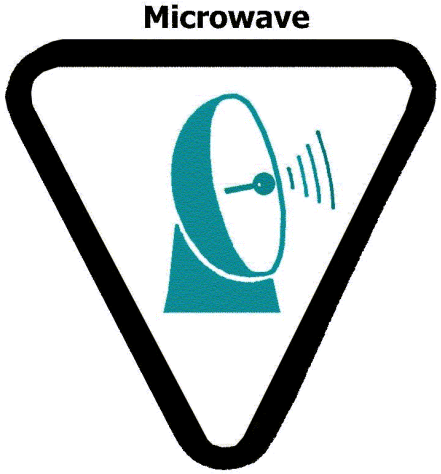
- در ايران كاربرد برق با فركانس فوق العاده كم بايد به گونه اي باشد كه شدت ميدان هاي الكتريكي و مغناطيسي در محل كار افراد و نيز محل هاي غير شغلي و عمومي از حدود مجاز تجاوز نكند.
- ضمنا براي كابلهاي فشار قوي نيز در سال ۱۳۴۲ حريمي تعيين شده است. در حريم درجه يك و دو كابل هاي برق هيچگونه ساختمان سازي صورت نگيرد. در حريم دو كشاورزي و راه سازي بلامانع است.

حريم كابلهاي فشار قوي

ولتاژ به كيلو ولت	فاصله حريم درجه يك بر حسب متر	فاصله حريم درجه دو بر حسب متر
١ تا ٢٠	٣	٥
٣٣	٥	١٥
٦٣	١٣	٢٠
١٣٢	١٥	٣٠
٢٣٠	١٧	٤٠
٤٠٠ تا ٥٠٠	٢٠	٥٠
٧٥٠	٢٥	٦٠

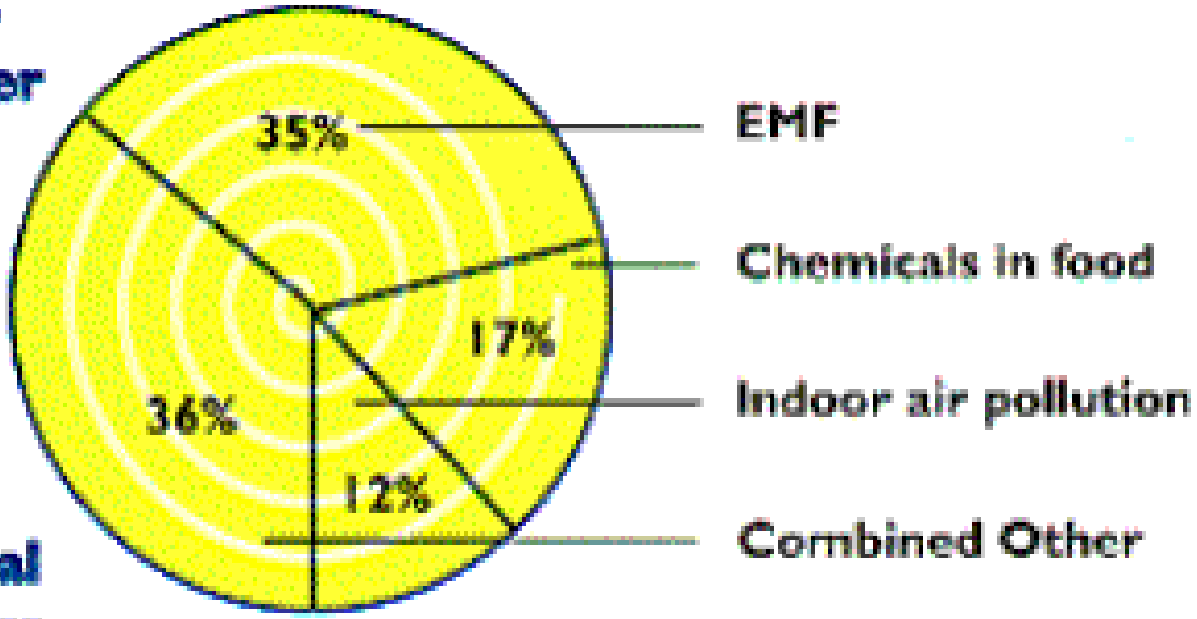
در آمريكا حداقل فاصله تا خطوط انتقال برق ٧۶۵ كيلوولت ٣۵٠ فوت (تقريبا [illegible] متر) می باشد
(حريم درجه ١)

ميدان های راديوئي و ميكروويو



ضرورت توجه به EMF

According to the newspaper USA Today, 35% of Americans rank EMF as their number one environmental health concern. (January 1993)



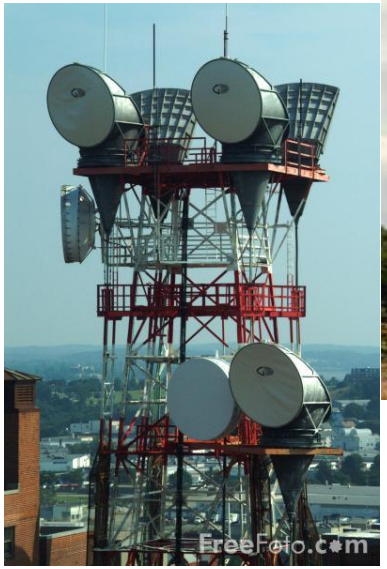
ميدان هاي راديوئي و مايكروويو

- اين ميدانها شامل ميدانهاي الكتريكي و مغناطيسي با فركانس ۳۰۰ كيلوهرتز الي ۳۰۰ گيگاهرتز هستند. اين ميدانها هميشه تواما وجود دارند و ميدانهاي الكترومغناطيسي (EMF) خوانده مي شوند.

منابع

منابع باز

- منابعي هستند كه پرتو را مستقيما به محيط اطراف ارسال ميكنند (انواع آنتن هاي مخابراتي و موبايل، رادار، تلفن همراه و..)



منابع

منابع بسته

- منابعي هستند كه ارسال پرتو آن ها به محيط عمدي نيست، اما هنگام كار در اطراف آنها پرتوهاي راديوئي و ماكروويو وجود دارد (فرهاي مايكروويو، دستگاههاي جوش يا ذوب راديوئي و غيره)

منابع محیطی

منابع پر توان که دارای شدت ۱وات بر متر مربع در فاصله ۱۰۰ متری از منبع می باشند شامل :

فرستنده های رادیویی

فرستنده های UHF وVHF تلویزیونی

رادار های کنترل ترافیک هوایی

رادارهای جوی

سیستم های ارتباطی نظیر : ترمینالهای زمینی ارتباطات ماهواره ای

منابع کم توان که دارای شدت ۱۰ وات بر متر مربع یا کمتر در فاصله۱۰ متری از منبع می باشند شامل :

سیستم هایی بر پایه میکروویو که در ارتباطات تلفنی ، تلویزیون های کابلی و اجاق های مایکروویو مورد استفاده قرار می گیرند .

تابش های شغلی و پزشکی

در یکسری از فعالیت های صنعتی امواج رادیویی برای گرم کردن مواد دی الکتریک مورد استفاده قرار می گیرند به طور مثال برای خشک کردن پلاستیک ها

بیشتر کارکنان مربوط به سیستم های ارتباطی و رادار در برابر میدان هایی با شدت کم قرار می گیرند .

کارکنان اتاق های فرستنده های رادیویی و محل های نزدیک به پایه برج های فرستنده معمولا در برابر شدت میدان کمتر از ۱ وات بر متر مربع قرار دارند ولی کارکنان برج های تلویزیونی FM می توانند در معرض میدان های به شدت بالا قرار گیرند .

اثرات

اثرات حرارتی : اولین مکانیسم برخوردی این دسته از پرتوها با ماده ایجاد تحریک در چرخش و یا نوسان مولکولی (همچون آب) است که باعث افزایش گرمای بافت می شود. (اندام های بحرانی سیستم اعصاب مرکزی، چشم و پوست است)

اثرات غیر حرارتی: در این صورت ساختار مولکولی مستقیما با مکانیسم های اثر مولکولی، عدم توازن و اثر میدان های الکتریکی و مغناطیسی تحت تاثیر قرار گرفته و باعث تغییرات سلولی می شود.

بر اساس استاندارد OSHA ، برای کار ۴۰ ساعت در هفته حد مجاز ۱۰ میلی وات بر سانتی مربع و برای کار طولانی مدت ۱ میلی وات بر سانتی متر مربع می باشد.

حفاظت

- دو عبارت در این بخش وجود دارند که شامل:
- RFSP : این عبارت به کلیه برنامه های حفاظت در برابر امواج رادیویی اطلاق می شود
- RFSO :این عبارت به کلیه کارکنان و ماموران حفاظت در برابر امواج رادیویی اطلاق می شود .

طبقه بندی حفاظت

RFSP با توجه به شرایط پرتو دهی ۴ طبقه را به عنوان استاندارد برای هر فعالیت مشخص نموده است .

Category 1 : این طبقه در شرایطی لحاظ خواهد شد که ویژگی های بهره برداری از منابع سبب تجاورز RF از حدود مجاز خود نشود .

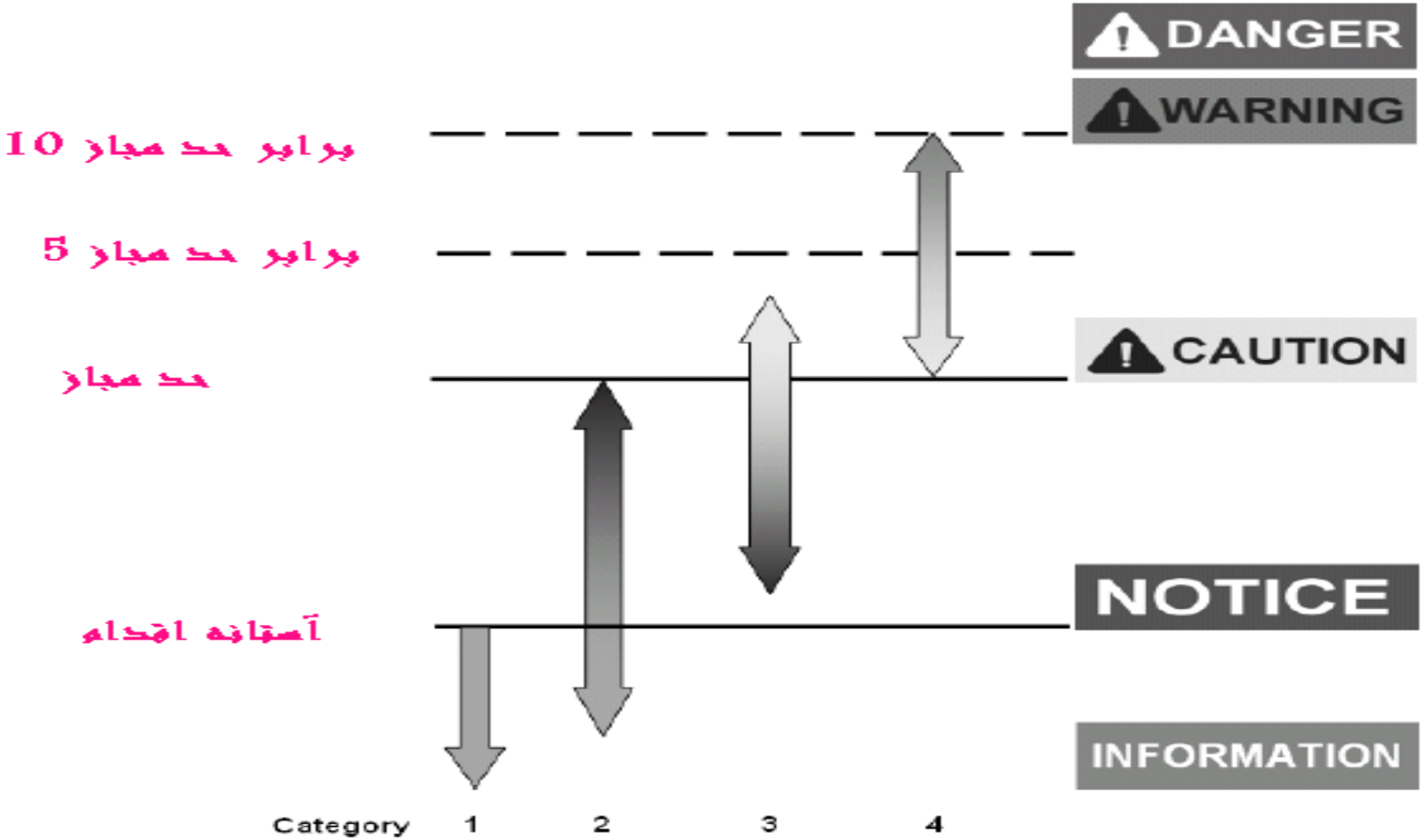
Category 2 : این طبقه در شرایطی لحاظ خواهد شد که ویژگی های بهره برداری از منابع سبب تخطی از میزان فعالیت مجاز شود اما این مسئله بر روی میزان پرتودهی مجاز در مناطق قابل دسترسی تاثیری نداشته باشد

طبقه بندی حفاظت

Category 3 : این طبقه در شرایطی لحاظ خواهد شد که امکان تجاوز از حدود مجاز پرتودهی در مناطق قابل دسترسی در صورت استفاده از کنترل های ملایم عملی نمی باشد .

Category 4 : این طبقه در شرایطی لحاظ خواهد شد که پرتو دهی در مناطق قابل دسترسی از میزان مجاز خود تجاوز نماید .

طبقه بندی حفاظت



Category 4	Category 3	Category 2	Category 1	RFSP Elements
۱-اجرایی و اداری				
❊	❊	X	–	۱-۱ سیاست
❊	❊	X	–	۱-۲ برنامه سرپرستی
❊	❊	X	–	۱-۳ نگهداری اسناد و مدارک
❊	❊	X	–	۱-۴ کارگران مشمول
X	X	X	–	۱-۵ کمیته ایمنی امواج رادیویی
–	X	X	–	۱-۶ آماده سازی برای تجهیزات منابع RF

RFSP Elements	Category 1	Category 2	Category 3	Category 4
۲- اطلاعات مربوط به خطرات بالقوه امواج رادیویی				
۲-۱ فهرستی از منابع **RF** و موقعیت های پرتودهی بر طبق طبقه بندی **RFSP**	–	X	❊	❊
۲-۲ تخمین میزان پرتودهی	–	X	❊	❊
۳- کنترلها				
۳-۱ کنترلهای مهندسی				
۳-۱-۱ شکل و ترتیب تجهیزات	–	X	۷	–
۳-۱-۲ مانعهای فیزیکی	–	X	۷	❊

Category 4	Category 3	Category 2	Category 1	RFSP Elements
				۳-۲ کنترلهای اجرایی
❊	❊	❊	–	۳-۲-۱ استفاده از نشانه ها
❊	X	–	–	۳-۲-۲ تمرینات ایمنی کار
❊	X	–	–	۳-۲-۳ استفاده از برنامه های قفلهای خارجی
–	X	–	–	۳-۲-۴ کنترل قدرت منابع
–	X	❊	–	۳-۲-۵ میانگین زمان
❊	❊	X	–	۳-۲-۶ پایش کارکنان و یا مناطق

Category 4	Category 3	Category 2	Category 1	RFSP Elements
۴- تجهیزات حفاظت شخصی				
X	X	–	–	۴-۱ انتخاب **PPE** مناسب
X	X	–	–	۴-۲ نگهداری و بازرسی
۵- آگاهی ها و شناخت				

حفاظت در برابر پرتوهای رادیوئی و ماکرویو

کنترل هاي مهندسي

- قسمتي از اصول کنترل مهندسي شامل:
  - قفل کردن
  - حفاظ گذاري
  - محصور کردن
  - اتصال بزمين يا wave guide مي باشد.
- قفل :
  - طراحي خوب شامل قفلهاي Fail- safe ، آشکار سازهاي تشخيص نشت ، و آژير صوتي وديدني مي باشد.
  - قفل هاي محدود کننده بايد روي آنتن نصب شود تا از پرتوتابي در زوايائي که براي کارکنان خطرناك است جلوگيري شود.
  - نگهداري و تعميرات بايد بگونه اي برنامه ريزي شود تا سيستم ايمني بطور دوره اي مورد ارزيابي قرار گيرد.

حفاظ گذاري

- مكانيسم حفاظت در برابر مايكروويو شامل بازتاب ، جذب (تضعيف)، و بازتاب داخلي مى باشد.
- بازتاب در نتيجه عدم تطابق امپدانس در مرز دو محيط بوجود مي آيد و معمولاً مستقل از ضخامت بازتاب دهنده است.
- عاملي بنام اثر بخشي حفاظ [۱](SE) براي تعيين اثر بخشي ماده حفاظتي ناشي از بازتاب ، جذب و بازتاب داخلي بكار برده مي شود.
- SE برحسب دسي بل بيان شده ، و SE خوب تا عالي در اثر كاهش ۶۰ الي ۱۰۰ دسي بل مي باشد.

[1] – Shielding efficiency

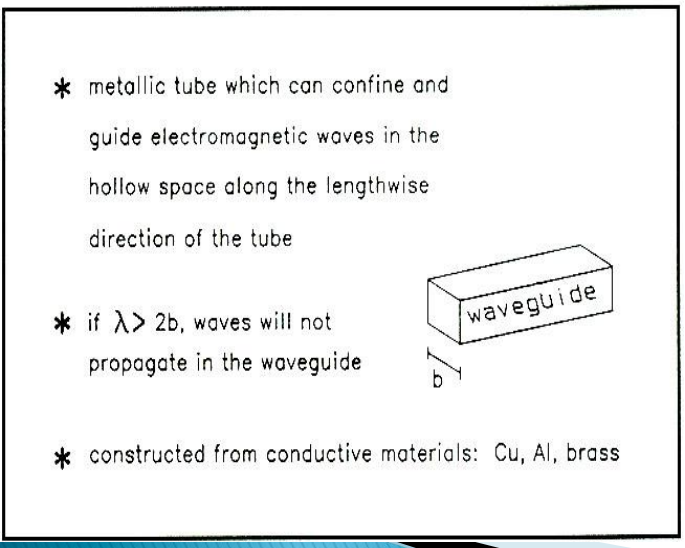
محفظه ها

- محفظه ها براي كاهش نشت و نفوذ ميدانهاي RF بكار برده مي شوند در طراحي يك محفظه دقت خاص بايد بكار برد تا ماده حفاظتي مناسب ، مواد براي درزبندي ، پانل ها ، فلانژ ، ورقه هاي پوششي ، درها، تهويه ، كابل هاي رابط انتخاب شود و اتصال بزمين نيز انجام گيرد.

موج بر زير فركانس قطع[۱] (WBC)

[1] Waveguide Bellow Cut off

- موج بر، يك لوله فلزي توخالي است (دايره اي ، مستطيلي ، يا مربعي) كه براي محدود كردن و انتشار امواج و الكترو مغناطيس در جهت خاص بكار مي رود.
- هنگامي كه طول موج بيش از عرض موجبر باشد ميزان تضعيف متناسب با نسبت طول به عرض است. بنابراين ، طويل كردن يا كاهش عرض موجبر ميزان تضعيف را افزايش مي دهد. در نتيجه نشت از شكاف كاهش يافته و اثربخشي حفاظتي بهبود مي يابد اگر طول موج بزرگتر از دو برابر عرض يك موجبر مستطيلي b c باشد. امواج بصورت نمائي در موجبر كاهش مي يابند.



