

بِسْمِ اللَّهِ الرَّحْمَنِ الرَّحِيمِ



# ماهیت ، انواع و عوارض پرتوهای یونیزان و غیر یونیزان

تهیه و تنظیم:

احمد شماعی زواره

کارشناس پرتوها مرکز بهداشت استان اصفهان

شهریور ۱۴۰۰

# اهمیت موضوع

ایزاک آسیموف :

در تاریخ بشر هیچ چیز مثل توسعه نیروی اتمی چشمان ما را به امکانات بهره برداری از علم باز نکرده است.

در ۲۰۰ سال گذشته بشر شاهد ظهور ماشینهای بخار، کشتیهای بخار، لکوموتیو، اتومبیل، هواپیما، سینما، تلویزیون و بطور کلی شاهد ظهور عصر ماشینی بوده است ولی هیچ یک از اینها مثل آنچه که بشر با اتم انجام داده است عجیب و غیر قابل باور نیست.

**"بنظر میرسد هیچ حد و مرزی در پیش رو نیست دنیای جدید  
، انرژی بی پایان و گستردگی جهان....."**

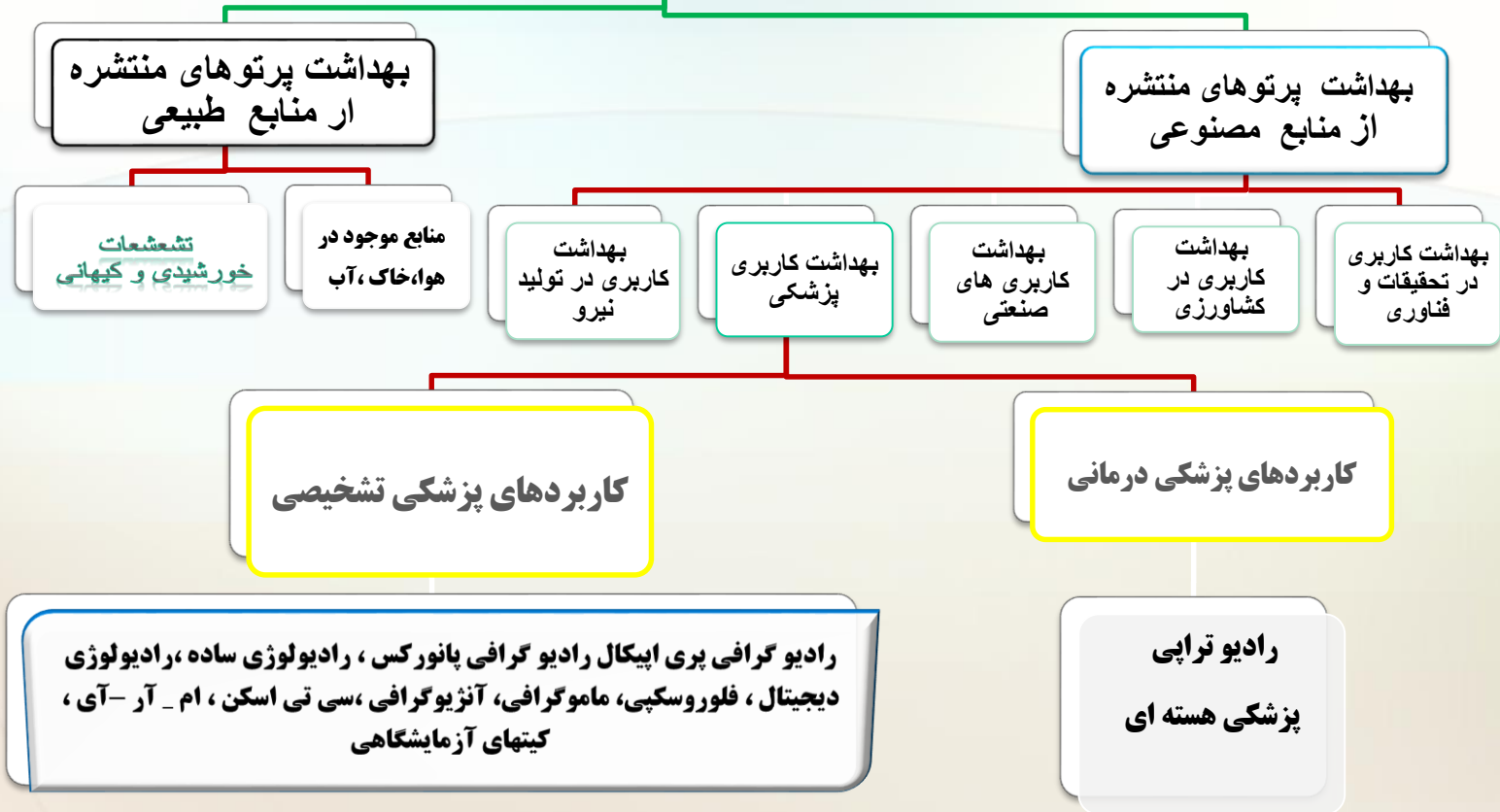
# مقایسه انرژی های مواد مختلف

نوع سوخت	J/ kg انرژی تولیدی
چوب	۱۴,۰۰۰,۰۰۰
زغال سنگ	۲۹,۰۰۰,۰۰۰
بنزین	۴۴,۰۰۰,۰۰۰
شکافت هسته ای	۸۰۰۰,۰۰۰,۰۰۰,۰۰۰
همجوشی هسته ای	۱۰۰,۰۰۰,۰۰۰,۰۰۰,۰۰۰

**E 1gr U-235 = E 20 ton TNT**

• انرژی حاصل از یک گرم اورانیوم ۲۳۵ معادل حاصل از ۲۰ تن تی - ان - تی است.