لباسهاي حفاظتي

- ماده اوليه اين لباسها پشم يا نايلون است كه با فلزات خيلي هادي مانند نقره و يا با نخ هاي فولاد ضد زنگ بافته مي شود .
- اگر رشته هاي فلزي در جهت عمود قرار گيرد، حساسيت قطبي از خود نشان مي دهند، يعني ، اثر بخشي حفاظتي هنگامي كه بردار ميدان E بموازات رشته ها است بيشترين مقدار مي باشد.
- طرح بهينه شبكه ، هنگامي است كه رشته ها موقعيت هاي عمودي و افقي را اشغال مي كنند.
- از اين لباسها بايد به احتياط استفاده كرد زيرا مقاومت شان در مقابل شعله كم است و احتمال جرفه زدن و تشكيل امواج ساكن وجود دارد.
- احتمال نشت در بازشو لباس مثلاً ناحيه زيپ بيشتر است.

كنترل هاى اداري و فني

- كنترل هاي اداري شامل:
- دقت در خريد منابع مورد نظر
- كنترل زمان پرتوگيري
- افزايش فاصله بين منبع و كارگران (هر چند اين را با اصول مهندسي مي توان انجام داد)
- محدود كردن ورود به اتاق تشعشع
- و قرار دادن علائم آگاهي دهنده مي باشد.

حفاظت (فرهای میکروویو)

- با توجه به حفاظهاي اطراف ، معمولا شدت اين ميدان ها كم است. و معمولا خطري براي انسان ندارد (البته در صورتي كه فر سالم و استاندارد باشد).
- اين امواج ضعيف براي كساني كه از ضربان ساز قلب يا تجهيزات الكترونيكي در بدن استفاده ميكنند ، ميتواند مضر باشد لذا بايد احتياطات لازم مبذول شود.
- تعمير فر توسط افراد غير متخصص ميتواند به اين افراد صدمه برساند.
- بعد از تعمير فر بايد پرتوهاي اطراف توسط دستگاههاي ويژه اندازه گيري شود.

حفاظت (فرهای میکروویو)

- این فرها دارای مگنوترن بوده که انرژی الکتریکی را به امواج با فرکانس بالای میکرویو تبدیل می کنند.
- بر اساس استاندارد این فرها دارای فرکانس های ۲۴۵۰ و یا ۹۱۵ مگاهرتز می باشند.
- امواج ماکروویو از کاغذ ،پلاستیک ، شیشه و سایر مواد شفاف عبور کرده و توسط غیر فلزات همچون آب ، بافتهای انسانی و غذا جذب ، پخش و یا عبور می کنند.
- لذا ظروف فلزی و یا حاوی فلز نباید درون فر قرار گیرد چون به مگنوترن صدمه می زند.

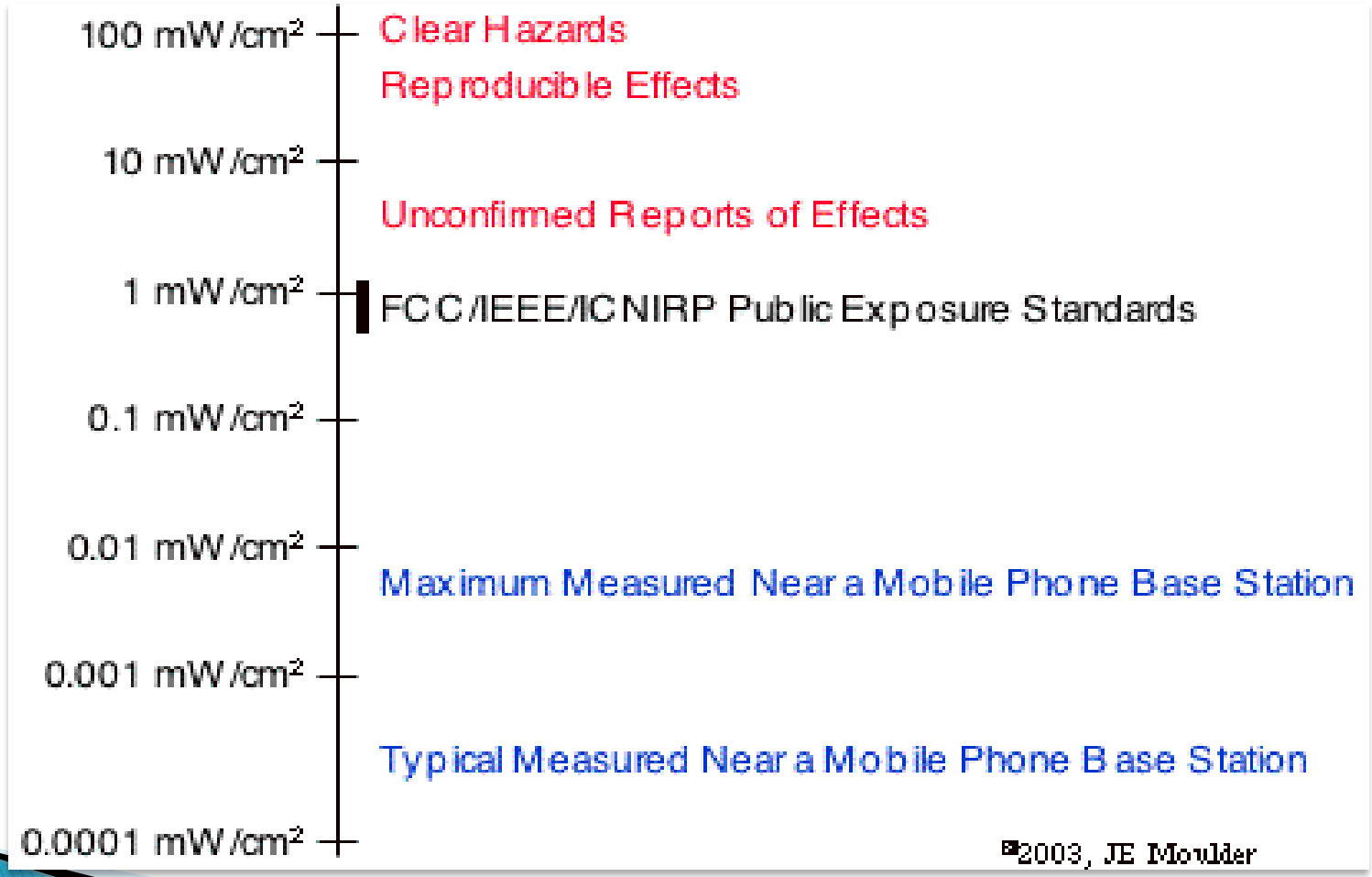
حفاظت (فرهای میکروویو)

- اگر درب فر کاملا بسته نشود می تواند به کاربر صدمه بزند.
- کثیفی، چربی و اجسام فلزی روی در می تواند اجازه نشت به ماکروفر را بدهد به این ترتیب نظافت ضروری است.
- یک دستگاه چگالی سنج یا دستگاه اندازه گیری چگالی توان جهت پایش مورد استفاده قرار گیرد.
- دو قفل ایمنی بمنظور قطع عملکرد فر در زمان باز بودن در ضروری است

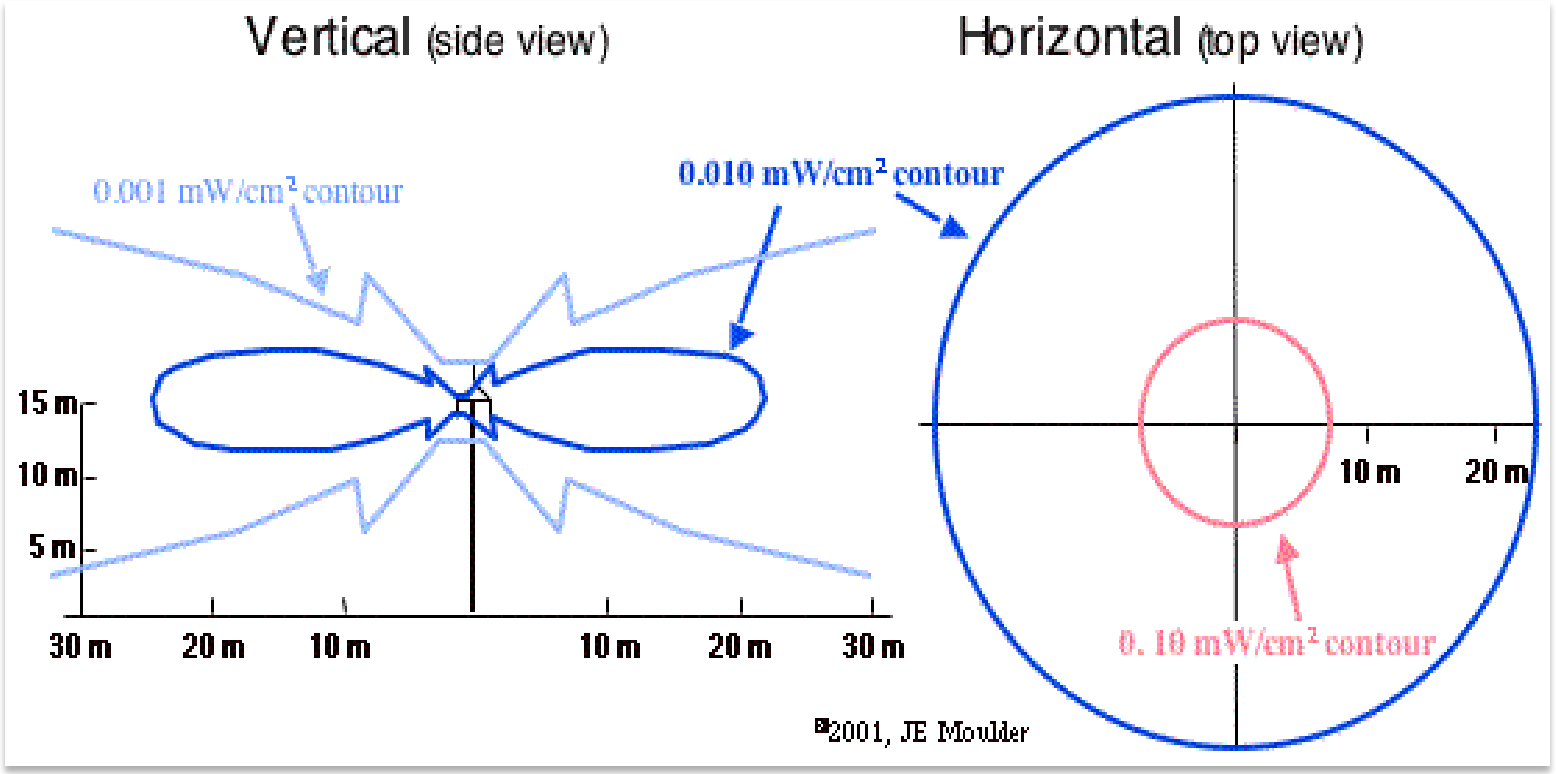
ایستگاههای آنتن موبایل

- مطالعات انجام یافته در فرانسه ، اسپانیا ، مصر و استرالیا (سال۲۰۰۲) تاثیراتی از قبیل سردرد ، خواب پریشی و کاهش حافظه
  را در افرادی که در نزدیکی آنتن های موبایل زندگی می کردند نشان داد.البته این نتایج همچنان مورد تردید بوده و مطالعات در حال انجام است

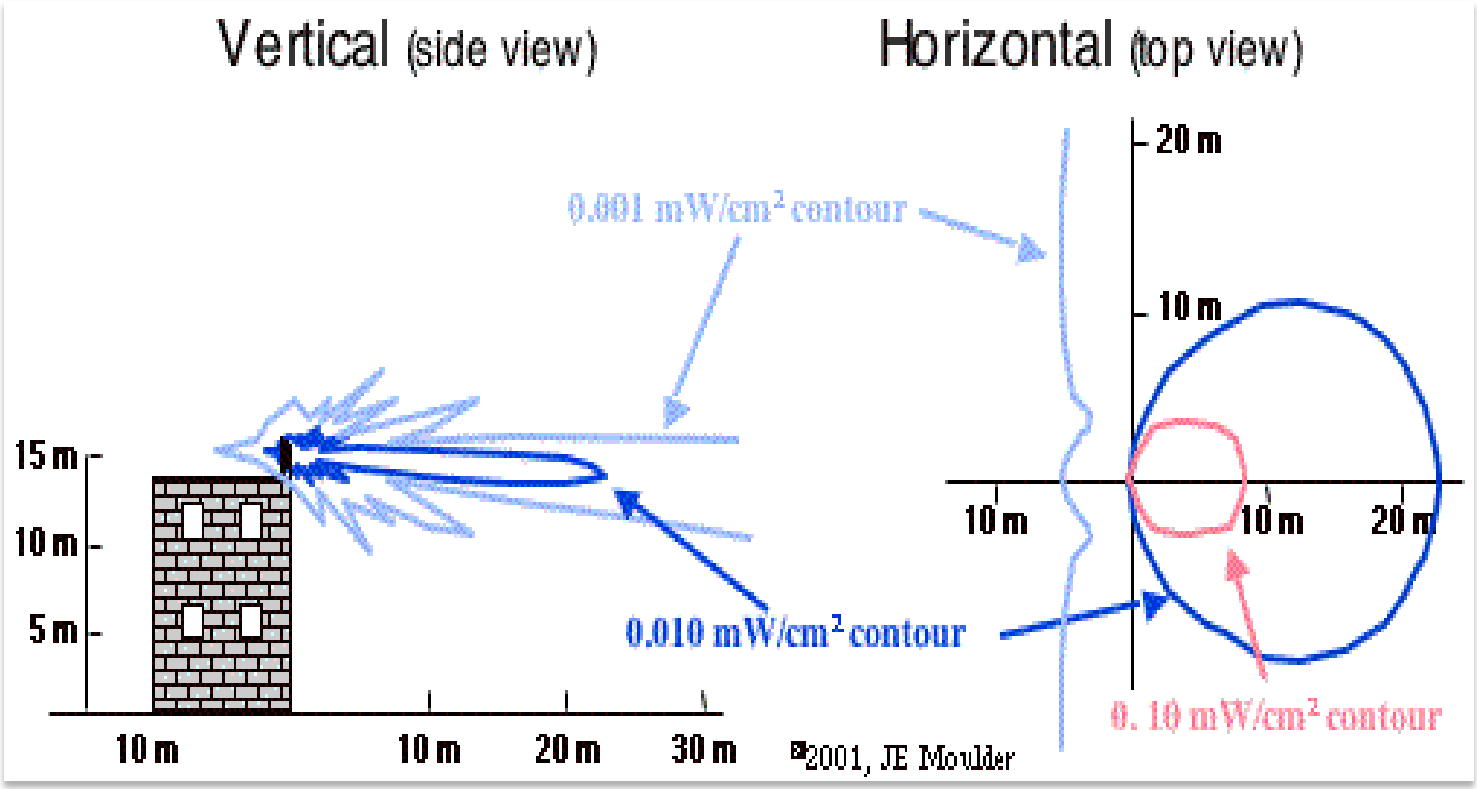
استانداردهای ایستگاه های ثابت تلفن همراه



چگالی توان انرژی امواج منتشره از آنتن های BTS در فواصل مختلف



چگالی توان انرژی امواج منتشره از آنتن های BTS در فواصل مختلف



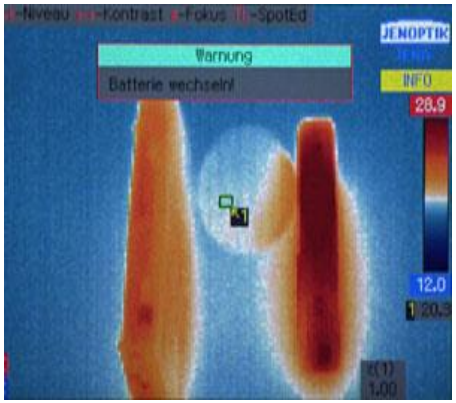
نتایج عجیب آزمایش تأثیر تلفن همراه بر گیاهان و حیوانات

- بر پایه تحقیقات انجام یافته، بوته گوجه فرنگي در همان ده دقیقه اول که در کنار یک تلفن همراه، قرار گرفته (بدون مکالمه) از خود هورموني ترشح مي‌کند؛ این هورمون نزد بیولوژیست‌ها، به هورمون «استرس» معروف است و گیاهان به محض آسیب دیدن، آن را ترشح مي‌کنند.

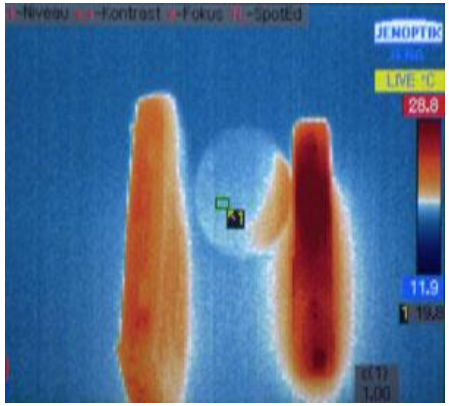
- در سوئد روي یک خرگوش آزمایش جالبي انجام دادند. یک خرگوش را کنار یک موبایل گذاشتند که آن موبایل همواره روشن بود. در این مدت هم تغذیه کاملي به آن مي‌دادند .پس از ۲ ماه خون و سلول‌هاي خرگوش را براي آزمایش به آزمایشگاه بردند و نتیجه جالب توجهي را اعلام کردند؛ آن خرگوش با ادامه این وضعیت بیشتر از یک سال زنده نمي‌ماند.

ادامه نتايج عجيب آزمايش ....

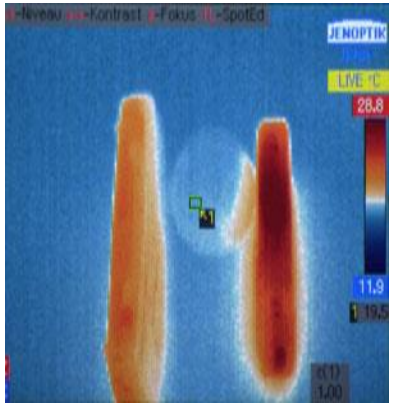
- همانطوري كه در عكس‌هايي كه با استفاده از دوربين‌هاي حساس حرارتي گرفته شده است، مي‌بينيد يک تخم مرغ را در مقابل دو موبايل روشن در حال صحبت كردن گذاشته‌اند و پس از گذشت يک ساعت تقريباً نيمي از آن سفت شده بود.



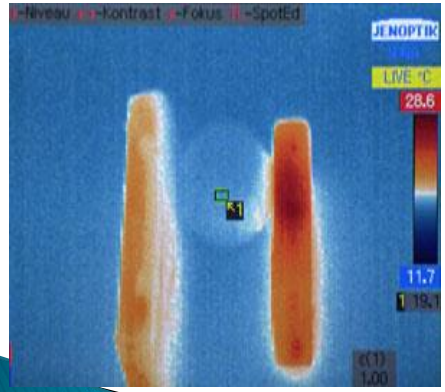
بعد از يک ساعت



۴۰ دقيقه



۲۰ دقيقه



۵ دقيقه

در آلمان در جاهايي كه آنتن‌هاي BTS نصب مي‌شود، قيمت خانه‌هايي كه در معرض آن هستند تا ۲۵ درصد كاهش مي‌يابد. در سال ۲۰۰۴، ۵۰۰ دانشمند آلماني نامه‌اي را به نخست وزير وقت آلمان (گرهارد شرودر) بدين مضمون نوشتند كه چرا شما اجازه مي‌دهيد كه آنتن‌هاي BTSدر نزديكي خانه شهروندان نصب شود.

سرطان زا بودن این امواج اثبات نشده است. ولی سایرتاثیرات آن مثل تاثیرات گرمایی و غیر گرمایی آن در انسان نیز مشاهده شده است.

مواجهه با امواج هنگام در اختیار داشتن تلفن همراه

تلفن همراه در زمان خاموش بودن حتي اگر ۳۰سانتي متر هم از شخص فاصله داشته باشد امواج الکترومغناطیسی موبایل به بدن وی برخورد می نماید.
وقتي كه شخص با موبايل حركت مي‌كند، جاهايي كه آنتن‌ها آنها را كمتر پوشش مي‌دهند، گوشي سعي بيشتري براي به دست آوردن آنتن مي‌كند، در واقع سيگنال‌هاي بيشتر و قوي‌تري از خود ساطع مي‌كند كه اين موضوع بسيار خطرناک است .
حتي به افرادي كه مشكل قلبي دارند سفارش مي‌شود كه موبايل را دور از خود نگه دارند وآن را در جيب بغلشان نگذارند.
خانم‌هاي باردار بايد حداقل ۲ متر از موبايل دورتر باشند. يكي از نكات جالب اين است كه زماني كه با موبايل عكس ارسال می شود يا همانMMS،ميزان مواجهه بسيار بيشتر است.

SAR Level

اتحاديه ي اروپا حداكثر SAR مجاز را ۲ وات بر كيلوگرم و امريكا ۶/۱ وات بر كيلوگرم تعيين كرده است.

هر چه ميزان SAR يک گوشي كمتر باشد صدمه آن به سلامت كاربر كمتر است.

مقدار SAR ربطی به قدرت آنتن دهی گوشی موبایل ندارد.

میزان SAR برای گوشی های سونی اریکسون

1.12	J300a	0.43	T300
1.03	K700i	0.75	T306
0.66	K750i	0.57	T310
0.64	P800	0.75	T316
1.36	P900	1.46	T608
1.5	P910	1.21	T610
0.88	S710a	1.16	T616
0.37	T200	1.26	W600i
1.28	T206	0.57	W800i
1.18	T226	1.04	W810i
1.18	T237	1.45	Z500a
		1.47	Z520a

روش های کاهش مواجهه

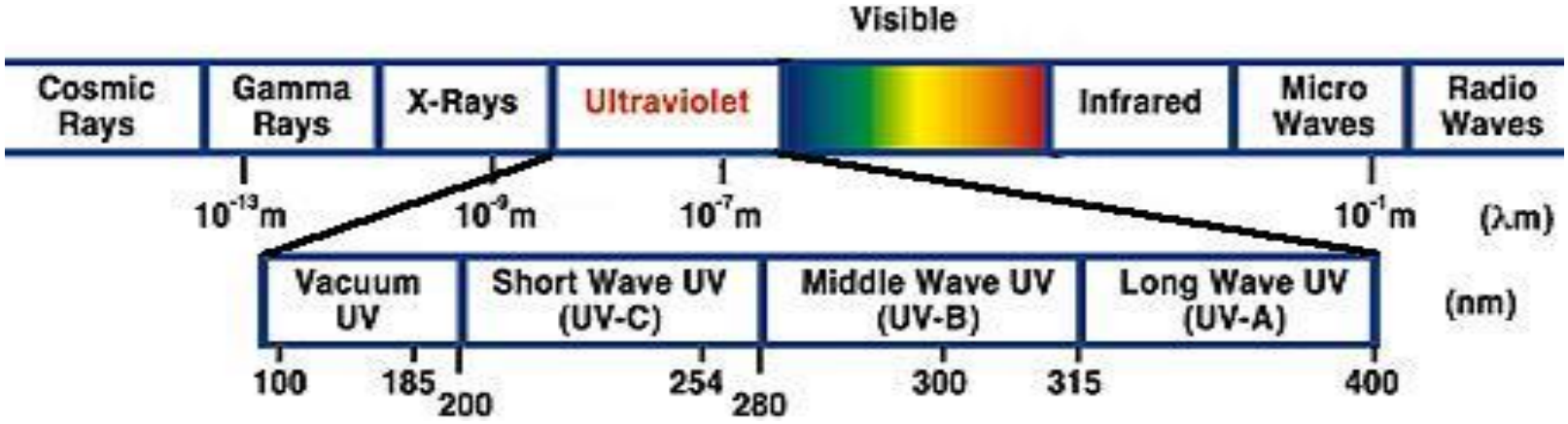
- گرچه ميدان اطراف گوشي بسيار كم است ولي بدليل نزديكي به سرحساسيت زيادي نسبت به خطرات احتمالي آن وجود دارد. (لذا از در اختيار قراردادن كودكان زير ۱۶ سال قبل از حصول اطمينان بايد جلوگيري نمود، چون استخوان جمجمه آنها نازكتر است)
- كوتاه كردن زمان مكالمات
- استفاده از سيستم هندزفري (گرچه بااين روش نيز نمي توان ادعا نمود كه خطر مرتفع شده است)

روش های کاهش مواجهه

- استفاده از SMS
- اجتناب از مکالمه در مکانها با آنتن دهی پائین
- تماس با موبایل بهتر است در محیط خارج باشد و در صورت تماس در داخل در کنار پنجره باشد.
- اجتناب از تماس بی مورد و دور نگهداشتن آن از اندامهای بدن(محل کار – منزل)
- محدود نمودن استفاده از موبایل در دوران بارداری
- خاموش نمودن موبایل در زمان عدم استفاده (شبها ، مکانهای بدون آنتن و...)

پرتوماوراء بنفش

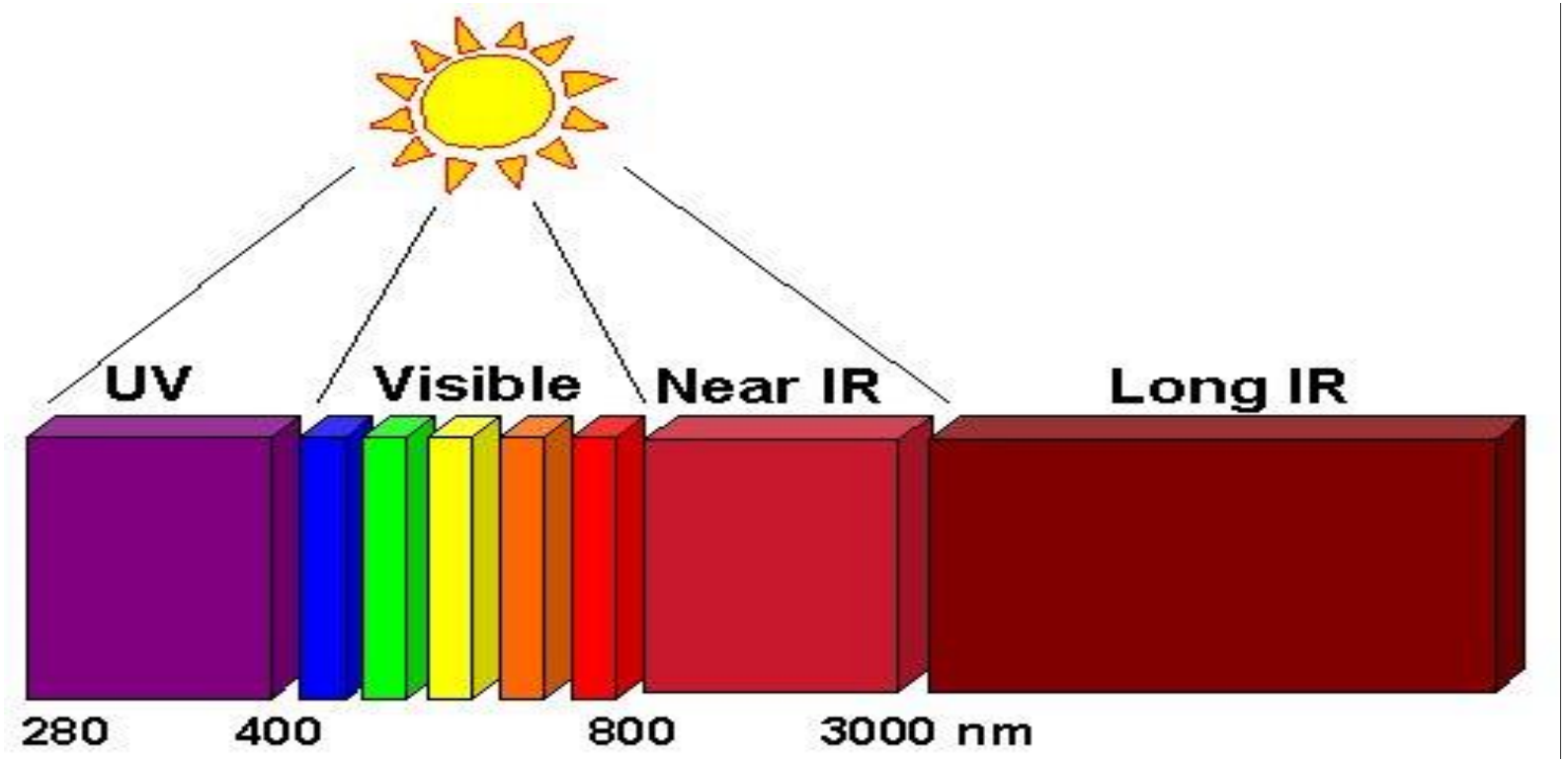
پرتوهای الکترو مغناطیس با طول موج ۱۰۰ الی ۴۰۰ نانومتر



منابع مولد
منابع طبیعی

- خورشید بعنوان منبع طبیعی تابش کننده پرتوهای فرابنفش و فروسرخ در میزان پرتوهای نوری دریافتی نقش اصلی را دارد.
- در ماه ها و سالهای مختلف میزان پرتو ماوراء بنفش متفاوت است.
- تغییرات فصلی (مثلا ابری بودن هوا) و شرایط منطقه ای خیلی بیشتر از لایه ازن در کاهش این پرتوها موثر است.
- شدت پرتو فرابنفش با ارتفاع افزایش می یابد.
- انعکاس از برف و شن باعث افزایش شدت پرتو میشود.
- شدت پرتو به عرض جغرافیائی بستگی دارد. میزان آن در نزدیکی خط استوا بیشتر است.
- بین ساعات ۱۰ صبح تا ۲ بعد از ظهر مقدار پرتو فرابنفش شدیدتر است.

تشعشعات خورشیدی

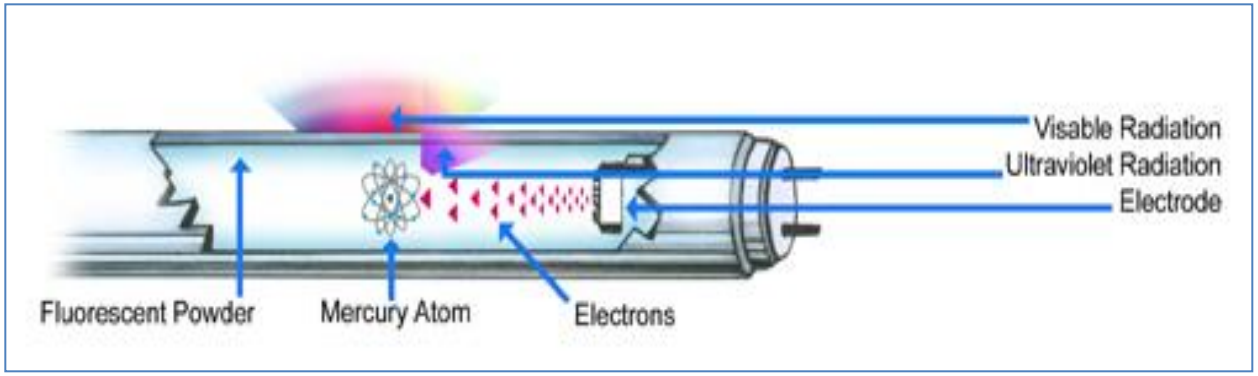


منابع مولد

منابع مصنوعی

- لامپهای بخار جیوه
- لامپهای میکروب کش (در بیمارستان ها، مدارس، برخی صنایع)
- لامپهای مخصوص برای درمان پوستی و کمبود ویتامین
- درمان با UV ، تصفیه فاضلاب و یا Sun bed ها و..
- فرآیندهای خیلی داغ (جوشکاری)

لامپها


Visable Radiation
Ultraviolet Radiation
Electrode
Fluorescent Powder
Mercury Atom
Electrons

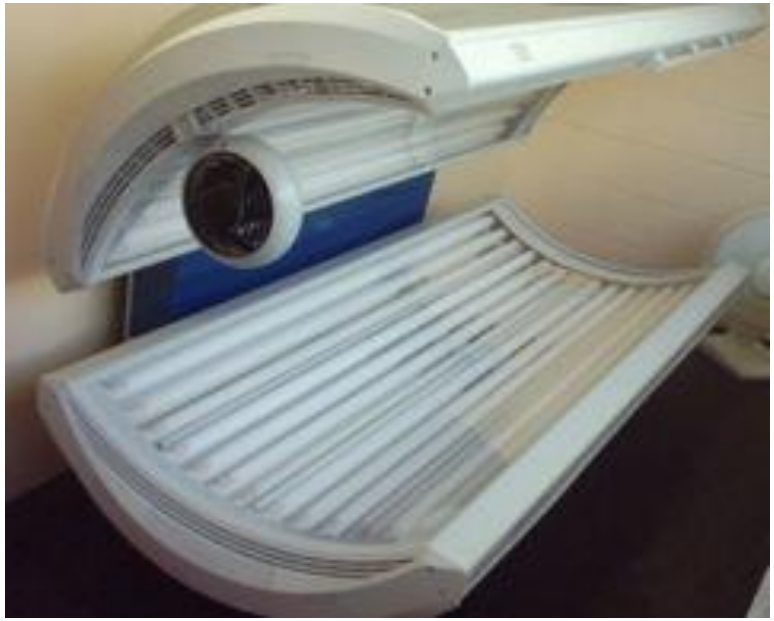
SunMaster
F71T12 - 100W

لامپها

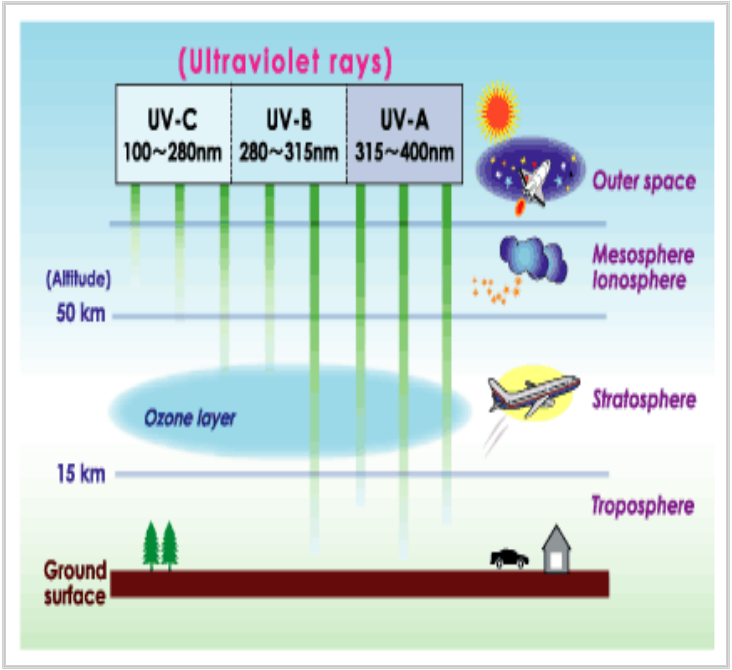
Black light lamp

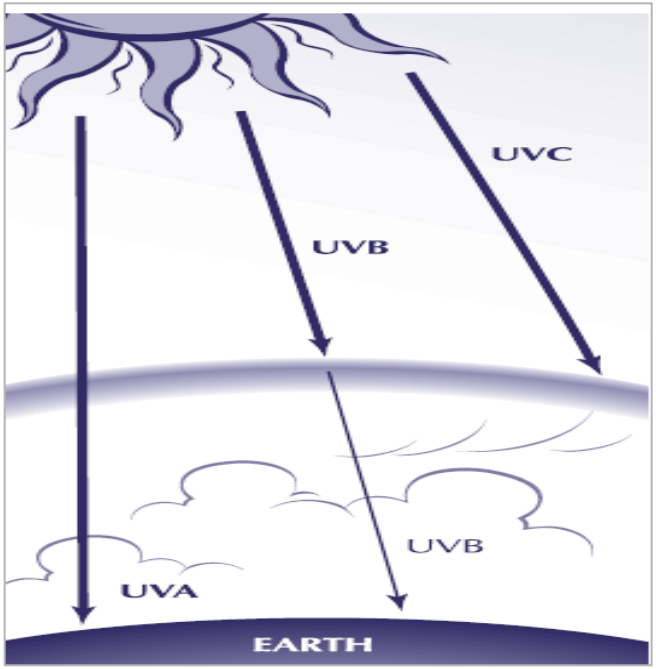
- لامپهائی هستند که دارای شیشه های خاصی هستند که نور مرئی را جذب اما اجازه عبور ماوراء بنفش در طول موج های تا ۲۵۰ نانومتر (عمدتا ۳۶۶ نانومتر) را می دهند.
- بیشتر کاربردهای پزشکی، حشره کش، تفریحی و.. دیدن نوار ایمنی اسکناس ها و.. دارند.
- در واقع در کاربرد این لامپها خود نور دیده نمی شود ولی پس از برخورد به بعضی سطوح قابل رویت می شود.

Sun bed



تقسیم بندی از نظر آثار زیستی

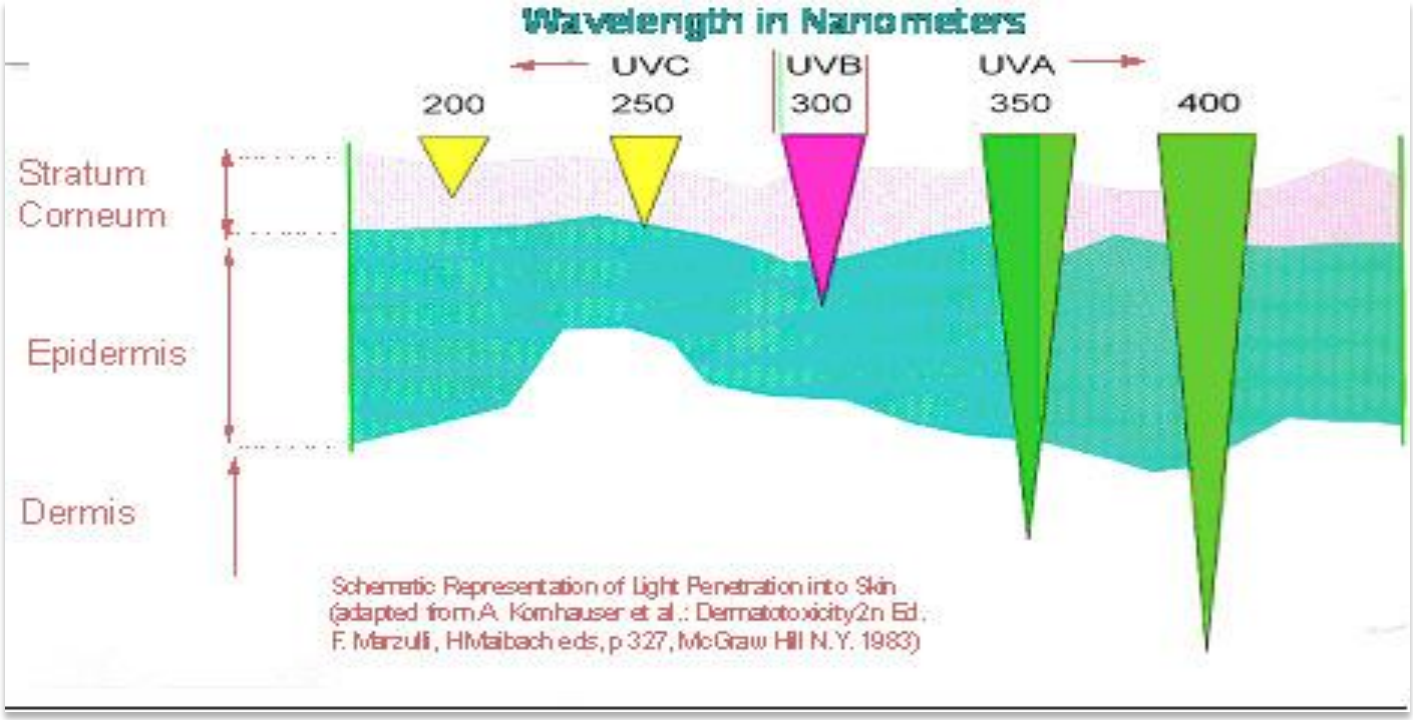




تقسیم بندی از نظر آثار زیستی

- UV-A : که از طول موج ۳۲۵ نانومتر شروع و تا ۴۰۰ نانومتر ادامه دارد.
  - زماني تصور بر اين بوده كه UVA اثر كمي بر آسيب پوستي داشته باشد اما در حال حاضر مطالعات نشان داده كه UVA سهم عمده اي در آسيب به پوست دارد. UVA به طور عميق تري به درون پوست نفوذ مي‌كند و بسيار مؤثرتر عمل مي‌كند.
    هچنين UVA از شيشه عبور مي‌كند
- UV-B : كه از طول موج ۲۸۰ نانومتر شروع و تا ۳۲۵ نانومتر ادامه دارد.
  - UVB بر لاية بيروني پوست، اپيدرم، تأثير مي‌گذارد و عامل اوليه‌اي در سوختگيهاي آفتابي است، بيشتر بين ساعات ۱۰ صبح و ۲ بعدازظهر كه نور خورشيد روشن تر است ديده مي‌شود. UVB از شيشه عبور نمي‌كند ولی كوارتز و فلوريت (كلسيوم فلورايد) اجازه عبور آنرا می دهند.
- UV-C : كه از طول موج ۲۰۰ نانومتر شروع و تا ۲۸۰ نانومتر ادامه دارد.
  - پرتو UVC تقريبا به طور كامل توسط لايه ازن جذب مي‌گردد و بر روي پوست تأثير نمي‌گذارد. اشعه UVC را مي‌توان در منابعي مصنوعي از قبيل لامپهاي جيوه اي و لامپهاي جرم كش يافت.
- طول موج هاي زير ۲۰۰ نانومتر فقط در محيط خلاء يا محيطهاي بسته گازهاي نادر مي توانند وجود داشته باشد

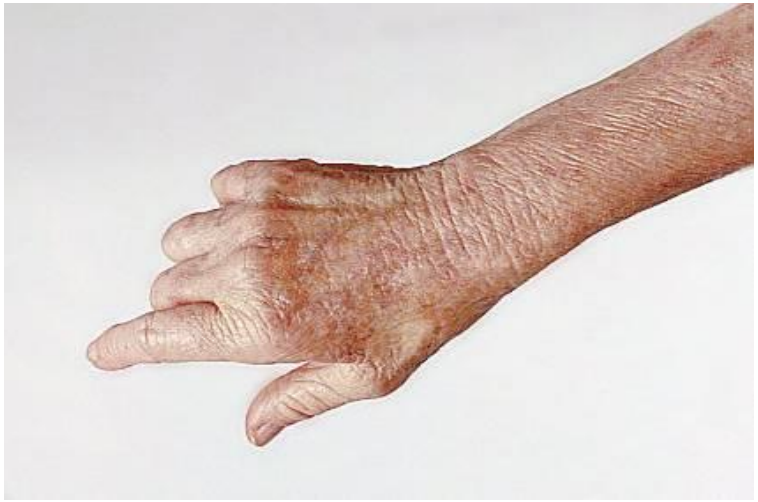
نفوذ در پوست


Wavelength in Nanometers
UVC
UVB
UVA
200
250
300
350
400
Stratum Corneum
Epidermis
Dermis
Schematic Representation of Light Penetration into Skin
(adapted from A. Kornhauser et al.: Dermatotoxicity2n Ed.
F. Marzulli, HMaibach eds, p 327, McGraw Hill N.Y. 1983)

سرطان های پوست

آفتاب سوختگی پوست

پیر پوستی زودرس



آسیب های چشمی

اهمیت حفاظت

- یکی از رایج ترین سرطانها در کشور سرطان پوست است
- بالغ بر ۱۵ درصد سرطانهای کشور را سرطانهای پوست تشکیل میدهد
- سالیانه ۷۰۰۰ تا ۹۰۰۰ نفر در کشور به سرطان پوست مبتلا میشوند
- میزان پیر پوستی زود رس در سطح ملی بالاتر از میانگین جهانی است

اصول حفاظت

- ACGIH حداکثر میزان مواجهه پوست یا چشم برای دوره های بیشتر از ۱۰۰۰ ثانیه را ۱ میلی وات بر سانتی متر مربع اعلام کرده است .
روشهای مختلفی جهت حفاظت اعلام شده شامل:
- آموزش
- وسائل حفاظتی
- کنترل های فنی
- اقدامات قانونی

آموزش

اهداف این برنامه های آموزشی عبارتنداز:

- تغییردردانش وطرزبرخورد
- تغییردررفتار
- کاهش دردرصدابتلاونرخ های مرگ ومیرسرطان پوست
- افزایش آگاهی درموردخطرات پرتوفرابنفش
- فراهم نمودن اطلاعات ضروری جهت طراحی حفاظتی

وسائل حفاظتی

- چشمها را میتوان با وسائلی که ضرورتا گران قیمت نیستند نظیر عینکها محافظت نمود.
- هیچ عینکی صد در صد برای حذف پرتو فرابنفش آفتاب موثر نیست
- بهتر است از عینکهائی استفاده شود که ضمن عبور نور مرئی کافی ، پرتوی فرابنفش خورشید در نواحی A را کاملا تضعیف کند.
- در مورد پوست، پوشاندن با لباس بهترین روش است.
- برای محافظت گردن و صورت، کلاه های دور تا دور لبه دار بسیار مفید می باشند.

لیستی از وسائل حفاظت فردی

- کلاه وچشم پوشهای حفاظتی تابش فرابنفش
- ماسکهای ایمنی جوشکاری
- عینکهای آفتابی،عینکهای دسته دار
- پرده های آفتاب گیر
- کرمهای آرایشی وحفاظتی مناسب دربرابر تابش فرابنفش
- استفاده صحیح ازتخت های آفتابی

پوششهای مناسب

فاکتورهای حفاظتی موثردربرابرپرتوuv

- البسه:

یکی ازساده ترین شکلهای حفاظت ازاین پرتو است که میزان محافظت آن بسته به میزان نفوذ پرتو ازآنهافرق می کند.

- منسوجات تیره رنگ میزان جذب uvراافزایش می دهند.
- منسوجات دارای بافت ریزباعث افزایش جذب uv می شود.
- تغییرات upf(فاکتورحفاظت دربرابرuv)برای منسوجات خشک ومرطوب نوع نخی ثابت می باشددرصورتی که در سایر نمونه ها موقعی که مرطوب هستندمیزان upf آنها کاهش می یابد.
- تغییردرupfهابین انواع مرطوب وخشک برای نوع نخی- پلی استری نسبت به نخی بیشترمی باشد.

فاکتورحفاظت فرابنفش برای منسوجات

عامل حفاظت فرابنفش upf	میانگین درصدعبور uv	گروه حفاظتی
Upf+40	کمتراز ۲,۵	حداکثرحفاظت ۴۰+
Upf30-39	2.5-3.3	حفاظت خیلی بالا
Upf20-29	5-3.3	حفاظت بالا

استفاده ازکلاههای مناسب دربرابرUV

- استفاده ازکلاههای لبه داربرای افراد
- استفاده ازکلاههای مجهزبه صافیهای جاذب برای جوشکاران

ضریب حفاظتی انواع کلاههادربرابرخورشید

نوع کلاه	ضریب حفاظت ازخورشید				
	پیشانی	بینی	گونه	چانه	پشت گردن
لبه کوتاه cm>۲,۵	15	1.5	1	1	1
لبه متوسط ۷,۵-۲,۲	<20	3	2	1	1
لبه بلند 7.5cm<	<20	7	3	1.2	5

پرده های آفتاب گیر

پرده های آفتاب گیربه طورمؤثرUVBخورشیدی راسدمی کنند این پرده ها دو نوع می باشند:

- پرده های آفتاب گیرازنوع فیزیکی:مثل انواع اکسیدروی، دی اکسیدتیتانیوم یااکسیدآهن قرمزکه عملکردانعکاسی وپراکندگی داشته وحفاظتی رادربرابرطیف وسیعی ازuv و طول موجهای مریی فراهم می سازند.
- پرده های آفتاب گیرازنوع جاذب های شیمیایی:شامل یک یابیش ازیک نوع ذره بیرنگ جاذب uvمی باشند کهUVBراخیلی قویترازUVA جذب می کنند.ازاین نوع می توان اسیدپارآمینیوبنزوییک ومشتقات آن،سالسیلات ها،سینامات هاومشتقات کامفور را نام برد.

انواع پوششهای حفاظتی چشم

- عینکهای کاملاانعطاف پذیرباتهویه منظم
- عینکهای ماسکی بابدنه سفت وبالشتک داربرای کیپ شدن
- عینک باچهارچوب فلزی وحفاظ پهلویی
- عینک باچهارچوب پلاستیکی وحفاظهای پهلویی
- عینکهای ماسکی جوشکاری ،نوع روی عینکی وعدسیهای تیره رنگ
- حفاظ صورتی باپنجره پلاستیکی یاتوری دار
- ماسک جوشکاری

عوامل مؤثردرانتخاب پوششهای حفاظتی چشم

- شدت وویژگیهای طیفی نشری منبع uv
- الگوی رفتاری افرادی که درمجاورت نزدیک بامنابع uvهستند(فاصله وزمان حایز اهمیت هستند.)
- ویژگیهای عبوری موادپوششهای حفاظتی چشم
- طرح چهارچوب عینک به منظورممانعت ازپرتوگیری چشم ازفرابنفشی که مستقیما جذب نشده باشد.

کرمهای ضد آفتاب

- کرمهای پوست جذب کننده محتوی بنزوفنولها، پ-آمینوبنزوییک اسید
- کرمهای پوست ممانعت کننده حاوی دی اکسیدتیتانیوم،اکسیدروی

کرمهای ضد آفتاب

- در شرایطی که نمی توان پوست را پوشاند باید از کرمهای ضد آفتاب استفاده کرد.
- کرمهای ضد آفتاب با فاکتور حفاظتی (SPF) متفاوت تولید می شود.
- فاکتور حفاظتی فوق قدرت کرم محافظ را درحفاظت از پوست در برابر خورشید نشان میدهد.
- آب و عرق بدن سبب شکسته شدن کرمهای حفاظتی پوست میشود و تاثیر آنرا کاهش میدهد.
- کرم محافظ با فاکتور ۱۵ بیش از ۹۲% از پرتوهای فرابنفش B را حذف میکند.
- افرادی که پوست حساستری نسبت به آفتاب سوختگی دارند باید از کرمهای با فاکتور حفاظتی بالاتر استفاده کنند.
- پوست نوزادان بسیار آسیب پذیر تر است

کنترلهای فنی

- منابع مصنوعی UVبایستی تاحدامکان درمحفظه درپوشداربسته قرارداده شوند.
- درصورتی که این محفظه هادارای پنجره ای جهت مشاهده باشد،بایستی ازموادجاذب مناسبی نظیرنوع خاصی ازپنجره شیشه ای وآکریلیک ساخته شوند.
- درجاییکه لازم باشدفرآیندپرتوگیری خارج ازمحفظه منبع صورت گیرد،ناحیه دارای تابش بایستی به صورت مشخص حصارکشی شده باشد.
- درجاییکه منبعUVدرطول مدت استفاده به طورطبیعی محصورشده باشدولی نه برای آنهایی که لازم است به آن دسترسی داشته باشند،برای مثال جهت تعمیرونگهداری، باید محفظه به کلیدهای ایمنی مناسبی مجهزباشد.
- درصورت نیاز به دسترسی به منبع موقعی که کلیدایمنی فعال است بلافاصله منبع جریان لامپ راقطع کرده ونبایستی به وصل مجددباشدتااینکه کلیدهادوباره زده شوند.

پایش

UV Index

Exposure Category	UVI Range
Low	< 2
Moderate	3 to 5
High	6 to 7
Very high	8 to 10
Extreme	11+

اقدامات کنترل قانونی

اقدامات اساسی کنترل قانونی عبارتست از:

- اقداماتی که دسترسی به منبع رامحدودکرده ودانش واطلاعاتی رادرموردآگاهی دادن به مردم ازخطرات بالقوه مربوط به آن فراهم می کنند.
- دسترسی به منطقه ای که درآنجادستگاهیUVنشرمی کندبایستی محدودبه افرادی باشدکه به طورمستقیم بااستفاده آن سروکار دارند.
- کلیه افرادمربوط بایستی دراین زمینه آگاهی لازم راداشته وازخطرات بالقوه مطلع باشند.
- علامتهای هشداردهنده مناسب به منظورنشان دادن وجودUVباید مورداستفاده قرارگیرند.

اقدامات کنترل قانونی

- استفاده کننده ازمنبع نشرکنندهuvبایستی تاحدممکن ازمنبع فاصله داشته باشد.
- پرتوگیریهابایستی درحداقل نگهداشته شده وازمقدارتوصیه شده نبایستی تجاوزکند.
- مراقبت خاصی بایدجهت پیشگیری ازپرتوگیری اشخاصی که داروهای حساس کننده به نوررامصرف می کنندوبه طورپیوسته درمعرض حساس کننده های نوری درمحیط واقع می شوند، مبذول شود.

استفاده صحیح ازتخت های آفتابی

- برای استفاده از تخت های مخصوص برنزه کردن دستورالعمل خاصی وجود دارد. توصیه شده از این تختها برای زیبائی و برنزه کردن پوست استفاده نشود.(بخصوص برای نوجوانان و افراد با پوست حساس)
- در ایران این سیستمها توسط افراد غیر متخصص مجاز نیست و فقط پزشکان متخصص پوست مجاز به پرتودهی پوست جهت درمان بیماریهای خاص می باشند.

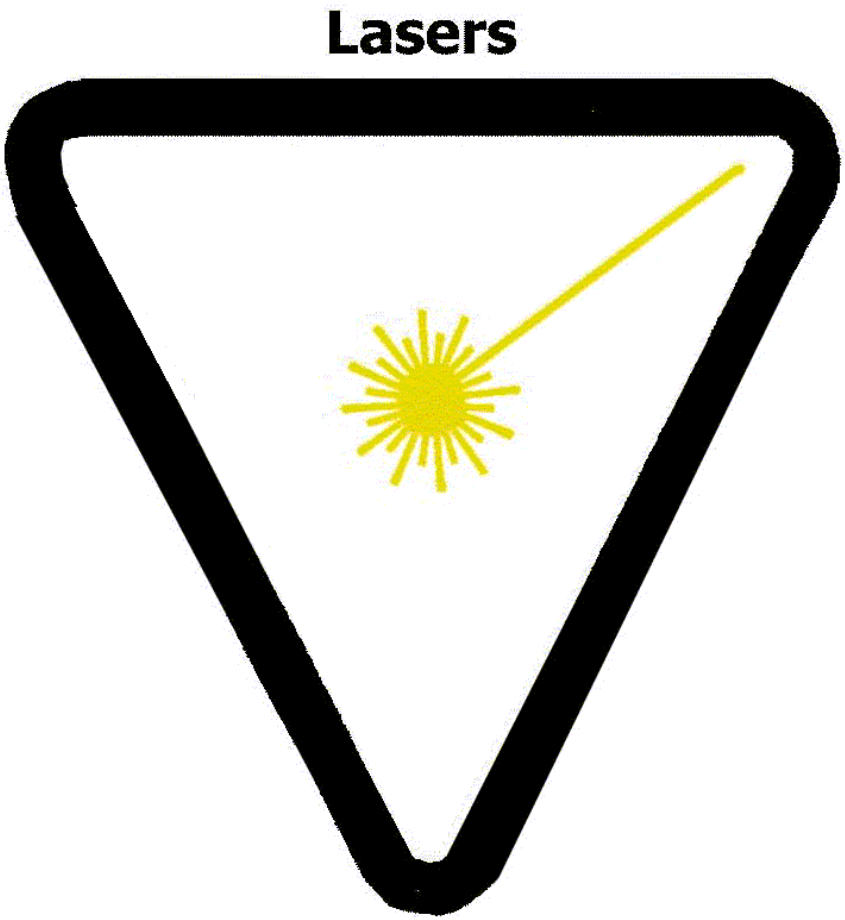
استفاده صحیح ازتخت های آفتابی

۱. هرفردی باتعدادزیادخال(خال های تیره)،سابقه ای ازآفتاب سوختگی شدیدبویژه در دوران کودکی،یاسابقه فامیلی ازابتلابه ملانومای بدخیم نبایدازتخت آفتابی استفاده کند.
۲. هرفردی که قبلاآسیب وسیع پوستی حاصل ازنورآفتاب داشته یاضایعات پوستی پیش بدخیم ویابدخیم داشته باشد،نبایدازتختهای آفتابی استفاده کند.
۳. بچه ها(کودکان واطفال) باشد،نبایدازتختهای آفتابی استفاده کنند.
۴. درصورت استعمال عطر،لوسیون بدنی،یااسپری نبایستی درهمان روزازتخت آفتابی استفاده کرد.
۵. هرفردی بیماری پوستی داشته و یا از داروی خاصی استفاده می کند بایستی قبل استفاده ازتخت آفتابی مشاوره پزشکی انجام دهد.
۶. پوشش محافظت کننده چشمی مناسب بایستی توسط سازنده تخت دراختیارمصرف کننده قرارداده شود.
۷. حود دستگاه بایستی دارای ویژگی های فنی خاصی از جمله تایمرهای کالیبره شده، کلید دستی و لیبل های خاص و.. باشد.

لامپها

- کلیه لامپهای مولد ماوراء بنفش در زمان طراحی و ساخت دارای سیستم های حفاظتی هستند که در زمان نصب و در جریان استفاده باید از صحت عملکرد آنها اطمینان حاصل کرد.
- بعنوان مثال در صورتی که لایه بیرونی لامپهای بخار جیوه که از جنس بوروسیلیکات است صایعه دیده باشد) می تواند تا فاصله حدود ۱۰ متری تحریک های چشمی و همچنین سوختگی پوست ایجاد نماید.
- شیوع ناراحتی های چشمی و پوستی در سالنهای ورزشی عمومی گزارش شده است. در صورت تکرار تماس سرطان پوست، چروک های پوستی و ضایعات چشمی بروز خواهد کرد.
- لذا این لامپها باید دارای کلید قطع کننده در صورت تخریب لایه بیرونی باشند

لیزر



لیزر

- Laser (Light Amplification by Stimulated Emission Radiation)

- انیشتین تابش تحریکی را در سال ۱۹۱۷ پیشنهاد نمود و پدیده تابش القائی که عامل تقویت در نوسان مولکولی میباشد را معرفی نمود. با توجه به تئوری فوق اولین وسیله ای که ساخته شد یک تقویت کننده پرتوبود.
- با استفاده از دستگاه فوق و تقویت ارتعاشات مولکولی آمونیاک (ماکرویو) پرتو میزر ایجاد شد.
- سپس Maiman با استفاده از یاقوت اقدام به ساختن لیزر کرد (۱۹۶۰)
- پس از آن علی جوان لیزر هلیوم نئون (لیزر گازی) را ساخت (۱۹۶۲)

انواع لیزر(از نظر طول موج)

- لیزرهائی که طول موج بین ۱۰۰ تا ۴۰۰ نانومتر دارند (لیزرهای ماوراء بنفش)
- لیزرهائی که طول موج بین ۴۰۰ تا ۷۰۰ نانومتر دارند (لیزرهای مرئی)
- لیزرهائی که طول موج بین ۷۰۰ تا ۱۰۶۰۰ نانومتر دارند (لیزرهای مادون قرمز)

انواع لیزر(از نظر عملکرد)

- موج پیوسته (CW)
- موج تپی (تپ بلند یا معمولی)
- موج سویچ (لیزر بزرگ تپ)

انواع لیزرهای مورد استفاده در پزشکی

نوع لیزر	طول موج	نوع موج
آذگون سبز - آبی	۵۱۴ و ۴۴۸	CW
آرگون سبز	۵۱۴	CW
کریپتون زرد	۵۶۸	Pulsed
کریپتون قرمز	۶۴۷	CW
یاقوت	۶۹۴	Pulsed
یاگ لیزر با فرکانس دوبل	۵۳۲	CW
یاگ لیزر	۱۰۶۴	Pulsed
کربن دی اکسید	۱۰۶۰۰	CW
معمولا بشکل محلول مایع Dye Laser	۴۰۰ تا ۹۰۰	CW

انواع کاربرد لیزر

پزشکي

صنعت

اندازه گيري و کنترل

شيمي

نظامي

محيطي

ارتباطات و سيستمهاي اطلاعاتي

و غيره...

انواع كاربرد ليزر در پزشكي

- درمان واريس
- درمان آفت دهاني
- جراحي مينيسك زانو
- درمان سينوزيت
- ترميم مفاصل
- جراحي مغز
- درمان سردردهاي ميگرني
- اورولوژي
- دندانپزشكي
- چشم پزشكي
- اندازه گيري قطر مو
- درمان نوروپاتي ديابتي
- جوش دادن شبكيه چشم
- آنژيوپلاستي عروق كرنر
- درمان اعصاب محيطي آسيب ديده
- درمان تهاجمات موضعي كانسر تيروئيد
- طب سوزني ليزري در درمان فلج مغزي اطفال

موارد استفاده از ليزر در پوست

- جراحي پلاستيك
- درمان التهابهاي عميق
- درمان تركهاي پوست
- رفع خالكوبي
- بهبود سريع زخمهاي ديابتي وبستر و عروقي
- درمان فرورفتگيهاي ناشي از آكنه وزگيلهاي ويروسي
- درمان ضايعات مربوط به عروق پوست مانند: ماه گرفتگي
- درمان ضايعات رنگدانه اي مانند: لكهاي ناشي از آفتاب
- جوانسازي پوست و از بين بردن چين و چروك
- از بين بردن موهاي زائد

كاربرد ليزر در صنعت

- برشهاي ليزري
- علامت گذاري سطوح
- پرداخت سطوح
- مقاوم سازي سطوح فلزي
- نشانه گذاري و حكاكي
- تراشكاري
- پاكسازي سطوح
- جوشكاري از ميكروالكترونيك تا كشتي سازي
- برش اجزاي الكترونيك
- بالانس ديناميكي اچزاي مدار
- نمونه سازي سريع اوليه
- برش شيشه
- سوخت گيري هواپيما
- شكست كنترل شده
- تعيين مسير مته زني در معدن
- هم محور كردن ماشين آلات در ساخت هواپيما و مهندسي سازه

کاربرد ليزر در اندازه گيري و كنترل

علامت گذاري
اندازه گيري مسافت
سيستمهاي كنترل از راه دور
اندازه گيري سرعت زاويه اي
سيستمهاي تخمين موقعيت وجهت
اندازه گيري سرعت وشتاب و ارتعاشات

كاربرد ليزر در زمينه شيمي

- جداسازي ايزوتوپها
- غني سازي اورانيوم
- بررسي جزئيات فرآيند احتراق شعله
- اندازه گيري غلظت و دماي يك نمونه مولكولي
- تشخيص و ايجاد تغييرات شيميايي برگشت ناپذير
- بدست آوردن اطلاعات درباره مولكولهاي چند اتمي

كاربرد نظامي ليزر

- بمب ليزري
- تفنگ ليزري
- رديابليزري
- فاصله ياب ليزري
- سلاحهاي هدايت انرژي

كاربردهاي محيطي

- ✓ بررسي آلودگي
- ✓ اندازه گيري دبي سيال
- ✓ بررسي ميزان تصفيه فاضلاب
- ✓ تعيين ميزان توكسين هاي محيطي
- ✓ دستگاه هاي كنترل كيفيت مايعات وگازها
- ✓ پيش بيني واندازه گيري ميزان اسموگ وازن فتوشيميائي
- ✓ دستگاه هاي كنترل متغيرهاي ذرات معلق كنترل اكولوژي

تجهيزات ليزري براي ارتباطات و سيستمهاي اطلاعاتي

- سيستم نمايش ليزري
- تقويت كننده هاي فيبري
- تجهيزات عيب يابي خطوط فيبرنوري
- خواندن اطلاعات ديسك ويدئويي و صوتي
- ترانزيستورهاي خطوط ارتباطي فيبرهاي نوري
- نوشتن و خواندن اطلاعات در حافظه نوري كامپيوترها
- انتقال رونوشت صفحات روزنامه از طريق گرافيك ليزري
- سيستمهاي نوري ليزري براي ثبت“ ذخيره و پردازش اطلاعات

سایر کاربردها

- سرمايش ليزري
- سيستمهاي حفاظت ليزري
- تكنولوژي حفاري نفت و گاز
- توليد هولوگرام برجسته و هنري
- اندازه گيري فاصله بين ماه و زمين

نگاهي به آينده

- از بين بردن چربيها
- بررسي فرآيند تقسيم سلولي
- بررسي فرآيند ورود ويروس به سلول
- ارسال پيامها از ساير ستارگان به عنوان جايگزين امواج راديوئي
- ثبت فرآيندهاي شيميايي بسيار سريع. مانند: پيوند اتمها جهت تشكيل مولكولها

مخاطرات

- خطرات بالقوه لیزرها به دو عامل طول موج (نانومتر) و توان خروجی لیزر(میلی وات) بستگی دارد.
- لیزرهای با طول موج نزدیک به امواج رادیوئی اثر بر قرنیه، عدسی و شبکیه می گذارند.
- لیزرهای با طول موج بین ۲۰۰ تا ۳۱۵ نانومتر اثر بر قرنیه
- لیزهای ۳۱۵ تا ۴۰۰ نانومتر اثر بر عدسی
- لیزرهای ۴۰۰ تا ۱۴۰۰ نانومتر اثر بر شبکیه
- لیزرهای ۱۴۰۰ تا ۳۰۰۰ نانومتر اثر بر قرنیه و عدسی

مخاطرات

- کار با لیزرهای پرتوان می تواند باعث:

  - بروز اختلالات تنفسی برای اپراتور
  - وقوع آتش سوزی
  - سوختگی پوست
  - انفجار
  - خطرات الکتریکی (برق گرفتگی و انفجار)

مخاطرات

- مواجهه با لیزرهای UV علاوه بر اثرات چشمی افزایش ریسک سرطان پوست و چروک های زود رس را بدنبال خواهند داشت
- در بسیاری موارد که لیزر در خارج از طیف بینائی تولید می شوذ می توانند بسیار خطرناک تر باشند (چون دیده نمی شوند)

حفاظت

- استاندارد کاربرد ایمن لیزرها ،ANSI-Z۱۳۶

- مطابق این استاندارد ، لیزرها به چهار کلاس تقسیم می شوند .
- هر چه شماره ی کلاس لیزر بالاتر برود ، خطرات احتمالی ناشی از تابش لیزر افزایش می یابد .

کلاس ۱:

- ماکزیمم سطح تابش در محدوده مرئی برابر ۴/۰ میلی وات است .
- هیچ گونه خطری را متوجه انسان نمی سازد.
- لیزرها ی مورد استفاده در D VD player ها ، کامپیوتر و چاپگرها

کلاس ۲ :

- توان خروجی ۱ میلی وات در حالت طول موج پیوسته .
- مشاهده پرتو بیش از ۰/۲۵ثانیه خطرناک است.
- خیره شدن به پرتو بیش از ۱۰۰۰ ثانیه خطرساز است.
- شامل لیزرهای کم توان ولی با تشعشعات مرئی(مانند اسکنر سوپرمارکتها) .

کلاس ۳ A

- تابش مرئی با توان کمتر از ۵ میلی وات در حالت طول موج پیوسته دارند .
- واکنش طبیعی پلک زدن سبب حفاظت چشم می شود .
- اما به هر حال از خیره شدن به پرتو باید اجتناب نمود .
- مانند اشاره گرهای لیزری

کلاس B ۳

- دارای هر طول موجی از پرتو (از 200nm تا 1mm)
- توان خروجی آن 500mw در حالت پیوسته
- هر گونه مشاهده پرتو به صورت مستقیم یا غیر مستقیم می تواند سبب آسیب به چشم شود . (اما اگر این پرتوها از طریق پدیده ی پخش شدگی به چشم ما رسیده باشند ، خطر ساز نیستند .)

کلاس ۴

- طول موج ۱mm – ۲۰۰ nm
- توان بالاتر از ۵۰۰mw
- هر گونه تابش مستقیم یا بازتاب حاصله یا پخش شده ی پرتوی این لیزرها به چشم یا پوست خطرناک است .
- کار با این لیزرها مستلزم نهایت دقت است .

دستورالعملهای ایمنی لیزر برای کلاسهای مختلف

- کلاس یک :

دستورالعمل خاصی وجود ندارد .

- کلاس دو :

باید دارای برچسبهای اخطاردهنده باشند .

نباید به طور پیوسته و بیش از حد تابش مجاز MPE به پرتوی لیزر خیره شد .

نباید لیزر را بدون هدف به طرف چشم افراد نشانه گرفت .

کلاس سه :

- دارای برچسبهای اخطار دهنده باشند .
- نباید لیزر را به طرف چشم نشانه گرفت .
- استفاده از عینکهای ایمنی در حین کار .
- به کار گیری یک چراغ هشدار دهنده یا بوق ، که نشان بدهد لیزر در حال کار است.
- عدم مشاهده ی پرتوی لیزر به طور مستقیم توسط دوربین و تلسکوپ بدون فیلترهای ایمنی.
- خارج کردن اشیاء با قابلیت انعکاس پرتو از مسیر پرتوی لیزر.
- تنها افراد آگاه و مجرب مجاز به استفاده از این لیزرها هستند.

کلاس چهار :

- نصب برچسب خطر و کنترل دستگاه به طور مرتب
- به کارگیری لیزر در محدوده ی بسته و قابل کنترل
- استفاده از عینکهای محافظ
- قرار دادن محافظ ضد آتش بین لیزر و کاربر(برای لیزرهای دارای طول موج حرارتی)
- بهره برداری به وسیله افراد تعلیم دیده

دستورالعمل های حفاظتی عمومی

- هرگز مستقیما به پرتو نگاه نشود .
- حتی اگر شخص از چشمه ی نور دور است نباید به آن نگاه کند .
- استفاده از عینکهای محافظ چشم
- استفاده از عینکهای مربوط به هر طول موج خاصی از لیزر
- عدم خروج چشمه پرتوی لیزر از محیط کار
- استفاده از مینیمم توان لیزر
- دور کردن اشیاء غیر ضروری و نامربوط (اشیاء براق و ساعت)

MPE (Maximum Permissible Emission) یا حداکثر تابش مجاز

- بافت به چه میزان و چه مدت می تواند در معرض پرتو لیزر قرار بگیرد بدون آنکه دچار صدمه و یا تغییر بیولوژیکی شود.
- تابعی است از مدت زمان تابش ، پهنای پالس لیزر، طول موج و آهنگ تکرار لیزر.
- واحد(سطح / ژول Radiant exposure) یا (سطح / توان Irradiance)

ANSI-Z-136-1

	طول موج (μm)	سطح MPE (w/cm^2)			
Laser type		۰/۲۵ sec	۱۰ sec	۶۰۰ sec	۳۰۰۰۰ sec
CO_2 (cw)	۱۰/۶	---	$۱۰۰/۰ \times ۱۰^{-۳}$	---	۱۰۰×۱۰^{-۳}
Nd:YAG(cw)	۱/۳۳	---		۵/۱ ۱۰	$۱/۶ \times ۱۰^{-۳}$
Nd:YAG (cw)	۱/۰۶۴	---	$۵/۱ \times ۱۰^{-۳}$	---	$۱/۶ \times ۱۰^{-۳}$
Nd:YAG (Q – switched)	۱/۶۴	---	$۱۷/۰ \times ۱۰^{-۶}$	---	$۲/۳ \times ۱۰^{-۶}$
GaAs(Diode/cw)	۰/۸۴۰	---	$۱/۹ \times ۱۰^{-۳}$	---	$۶۱۰/۰ \times ۱۰^{-۶}$
HeNe(cw)	۰/۶۳۳	$۲/۵ \times ۱۰^{-۳}$	---	۲۹۳×۱۰^{-۶}	$۱۷/۶ \times ۱۰^{-۶}$
Krypton (cw)	۰/۶۴۷ ۰/۵۶۸ ۰/۵۳۰	$۲/۵ \times ۱۰^{-۳}$ $۳۱/۰ \times ۱۰^{-۶}$ $۱۶/۷ \times ۱۰^{-۶}$	---	$۳۶۴/۰ \times ۱۰^{-۶}$ $۲/۵ \times ۱۰^{-۳}$ $۲/۵ \times ۱۰^{-۳}$	$۲۸/۵ \times ۱۰^{-۶}$ $۱۸/۶ \times ۱۰^{-۶}$ $۱/۰ \times ۱۰^{-۶}$
Argon(cw)	۰/۵۱۴	$۲/۵ \times ۱۰^{-۶}$	---	$۱۶/۷ \times ۱۰^{-۶}$	$۱/۰ \times ۱۰^{-۶}$
XeFl(Excimer/cw)	۰/۳۵۱	----	---	---	$۳۳/۳ \times ۱۰^{-۶}$
XeCl(Excimer/cw)	۰/۳۰۸	---	---	----	$۱/۳ \times ۱۰^{-۶}$

NHZ (Nominal Hazard Zone) یا محدوده اسمی خطر

- محدوده ای از بافت که ممکن است بیش از حد مجاز MPE پرتودهی گردد و آسیب ببیند و وابسته به طول موج پرتو،قطر آن ،واگرایی پرتو ، نرخ تکرار پالس ، توان لیزر ، زمان پرتودهی و مشخصات عدسیهای لیزر است .

محدوده NHZ برای لیزرهای مختلف

		محدوده‌ی خطر (متر)		
نوع لیزر	Exposure Criteria	تابش پراکنده	عدسی روی لیزر قرار گیرد	تابش مستقیم
Nd:YAG				
۱۰۰ Watt	۸ ساعت	۱/۴	۱۱/۳	۱۴۱۰
۱/۰۶۴ μm	۱۰ ثانیه	۰/۸	۶/۳	۷۹۲
CO_2				
۵۰۰ Watt	۸ ساعت	۰/۴	۵/۳	۳۰۹
۱۰/۶ Hm	۱۰ ثانیه	۰/۴	۵/۳	۳۹۰
آرگون				
۵/۰ Watt	۸ ساعت	۱۲/۶	$۱/۷ \times ۱۰^{۳}$	$۲۵/۲ \times ۱۰^{۳}$
۰/۴۸۸ μm	۰/۲۵ ثانیه	۰/۲۵	۳۳/۳	۲۴۰

EL (Exposure Limit) یا حد تابش

- شدت تابشی که در فاصله زمانی معین به بافت یا چشم آسیبی نرساند ، که حاصل ضرب MPE باسطح خروجی است .
(Watt)

پیشگیری از خطرات لیزرهای پزشکی

۱. آموزش افراد ← آموزش در هر زمینه به عنوان مهم ترین مسله مطرح می باشد .

۲. محیط ← جلوگیری از ورود غیر منتظره اشخاص به قسمت کنترل و محل کاربری لیزر بسیار مهم است . نصب علایم احتیاط در مکان های ورودی اتاق های اپراتوری لیزر .

۳. خارج از اتاق لیزر

- نصب علامت مشخص کننده احتمال وجود خطر
- عینکهای محافظ
- نصب قفل اتوماتیک بر درب ورودی اتاق

۴. داخل اتاق لیزر :

- نصب پرده مناسب بر پنجره ها
- کاهش ورود و خروج به محل لیزر
- محل رفت و آمد ایمن در برابر لیزر ، با سنگفرش مخصوص و متفاوت با کف
- نصب علامت هشداردهنده درمحل دریچه ی خروجی پرتو
- همراه نداشتن لوازم فلزی یا براق برای مسئولین و بیماران
- محکم کردن لیزر و ابزارهای مربوط به کار
- استفاده از پریسکوپ برای تغییر ارتفاع پرتوی تابشی

۵. تجهیزات اتاق لیزر

- خارج نگه داشتن وسایل اتاق از مسیر پرتو .
- استفاده از آینه محدب و یا ابزارهای فلزی صیقلی برای تغییر جهت پرتوی لیزر .
- استفاده از میله های نازک فلزی یا کوارتزی که در برابر لیزر تغییر شکل ندهند .

۶. حفاظت بیمار :

- عینک های محافظ
- تمیز کردن اتاق
- استفاده از اسفنج مرطوب
- مرطوب کردن نواحی مناسب روپوش جراح
- حفاظت درون نای با لوله های سیلیکون و لاستیک قرمز

۷. حفاظت پرسنل :

- آشنایی با خطرات ناشی از تابش پرتوی لیزر
- به کارگیری روشهای حفاظت از چشم ، بسته به نوع سیستم هدایتی پرتو
- استفاده از مکانیزم باز و بسته کردن مسیر نور (شاتر) با سیستم لیزر

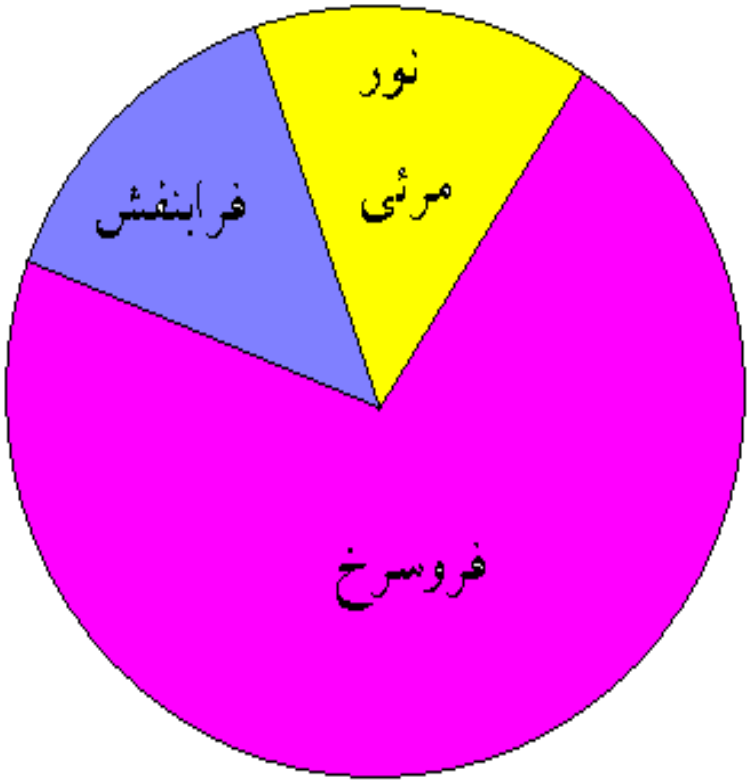
متصدی ایمنی

وظایف :

۱. دادن آموزشهای لازم و نیز به روز نمودن اطلاعات تمامی کاربران لیزر با استانداردهای ایمنی لیزر .
۲. بررسی سطح کیفیت لوازم لیزر پزشکی و نظارت بر آنها .
۳. هماهنگ کننده در فعالیت های علمی لیزر پزشکی برای پزشکان و پرستاران .
۴. راهبری برنامه ها ی باز آموزی و آموزش لیزر پزشکی .
۵. جلوگیری از فعالیت مراکزی که اصول ایمنی را رعایت نمی کنند .

اندازه‌گیری پرتوهای نوری و مقایسه با حد

پرتوهای نوری



تعیین شدت پرتو

- برای تعیین *میزان خطرناکی پرتو*، لازم است، شدت پرتو در *محل قرارگرفتن* هرشخص به خصوص در محل قرار گرفتن چشم تعیین شود.

- در برخی شرایط می توان شدت پرتو را با دقت خوب محاسبه کرد.

- در اغلب موارد شدت پرتو باید با اندازه گیری تعیین شود.

تعیین شدت پرتو- محاسبه

- برای *منابع نقطه ای* شدت نور از رابطه زیر محاسبه می شود:

$$E = \frac{P}{A}$$

- E= شدت نور
- P= توان منبع نور
- A= مساحت سطحی است که تمام نقاط آن بطور همزمان از منبع موج دریافت می کنند.

- در اغلب موارد، محاسبه شدت نور توسط رابطه ی فوق دقت کافی نداشته و فقط تخمینی از شدت واقعی پرتو را بدست میدهد زیرا:

- انعکاس: نور از سطوح موجود در محیط
- جذب: نور توسط موانع موجود در مسیر نور
- یکنواخت نبودن تابش: منبع

سؤال: یک لامپ ۴۰ وات در تمام جهات تابش یکسان دارد وطول موج پرتو آن ۲۵۶ نانو متر است. شدت پرتو در فاصله ۱ متری لامپ چقدر است؟

$$E = \frac{P}{A} = \frac{۴۰}{۴\pi r^{۲}} = \frac{۴۰}{۴\pi (۱)^{۲}} = ۳.۱۸ (W/m^{۲})$$

بررسی میزان خطرناکی پرتوها در محیط کار

- میزان خطرناکی پرتو در محیط کار به طول موج یا بسامد و شدت پرتو در محل استقرار فرد بستگی دارد.

- برای اندازه گیری شدت هر نوع پرتو باید از دستگاه مخصوص همان نوع پرتو استفاده کرده و اعداد بدست آمده را با حدود پرتوگیری طبق استاندارد ملی ایران برای آن نوع پرتو مقایسه کرد و میزان خطرناکی پرتو در محیط را تخمین زد.

اندازه‌گیری پرتوهای نوری

- کمیت مورد اندازه‌گیری= چگالی یا شدت پرتو برحسب وات‌برمترمربع

- محل اندازه‌گیری= محل استقرار شخص (پوست و **چشم**)

- پرتوهای نوری با طول موج‌های مختلف و شدت یکسان اثرات مشابهی ندارند و میزان تخریب سلولی آن‌ها متفاوت است.

اندازه‌گیری پرتوهای نوری(ادامه)

- برای بررسی میزان خطرناکی پرتو باید شدت آن در هر طول موج در ضریب تاثیر طول موج بر بدن ضرب شود.

- حاصل‌ضرب چگالی(شدت) پرتو در ضریب تاثیر طول موج= چگالی(شدت) مؤثر پرتو

- چگالی(شدت) موثر کل= مجموع چگالی(شدت)های مؤثر

اندازه‌گیری پرتوهای نوری(ادامه)

- هرچه ضریب تاثیر پرتو بر بدن بیشتر باشد، پرتو اثر تخریبی بیشتری بر بافت دارد.
- برای بررسی خطرات پرتوهای نوری لازم است شدت مؤثر پرتو تعیین شود.
- چگالی(شدت) پرتو به نحوه‌ی تاثیرگذاری طول موج‌های مختلف بر بدن بستگی ندارد.
- چگالی(شدت) مؤثر پرتو به نحوه‌ی تاثیرگذاری طول موج‌های مختلف بر بدن بستگی دارد.

جدول حدود استاندارد برای پرتو های فرابنفش:

ردیف	طول‌موج به (nm)	ضریب نسبی تاثیر S_λ	حد پرتو دریافتی به $\frac{J}{m^2}$
1	180	0/012	2500
2	190	0/019	1600
3	200	0/030	1000
4	205	0/051	590
5	210	0/075	400
6	215	0/095	320
7	220	0/120	250
8	225	0/150	200
9	230	0/190	160
10	235	0/240	130
11	240	0/300	100
12	245	0/360	83
13	250	0/430	70
14	254	0/500	60
15	255	0/520	58
16	260	0/650	46
17	265	0/810	37
18	270	1/000	30
19	275	0/960	31

ردیف	طول‌موج به (nm)	ضریب نسبی تاثیر S_λ	حد برتو دریافتی به $\frac{J}{m^2}$
20	280	0/880	34
21	285	0/770	39
22	290	0/640	47
23	295	0/540	56
24	297	0/460	65
25	300	0/300	100
26	303	0/120	250
27	305	0/060	500
28	308	0/026	1200
29	310	0/015	2000
30	313	0/006	5000
31	315	0/003	10000
32	316	0/0024	13000
33	317	0/0020	15000
34	318	0/0016	19000
35	319	0/0012	25000
36	320	0/0010	29000
37	322	0/00067	45000
38	323	0/00054	56000

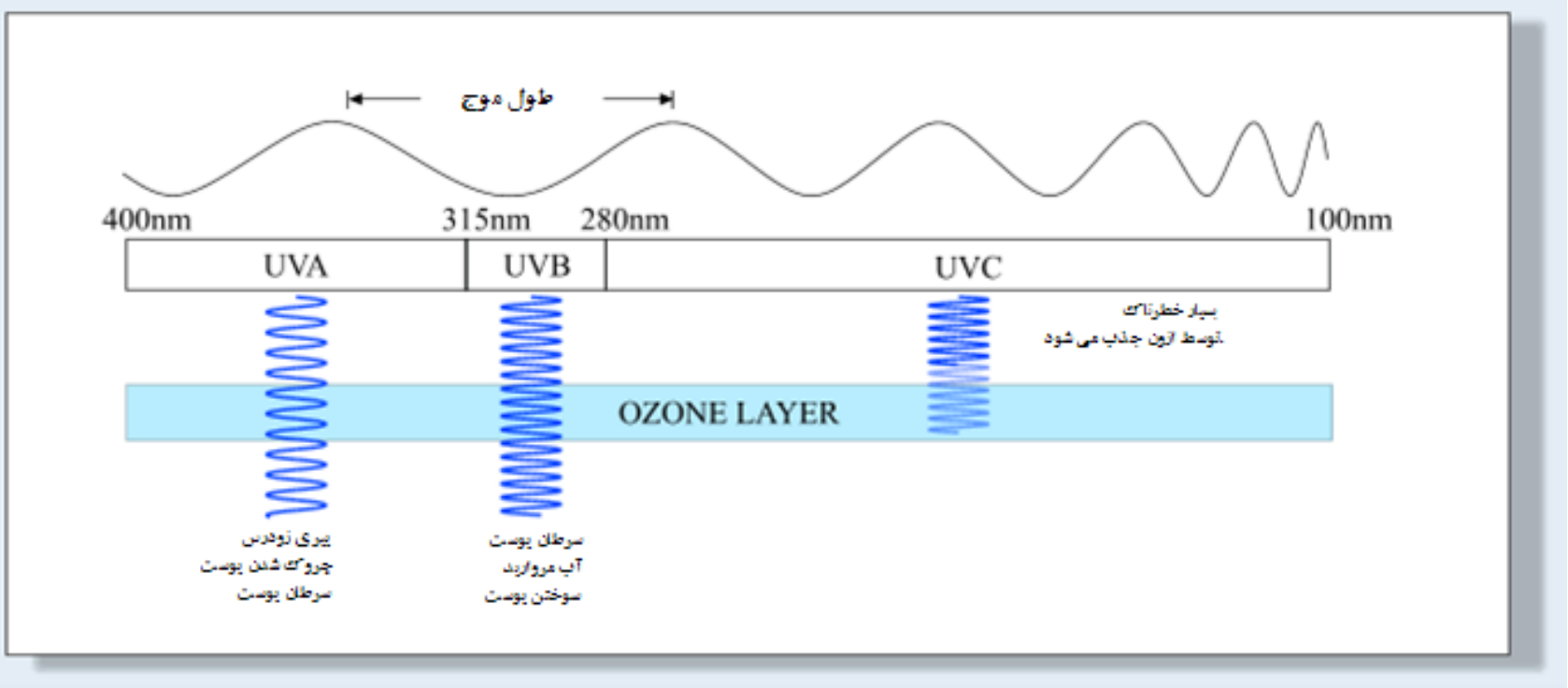
ردیف	طول‌موج به (nm)	ضریب نسبی تاثیر S_λ	حد برتو دریافتی به $\frac{J}{m^2}$
39	325	0/00050	60000
40	328	0/00044	68000
41	330	0/00041	73000
42	333	0/00037	81000
43	335	0/00034	88000
44	340	0/00028	110000
45	345	0/00024	130000
46	350	0/00020	150000
47	355	0/00016	190000
48	360	0/00013	230000
49	365	0/00011	270000
50	370	0/000093	320000
51	375	0/000077	390000
52	380	0/000064	470000
53	385	0/000053	570000
54	390	0/000044	680000
55	395	0/000036	830000
56	400	0/000030	1000000

مثال

- مشخصات پرتو در سه نقطه از محیط در جدول زیر داده شده است. به سئوالات زیر پاسخ دهید.
- الف- در کدام نقطه شدت مؤثر پرتو بیش تر است؟
- ب- قرار گرفتن در کدام نقطه خطرناک تر است؟

طول موج(نانومتر)	شدت(وات بر مترمربع)	ضریب تاثیر
۲۷۰	۵	۱
۲۴۰	۲۰	۰/۳
۳۱۰	۱۰۰	۰/۰۱۵

پرتو هاي فرا بنفش



اندازه گیری و حدود پرتوهای فرابنفش

- لامپهای معمولی فرابنفش معمولا دارای طیف گسترده هستند بنابراین برای پیداکردن شدت نور آنها باید طیف لامپ را اندازه گیری کرد و شدت مؤثر پرتو را از رابطه زیر بدست آورد:

$$E_{eff} = \sum E_\lambda S_\lambda \Delta\lambda$$

E_λ شدت پرتو در طول موج λ و S_λ ضریب حساسیت بدن با طول موج λ و $\Delta\lambda$ اختلاف دو طول موج متوالی است که اندازه گیری E_λ در آنها انجام می شود.

- مدت زمان مجاز قرار گرفتن در محیطی با شدت مؤثر فوق:
- یکای E_{eff} ، W/m^2 است.

$$E_{eff} \times t \leq ۳۰ \, j/m^۲$$

اندازه گیری و حدود پرتوهای فرابنفش

- همچنین لازم است که درطول موج های ۳۱۵ الی ۴۰۰ نانو متر علاوه بر مراعات حد شدت مؤثر پرتو ، انرژی تابش (منظور انرژی دریافتی نیست) پرتو ماوراء بنفش در محل چشم در هر شبانه روز کمتر از $۱۰^{۴}$ ژول بر متر مربع شود.

- $E . t < 10^4$

حدود پرتوگیری

- جزئیات بیش تر در مورد حدود پرتوهای نوری در استاندارد پرتوهای غیر یونساز- حدود پرتوگیری با کد مصوب ۸۵۶۷ در دسترس است.

- این استاندارد در وب سایت سازمان انرژی اتمی ایران موجود است.
- www.aeoi.org.ir

دستگاه‌های اندازه‌گیری پرتوهای نوری

- **اسپکتروراديومترها**
- اندازه‌گیری چگالی پرتو در هر طول موج؛
- معمولا بسیار گران‌قیمت؛
- نیاز به آموزش برای کاربرد دستگاه؛
- دقت بسیار خوب.

خرید اسپکتروراديومتر برای یک مرکز در صورتی اقتصادی است که طیف وسیعی از پرتوهای نوری نیاز به اندازه‌گیری داشته‌باشد.

دستگاه‌های اندازه‌گیری پرتوهای نوری

- **رادیومترها**
- اندازه‌گیری چگالی پرتو در محدوده‌های از پیش تعیین شده‌ی طول موج؛
- ارزان‌قیمت تر از اسپکتروراديومترها؛
- کاربرد ساده‌تر از اسپکتروراديومترها؛
- دقت کمتر از اسپکتروراديومترها- ولی عموما دارای دقت کافی در عمل.

دستگاه‌های اندازه‌گیری پرتوهای نوری

- **رادیومترها(ادامه)**
- برخی از رادیومترها چگالی پرتو و برخی دیگر چگالی موثر پرتو را اندازه گیری می کنند.

- در انتخاب رادیومتر با توجه به نوع کاربرد باید دستگاهی انتخاب شود که چگالی یا چگالی مؤثر را اندازه گیری می کند.

- دراغلب مراکز کار با پرتوهای نوری استفاده از رادیومتر توصیه می‌شود.

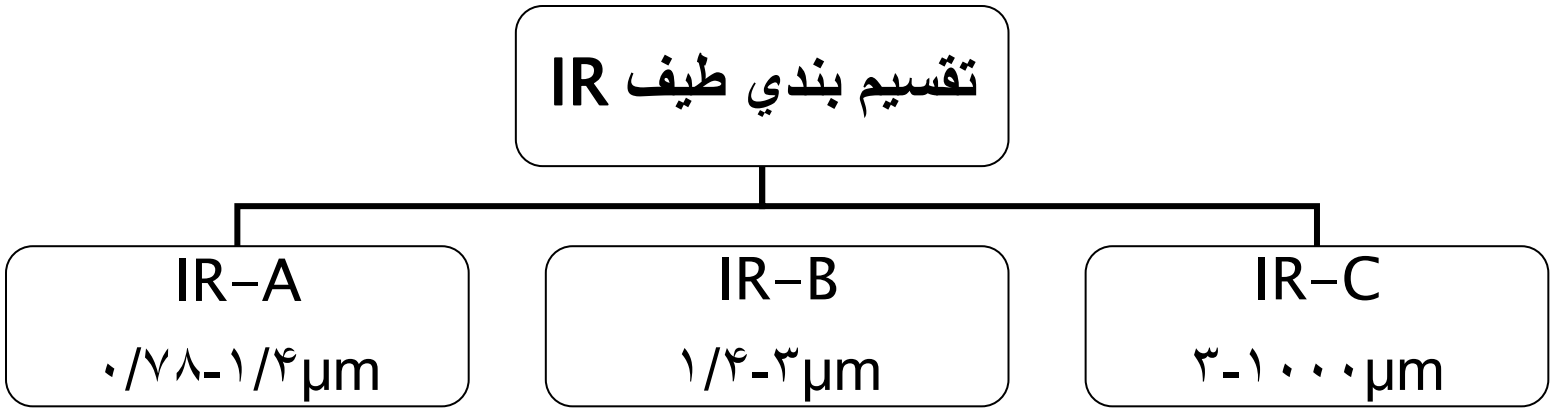
حدود پرتوهای نوری

- پس از اندازه‌گیری پرتوهای نوری مقادیر به‌دست آمده با حدود آن‌ها با توجه به استاندارد ملی ایران" پرتوهای غیریونساز- حدود پرتوگیری" با کد مصوب ۸۵۶۷ مقایسه شود.

- مقادیر بالاتر از حد: استفاده از تجهیزات حفاظتی مناسب الزامی

پرتو های فروسرخ

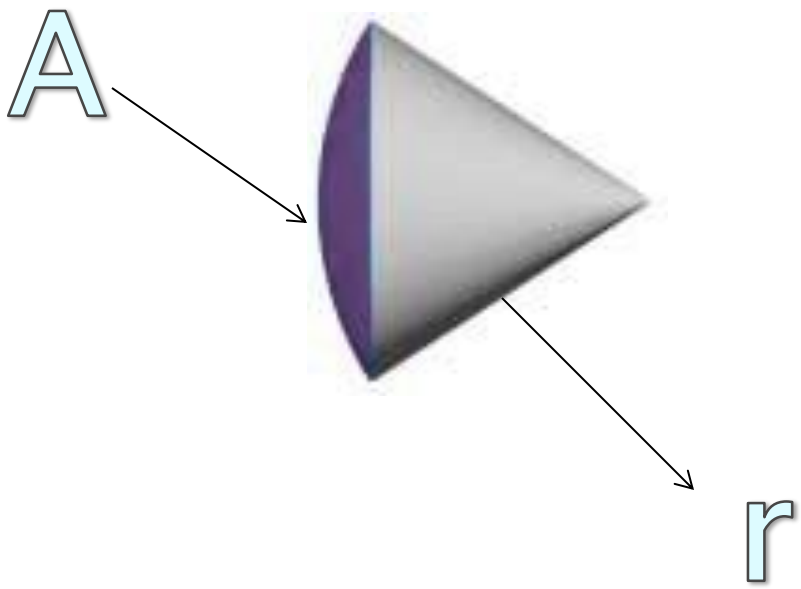
- پرتو های الکترو مغناطیسی با طول موج ۱۰۰۰-۰/۷۸ میکرون.
- این پرتوها از هر ماده ای که دمای آن بالا تر از صفر کلوین باشد ساطع می شود .



حد شدت پرتو فروسرخ در طول موج ۷۸۰ تا ۳۰۰۰ نانومتر بر اساس تاثیر گرمایی بر عدسی و قرنیه

حد شدت کل (وات بر متر مربع)	مدت زمان پرتو گیری (ثانیه)
$۱/۸\times۱۰^{۴}t^{-\frac{۳}{۴}}$	$t \leq ۱۰۰۰$
۱۰۰	$t \phi ۱۰۰۰$

تعریف زاویه فضایی



کمیت هایی که اندازه گیری می شود.

تابندگی(رادیانس)

- توان تابشی از واحد سطح یک منبع تابش کننده در واحد زاویهٔ فضایی . تابندگی معادل شار خارج شده از واحد سطح در واحد زاویهٔ فضایی است. تابندگی برای منبع نور تعریف می شود.یکای آن در سیستم بین المللی یکا ها (SI) وات بر مترمربع بر استرادیان است.

کمیت هایی که اندازه گیری می شود.

- **تابندگی(رادیانس) موثر**

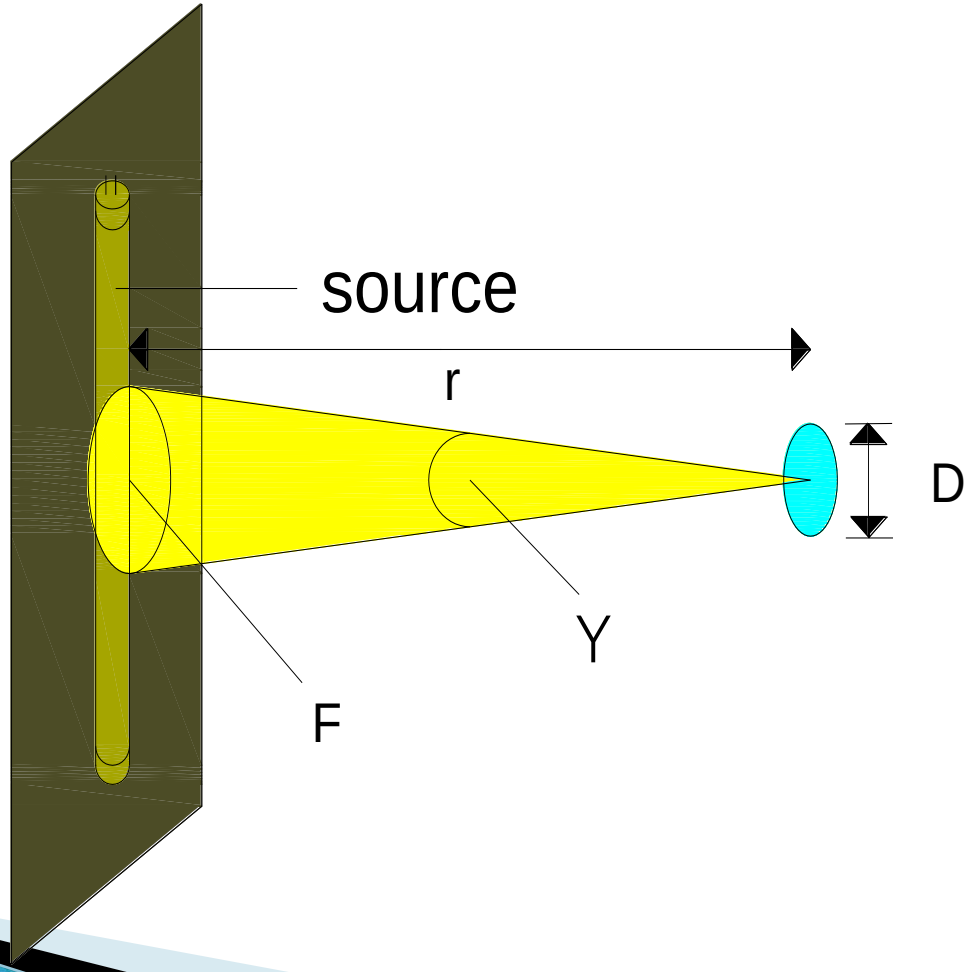
$$L_{eff} = \sum_{\lambda_1}^{\lambda_2} L_\lambda . R(\lambda) . \Delta\lambda$$

- L_{eff}، تابندگی در طول موج λ
- $R(\lambda)$،ضریب خطر ناکی طول موج λبرای شبکیه
- λ_1 و λ_2، طول موج هایی است که تابندگی موثر بین آن ها به دست می آید.
- یکای تابندگی موثر در سیستم بین المللی یکا ها وات بر مترمربع بر استرادیان است.

طریقه تعیین تابندگی

به ترتیب زیرعمل کنید:

- شدت یاچگالی را با شرایط شکل صفحه بعد در نقطه مورد نظر اندازه گیری کنید(E).
- بافرمول زیر رادیانس یا L را محاسبه کنید.
- $L=E.4r^2/\pi F^2$
- درفرمول فوق اگر به جای E شدت در یک طول موج قرار گیرد، مقدار L در همان طول موج محاسبه می شود.


source
r
D
Y
F

حد تابندگی بر اساس تاثیر گرمایی نور بر شبکیه

- تابندگی موثر یک منبع نور در محدودهٔ طول موج های ۳۸۰ الی ۱۴۰۰ نانو متر باید از حد تابندگی موثر آن منبع کمتر باشد .
- برای محاسبه حد تابندگی محدودیت هایی باید رعایت شود که درمتن استاندارد آمده است.
- α، زاویه رویت منبع نور، r فاصله چشم از منبع، D_L بعد متوسط منبع نور، و t زمان پرتو گیری است.

$$\alpha = \frac{D_L}{r}$$

حد تابندگی موثر	α(رادیان)	t (ثانیه)
$\frac{5\times10^{4}}{\alpha t^{0/25}}$	۰/۰۰۱۷ π α π ۰/۱	$10^{-5} \leq t \leq 10$
$\frac{2/812\times10^{4}}{\alpha}$	۰/۰۰۱۷ π α π ۰/۱	t ϕ ۱۰
$\frac{8/891\times10^{5}}{\alpha}$	۰/۰۰۱۷ π α π ۰/۱	$t \pi 10^{-5}$
$\frac{2/941\times10^{7}}{t^{0/25}}$	α π ۰/۰۰۱۷	$10^{-5} \leq t \leq 10$
$1/654\times10^{7}$	α π ۰/۰۰۱۷	t ϕ ۱۰
$5/230\times10^{8}$	α π ۰/۰۰۱۷	$t \pi 10^{-5}$
$\frac{5\times10^{5}}{t^{0/25}}$	α ϕ ۰/۱	$10^{-5} \leq t \leq 10$
$2/812\times10^{5}$	α ϕ ۰/۱	t ϕ ۱۰
$8/891\times10^{6}$	α ϕ ۰/۱	$t \pi 10^{-5}$

حد تابندگی بر اساس تاثیر گرمایی نور بر شبکیه

- اگر منبع فقط تولید کنندۀ پرتو ی مادون قرمز نزدیک (۱۴۰۰-۷۸۰ نانو متر) است و نور مرئی قابل توجهی تولید نمی کند و مدت پرتوگیری از۱۰ثانیه بیشتر است، میتوان به جای رعایت .حدود جدول قبل جدول بعد را رعایت کرد ولی اگر زمان از ۱۰ ثانیه کم تر باشد همان جدول قبل باید رعایت شود.

حد تابندگی موثر بر حسب وات برمترمربع براسترادیان	α(رادیان)	t (ثانیه)
$۵/۴۵۴ \times ۱۰^{۵}$	$\alpha \pi ۰/۰۱۱$	$t \phi ۱۰$
$\frac{۶۰۰۰}{\alpha}$	$۰/۰۱۱ \pi \alpha \pi ۰/۱$	$t \phi ۱۰$
۶۰۰۰۰	$\alpha \phi ۰/۱$	$t \phi ۱۰$
حد باید براساس جدول قبل تعیین شود.		$t \leq ۱۰$

طول موج (nm)	R(λ)	طول موج (nm)	R(λ)
۳۸۰	۰/۱	۴۵۵	۹
۳۸۵	۰/۱۳	۴۶۰	۸
۳۹۰	۰/۲۵	۴۶۵	۷
۳۹۵	۰/۵	۴۷۰	۶/۲
۴۰۰	۱	۴۷۵	۵/۵
۴۰۵	۲	۴۸۰	۴/۵
۴۱۰	۴	۴۸۵	۴
۴۱۵	۸	۴۹۰	۲/۲
۴۲۰	۹	۴۹۵	۱/۶
۴۲۵	۹/۵	۵۰۰تا ۷۰۰	۱
۴۳۰	۹/۸	۷۰۰-۱۰۵۰	$10^{[(700-\lambda)/500]}$
۴۳۵	۱۰	۱۰۵۰-۱۱۵۰	۰/۲
۴۴۰	۱۰	۱۱۵۰-۱۲۰۰	$0/2 \times 10^{0/02[(1150-\lambda)]}$
۴۴۵	۹/۷	۱۲۰۰-۱۴۰۰	۰/۰۲
۴۵۰	۹/۴		

حد پرتوگیری فروسرخ- پوست

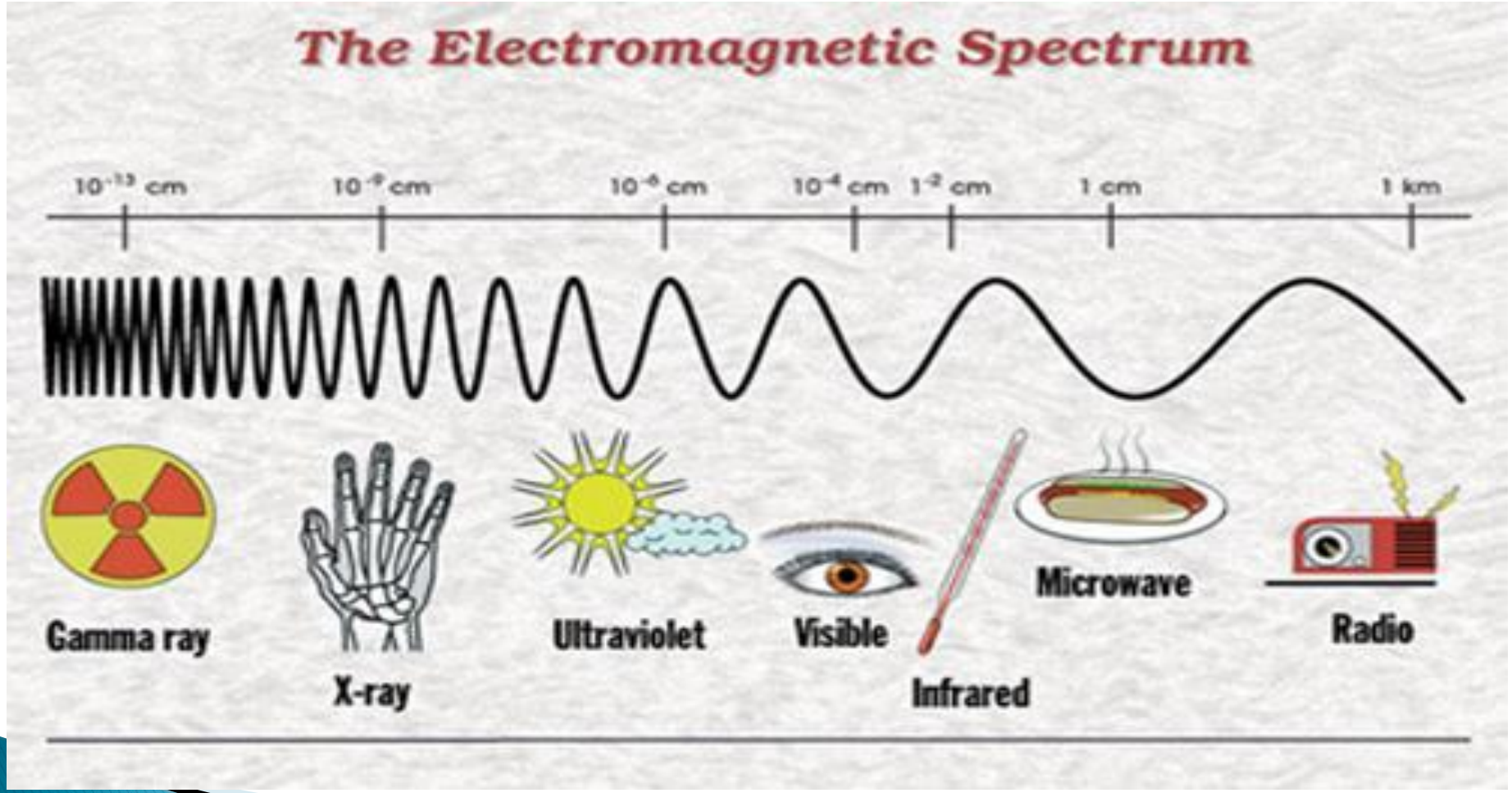
- اگر مدت زمان تابش به پوست کمتر از ۱۰S باشد ، باید انرژی تابشی به واحد سطح پوست کمتر از $۲۰۰۰۰ t^{\frac{۱}{۴}}$ ژول بر متر مربع باشد .
- حد خاصی برای زمان تابش بیشتر از ۱۰S تعیین نمی شود زیرا عکس العمل طبیعی بدن به گرما ی اصل مانع آسیب دیدن پوست می شود .

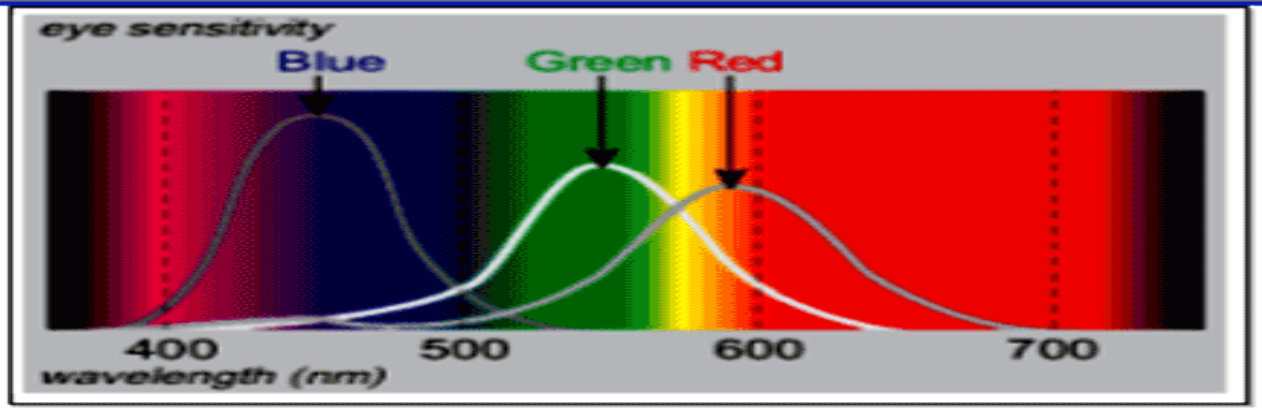
BEHROOZ TOOLS
Measuring Instruments

WWW.BTMCO.IR

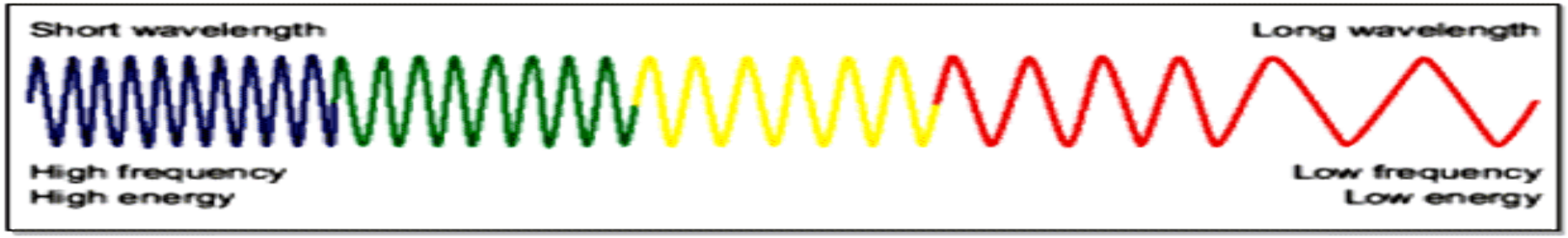
میدان های الکترومغناطیس

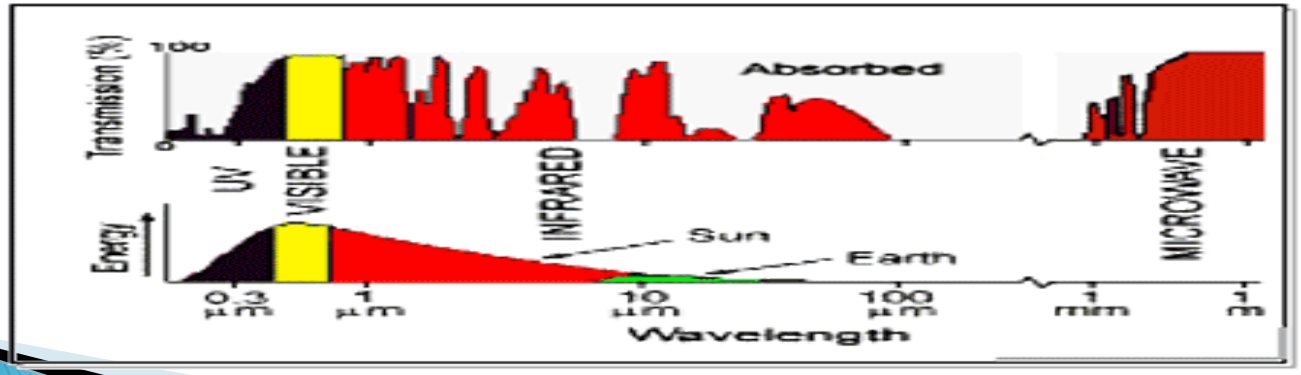
امواج الكترومغناطيس





نام	طول موج (میکرومتر)
طول موج نوری	۰/۴ تا ۱۵
بخش بازتابی	۰/۴۸ تا ۳
۱) مرئی	۰/۴۸ تا ۰/۷۲
۲) ماحون قرمز نزدیک	۰/۷۲ تا ۱/۳
۳) ماحون قرمز میانه	۱/۳ تا ۳
۴) ماحون قرمز حور (نشری و گرمایی)	۷ تا ۱۵





میدان الکترومغناطیس درچه محل هایی ایجاد میشود

- اصولا در هر محلی که از وسایل برقی استفاده میشود در اطراف آن وسیله میدان الکتریکی ومغناطیسی ایجاد میگردد این میدان ها با چشم قابل مشاهده نیستند ولی با آشکار سازی اثرات آنها پی به وجود این میدان ها میتوان برد این میدان ها در محیط کار وزندگی با شدت های مختلف تولید میشوند دستگاه اندازه گیری میدان الکترومغناطیس این مقادیر را اندازه گیری می نماید

میدان الکترومغناطیس بیشتر در چه نقاطی باید اندازه گیری شود

- اگر چه میدان الکترومغناطیس در اطراف تمام دستگاههای که برق از آن عبور می کند وجود دارد ولی در اکثر دستگاهها (نظیر کامپیوتر – پرینتر – تلویزیون – و...) این میدان بسیار پایین تر از حد مجاز است ودر قیاس با استاندارد بسیار پایین است لذا جهت اندازه گیری میدانهای الکترومغناطیس بیشتر باید اطراف دستگاههایی اندازه گیری شود که با ولتاژ بالا کار میکنند یا نقش ژنراتور دارند یا در آنها از ترانس های بسیار قوی استفاده میشود یا محل عبور برق با ولتاژ بالا می باشد نظیر دکل های برق فشار قوی وتجهیزات تقویت کننده برق می باشد

دستگاههایی که مقادیر زیاد میدان الکترومغناطیس ایجاد می کنند

- ترانس ها
- تابلو برق فشار قوی
- رله ها
- دستگاههای ترک یابی قطعات توسط میدان مغناطیسی
- دستگاههای جوش نقطه ای
- بعضی دستگاههای پزشکی نظیر MRI
- سویچ یارد های پست برق ۴۰۰ و ۶۰۰
- اطراف دکل های برق فشار قوی
- ژنراتور ها

حریم های دکل های برق فشار قوی

- ۱-برق ۲۰ کیلو ولت حریم درجه یک (داخل شهری) ۳ متر
  درجه دو(خارج شهری) ۵ متر
- ۲- برق ۶۳ کیلو ولت حریم درجه یک (داخل شهری) ۱۳ متر
  درجه ۲ (خارج شهری) ۲۰ متر
- ۳- برق ۲۳۰کیلو ولت حریم درجه یک (داخل شهری) ۱۷ متر
  درجه ۲ (خارج شهری) ۴۰ متر
- ۴- برق ۴۰۰کیلو ولت حریم درجه یک (داخل شهری) ۲۰ متر
  درجه ۲ (خارج شهری) ۵۰ متر

بررسی میدانهای الکترومغناطیس

- میدانهای الکترومغناطیس روی سیستم اعصاب مرکزی تاثیرمی گذارد در مواردی سرطان خون نیز در جانوران دیده شده است لذا باید کارگرانی که در معرض این میدانها قرار می گیرند مورد پایش فیزیکی محل کار وپایش بیولوژیکی خون قرار گیرند جهت اندازه گیری میدان الکتریکی ومغناطیسی در محل کار اپراتور حضور می یابیم واندازه گیری میدان الکتریکی ومغناطیسی را انجام میدهیم ومقادیر اندازه گیری را با استاندارد مقایسه می کنیم

دستگاه اندازه گیری میدان الکترومغناطیس

- این دستگاه شامل قسمتهای زیر است
- کلید خاموش وروشن کردن دستگاه
- پروپ یا احساسگر
- صفحه نمایشگر
- کلید تعیین وضعیت کمیت اندازه گیری (الکتریکی – مغناطیسی)
- فیلتر فرکانس
- محل استقرار باطری

آماده سازی دستگاه

- ابتدا یک عدد باطری ۹ ولتی در محل اسقرار باطری قرار داده میشود سپس با کلید خاموش وروشن کردن دستگاه ، دستگاه را روشن میکنیم سپس کلید دو وضعیتی الکتریکی مغناطیسی را دروضعیت مغناطیسی قرار میدهیم ودر محل استقرار کارگر حضور میبابیم وابتدا در جهت X سپس در جهت Y ودر محور Z اندازه گیری میدان مغناطیسی را انجام میدهیم ابتدا در رنج ۲۰۰ اندازه گیری را انجام میدهیم اگر رنج کم بود به رنج ۲۰۰۰ واگر باز هم کم بود در این صورت به رنج ۲۰۰۰۰ می رویم عدد قراعت شده بر حسب نانو تسلا می باشد چون استاندارد ها بر حسب میلی تسلا تعریف شده عدد به دست آماده را تقسیم بر ۱۰۰۰۰۰۰ می کنیم تا به میلی تسلا تبدیل شود

اندازه گیری میدان الکتریکی

- کلید دو وضعیتی الکتریکی مغناطیسی را دروضعیت الکتریکی قرار میدهیم ودر محل استقرار کارگر حضور میبابیم وابتدا در جهت X سپس در جهت Y ودر محور Z اندازه گیری میدان الکتریکی را انجام میدهیم ابتدا در رنج ۲۰اندازه گیری را انجام میدهیم اگر رنج کم بود به رنج ۲۰۰ واگر باز رنج کم بود به رنج ۲۰۰۰ می رویم واندازه گیری را انجام میدهیم ومقادیر را برحسب ولت بر متر یاد داشت مینماییم وبا مقادیر استاندارد مقایسه می کنیم مقدار استاندارد برای برق شهر با فرکانس ۵۰ هرتز ۲۵۰۰۰ ولت بر متر می باشد

فیلتر کردن فرکانس

- دستگاه اندازه گیری مدل LH مقادیر میدان الکتریکی ومغناطیسی را در محدوده فرکانسی ۱۶ تا ۱۰۰۰۰۰ هرتز اندازه گیری می کند لذا چنانچه محدوده فرکانسی بین ۱۶ تا ۵۰۰ هرتز باشد با کلید فیلتر دامنه فرکانسی از ۱۶ تا ۱۰۰۰۰۰ هرتز به محدوده ۱۶ تا ۵۰۰ فیلتر میشود وقتی این کلید زده شود صفحه نمایشگر علامت مددی را نشان میدهد

تفسیر نتایج

- برای تنفسی نتایج باید به چند نکته توجه کرد :
- مقادیر اندازه گیری در سه محور را بررسی ومیزان شدت در هر محور با استاندارد مقایسه گردد تا جهت اصلی که بیشترین میزان ورود به بدن را دارد مشخص شود
- میزان توقف کارگر در آن محل یاد داشت شود
- تعداد دفعات حضور شخص در روز وهفته مشخص شود
- فرکانس منبع مشخص گردد
- استاندارد میزان میدان الکتریکی ومغناطیسی از طریق جداول کتابچه TLV مشخص گردد
- چنانچه میزان عدد قرائت شده بالاتر از حد مجاز باشد باید یا شدت میدان کاهش یابد ویا میزان مواجهه کارگر کاهش یابد

میدان های مغناطیسی پایا

- جداول مقادیر حد مجاز مواجهه شغلی محدوده های پرتوهای غیر یونساز و میدانها و همچنین شمول استفاده از مقادیر حد مجاز مواجهه شغلی برای آنها را نشان می دهد. مقادیر حدود مجاز مواجهه شغلی در این بخش مربوط به چگالی شار مغناطیسی پایا به مقادیری اشاره دارد که چنانچه شاغلین به طور مکرر در روزهای متوالی در مواجهه با آن قرار گیرند اثرات سوء بر سلامت آنان عارض نگردد

میدان های مغناطیسی پایا

مقادیر تعیین شده باید به عنوان راهنمایی جهت کنترل مواجهه با میدانهای مغناطیسی پایا استفاده شود ولی نباید به عنوان مرز مشخصی بین ایمنی و خطر تلقی گردد. مواجهه های شغلی عادی برای تمام بدن نباید از ۶۰ میلی تسلا (mT) معادل ۶۰۰ گوس (G) در روز و همچنین برای دستها و پاها از 600 mT (6000 G) در روز تجاوز کند. مقادیر فوق بر اساس میانگین وزنی زمانی (TWA)تعیین شده است.

- [1 (T)=گوس(G) تسلا]

میدان های مغناطیسی پایا

- سقف مقادیر توصیه شده برای تمام بدن در محیط های کاری معمول مساوی 2T و برای محیط های کاری کنترل شده و کارگران آموزش دیده 8T و برای اندام های انتهایی دستها و پاها مساوی 20T می باشد. احتمال دارد به علت نیروهای مکانیکی وارده از میدان مغناطیسی در وسایل و ابزاری با خاصیت فرومغناطیسی و بعضی از وسایل پزشکی کاشته شده در بدن، مخابرات ایمنی حاصل شود. افرادی که از وسایل ضربان ساز قلبی و وسایل پزشکی الکترونیکی مشابه استفاده می کنند نیز نباید در مواجهه با میدان های بیش از ۵/۰ میلی تسلا (5G)قرار گیرند همچنین در شار با شدت بیشتر ممکن است اثرات سوء ایجاد شود که حاصل نیروهای سایر وسایل کاشته شده در بدن مانند انواع بخیه های فلزی، گیره های مورد استفاده در درمان بعضی ناراحتی های عروقی، همچنین انواع اندام های مصنوعی (پروتزهای فلزی) و غیره باشد.

مقادیر حد مجاز مواجهه شغلی برای میدانهای مغناطیسی پایا

- TWAهشت ساعته تمام بدن 60 mT مقدار سقف 2 T
- TWAهشت ساعته دستها وپاها 600mT مقدار سقف 20 T
- مقدار سقف برای افراد حامل وسایل پزشکی 0.5 MT

میدانهای مغناطیسی با فرکانس های 30KHZ و کمتر از آن (زیر فرکانس رادیویی)

- مقادیر حد مجاز مواجهه شغلی با دامنه چگالی شار مغناطیسی ناشی از میدان های مغناطیسی با گستره فرکانسی 30KHzو کمتر از آن به مقادیری اشاره دارد که چنانچه شاغلین به طور مکرر در مواجهه با آن قرار گیرند اثر سوئی بر سلامت آنها عارض نگردد. برای تعیین مقادیر حد مجاز مواجهه شغلی شدت های میدان مغناطیسی به صورت مقادیر مؤثر (rms) داده شده است. این مقادیر به عنوان راهنمایی جهت کنترل پرتوگیری از میدان های مغناطیسی با زیر فرکانس های 30KHzو کمتر از آن تعیین شده است ولی نباد به عنوان یک مرز مشخص بین ایمنی و خطر تلقی شود. پرتوگیری های شغلی در گستره فرکانس بی نهایت کم (ELF)از یک تا ۳۰۰ هرتز، از مقدار سقف ارائه شده در رابطه زیر نباید تجاوز کند.

$$B = \frac{60}{f}$$

$$B = \frac{60}{f}$$

- در رابطه فوق، حد مواجهه شغلی بر حسب میلی تسلا (mT) می باشد و f فرکانس بر حسب هرتز است.
- پرتوگیری های شغلی در گستره فرکانس 300Hz تا30KHz (شامل باند فرکانس صوتی [vf] از 300Hzتا 3KHz و باند فرکانس خیلی کم [VLF]از 3KHz تا 30KHz است) نباید از مقدار سقف 0.2mtتجاوز کند. مقادیر سقف برای فرکانس های 300Hz تا 30KHz شامل پرتوگیری تمام بدن و همچنین قسمتی از بدن می باشد

میدان های مغناطیسی پایا

- مقدار حد مواجهه شغلی برای فرکانس های کمتر از 300Hz در ناحیه دستها و پاها با ضریب ۱۰ و همچنین برای بازو و ساق پا با ضریب ۵ می تواند افزایش یابد. چگالی شار مغناطیسی (mT)=60/f در فرکانس 60Hz مطابق با حداکثر چگالی شار مجاز 1mT می باشد. حد مواجهه شغلی در فرکانس 30KHz 0.2mT, است که مطابق با شدت میدان مغناطیسی 160/A/M می باشد.

شدت جریان تماسی

- **شدت جریان تماسی**
- شدت جریان تماسی ناشی از تماس با اجسام بدون اتصال به زمین که بار الکتریکی القایی را در یک میدان مغناطیسی زیر رادیویی کسب کرده است نمی بایست از حدود تماس نقطه ای اشاره شده در زیر جهت جلوگیری از شوک های الکتریکی تجاوز نماید:
- ۱ میلی آمپر در فرکانس ۱ هرتز الی ۲,۵ کیلوهرتز
- 0.4میلی آمپر در فرکانس ۲,۵ الی ۳۰ کیلوهرتز (در رابطه فرکانس بر حسب کیلو هرتز)

میدان های مغناطیسی پایا

- **توجه**
- ۱- مقادیر حد مجاز مواجهه شغلی تعیین شده بر اساس ارزشیابی داده های موجود از تحقیقات آزمایشگاهی و مطالعات مربوط به پرتوگیری انسان است. در صورت به دست آمدن اطلاعات جدیدتر، تغییراتی در مقادیر ارائه شده حاصل خواهد شد. تا کنون، اطلاعات کافی راجع به جواب های انسان و اثرات سوء احتمالی ناشی از
میدان های مغناطیسی در گستره فرکانس 1Hz تا 30KHz وجود ندارد تا بتوان بر اساس آن ها حد مواجهه شغلی را برای برآورد میانگین وزنی زمانی پرتوگیری تعیین نمود.

- ۲- مقادیر حد مجاز مواجهه شغلی تعیین شده، شاغلینی را که دارای دستگاه ضربان ساز قلبی هستند در مقابل تداخل امواج الکترومغناطیسی با دستگاه مزبور حفاظت نمی کند. بعضی از انواع دستگاه های ضربان ساز قلبی به تداخل با امواج الکترومغناطیسی ناشی از خطوط انتقال نیرو (با فرکانس ۵۰ الی ۶۰ هرتز) در چگالی شار مغناطیسی به کوچکی 0.1mTحساسیت نشان داده اند. به علت کمی اطلاعات ارائه شده از جانب کارخانه سازنده ضربان قلبی درباره تداخل امواج الکترومغناطیسی، توصیه می شود، پرتوگیری افراد حامل دستگاه مذکور و یا هر دستگاه مشابه دیگری که در بدنشان وجود دارد در حد 0.1mTو یا کمتر در فرکانس های مربوط به خطوط انتقال نیرو نگه داشته شود.

میدان های الکتریکی پایا و میدان های الکتریکی با فرکانس 30 KHz و کمتر از آن (زیر فرکانس رادیویی)

- مقادیر حد مجاز مواجهه شغلی تعیین شده اشاره به شدت های میدان با فرکانس رادیویی (30KHz و کمتر از آن) و همچنین میدان های الکتریکی پایا در محیط های کار بدون حفاظ دارد و نشان دهنده شرایطی است که تحت آن شرایط اگر کارکنان به طور مکرر در مواجهه با آن قرار گیرند، اثرات زیان آوری بر سلامت آنان عارض نشود. برای تعیین مقادیر حد مواجهه شغلی شدت های میدان الکتریکی به صورت مقادیر مؤثر (rms) داده شده است. این مقادیر به عنوان راهنما جهت کنترل پرتوگیری تعیین شده است و به علت حساسیت های فردی نباید به عنوان مرز مشخصی بین ایمنی و خطر تلقی شود

میدان های الکتریکی پایا

شدت های میدان الکتریکی تعیین شده برای مقدار حد مواجهه شغلی به میدان هایی اشاره دارد که در هوا موجودند و به دور از سطوح هادی ها قرار دارند (جایی که تخلیه های جرقه ای و جریان های تماس ممکن است مخاطرات جدی به بار آورد). پرتوگیری شغلی در فرکانس صفر هرتز (DC)تا ۲۲۰ هرتز نباید از شدت میدان 25KV/m بیشتر باشد. در فرکانس های 220Hz تا 3KHz مقدار سقف شدت میدان از رابطه زیر بدست می آید:

- $E=5/525*10^6/f$ حد مواجهه شغلی بر حسب V/m
-
- F فرکانس بر حسب هرتز است.
- در حد مجاز مواجهه شغلی برای فرکانس های 3KHz تا 30KHz مقدار سقف 1842V/m می باشد. این مقادیر سقف برای فرکانس های ۳ تا ۳۰ کیلو هرتز برای بخشی از بدن و نیز تمام بدن در نظر گرفته می شود.

میدان های الکتریکی پایا

- **توجه**
- ۱- مقادیر حد مجاز مواجهه شغلی بر اساس جریان های محدود در سطح بدن و جریان های داخلی القایی به مقادیری کمتر از آنچه که تصور می رود ایجاد اثرات زیان آوری بنماید، تعیین شده است. هر چند تاکنون دلایل و شواهد کافی مبنی بر زیان آور بودن پرتوگیری شغلی از این میدان ها برای سلامت کارکنان به دست نیامده است، اما نتایج برخی مطالعات آزمایشگاهی در شدت های میدان الکتریکی کمتر از مقادیر مجاز، برخی اثرات بیولوژیکی را نشان داده اند. در صورت به دست آمدن اطلاعات جدیدتر، تغییراتی در مقادیر ارائه شده داده خواهد

میدان های الکتریکی پایا

- در حال حاضر اطلاعات کافی راجع به پاسخ های انسان و اثرات سوء احتمالی ناشی از میدان های الکتریکی در گستره فرکانسی صفر تا 30KHzوجود ندارد تا بتوان بر اساس آنها حد مواجهه شغلی را برای میانگین وزنی زمانی پرتوگیری تعیین نمود.
- ۲- قرار گرفتن در میدان هایی با شدتی بیش از 5-7 KV/m بدون اتصال به زمین می تواند مخاطرات ایمنی وسیعی به دنبال داشته باشد. از جمله با وجود میدان الکتریکی با شدت زیاد ممکن است تخلیه الکتریکی و جریان های تماسی ناشی از هادی های زیرزمینی واقع در میدان، همراه با از جا پریدن بعلاوه سایر مخاطرات ایمنی مانند احتراق مواد قابل اشتعال و وسایل الکتریکی قابل انفجار، به وجود آید

میدان های الکتریکی پایا

- لازم است ضمن دقت زیاد اشیاء بدون اتصال به زمین حذف شوند، یا مجهز به سیم اتصال به زمین گردند (Earth)، و یا هنگام جابه جایی آنها از دستکش های عایق استفاده شود. در میدان های با شدت بیش از 15 KV/m لازم است از وسایل حفاظتی (مثل لباس، دستکش و انواع عایق های الکتریکی) استفاده شود.

میدان های الکتریکی پایا

- ۳- برای شاغلینی که دارای ضربان ساز قلبی هستند، مقادیر حد مجاز تعیین شده، آنها را در برابر تداخل امواج الکترومغناطیسی با دستگاه مذکور حفاظت نمی کند. بعضی از انواع ضربان سازهای قلبی در مقابل تداخل با میدان های الکتریکی با فرکانس مربوط به خطوط انتقال نیرو (۵۰ الی ۶۰ هرتز) حتی به شدتی به اندازه 2KV/m حساسیت نشان می دهند. به علت کمی اطلاعات ارائه شده از طرف کارخانه سازنده درباره تداخل امواج الکترومغناطیسی با دستگاه ضربان ساز قلبی، تمامی افراد حامل دستگاه ضربان ساز و سایر وسایل مشابه پزشکی باید در حد 1KV/m نگه داشته شود.