# برنامه بهداشت پرتوهای یونیزان و غیر یونیزان



## • اهمیت بهداشت پرتوها

امروزه انواع پرتوها در محیط کار و زندگی انسان وجود دارند. برخی از انواع پرتوها به طور طبیعی در محیط اطراف مان یافت می شوند و بسیاری از آن ها نیز برای بهره برداری از کاربردهای مفیدی که دارند، به طور مصنوعی تولید می شوند. همه پرتوها در صورت استفاده صحیح، می توانند نقش مفید و مثبت در زندگی بشر داشته باشند، در حالیکه اگر بدون توجه به خطرات بالقوه آنها مورد استفاده قرار بگیرند می توانند به انسان آسیب های جدی برسانند.

بر این اساس جهت کنترل حفاظتی و بهداشتی در مراکز پرتو  
پزشکی ۳ اصل باید رعایت گردد:

۱- اصل توجیه پذیری

۲- اصل بهینه سازی شرایط پرتوی

۳- رعایت حدود دوز



## تعریف پرتو یا تشعشع:

پرتو یا تشعشع عبارت است از انرژی که به صورت امواج یا ذرات در خلأ یا در محیط مادی منتشر میشود.

به طور ساده پرتوها را میتوان انرژی عبوری تعریف کرد. برخی پرتوها دارای جرم و بعضی فاقد آن میباشند که با توجه به میزان انرژی، دارای قدرت نفوذ در ماده هستند.

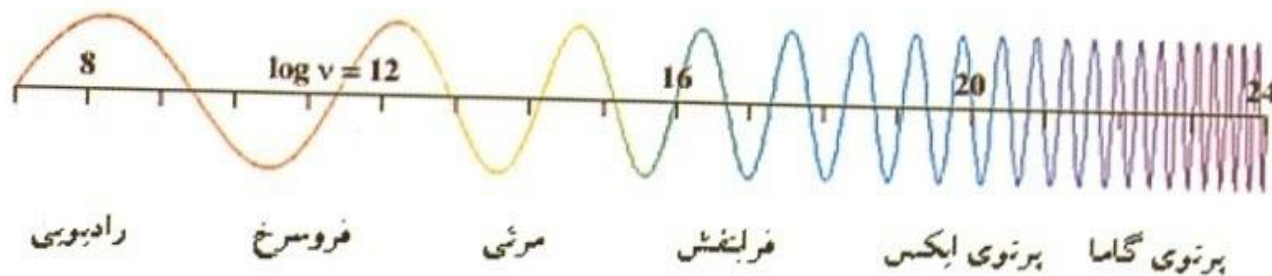
## انواع پرتوها

۱- پرتوهای یونساز: این پرتوها در برخورد با محیط مادی آن را یونیزه می کند. (الکترون را از ساختمان اتم جدا می سازد) و یا ایجاد تحریک می کنند (یعنی الکترون را به مدارات با تراز انرژی بالاتر می برند).

۲- پرتوهای غیر یونساز: پرتوهای الکترومغناطیسی که انرژی کافی برای یونیزه کردن اتم ها و یا شکستن باندهای شیمیایی در بافت بیولوژیکی ندارند و انرژی هرفوتون از این پرتوها کمتر از  $12.4$  الکترون ولت (حداقل انرژی لازم برای ایجاد یونسازی در مواد بیولوژیکی) می باشد.

# پرتوهای غیر یونساز

- تعریف: پرتوهای غیر یونساز، پرتوهای الکترو مغناطیسی با طول موج بیشتر از  $100$  نانومتر هستند و انرژی فوتون این پرتوها کمتر از آن است که بتوانند در محیط بیولوژیکی یونسازی کنند و انرژی فوتون های آن کمتر از انرژی فوتون های ایکس و گاما میباشند.



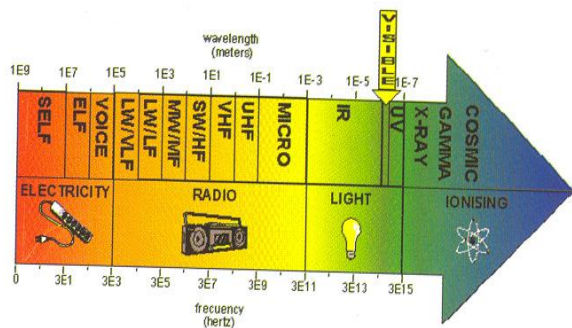
شکل ۱: فرکانس پرتوهای الکترومغناطیسی غیر یونساز کمتر از فرکانس پرتوهای الکترومغناطیسی یونساز است.

# تقسیم بندی پرتوهای غیر یونساز

①- پرتوهای نوری (شامل پرتوهای فرابنفش، نور مرئی، و پرتوهای مادون قرمز)

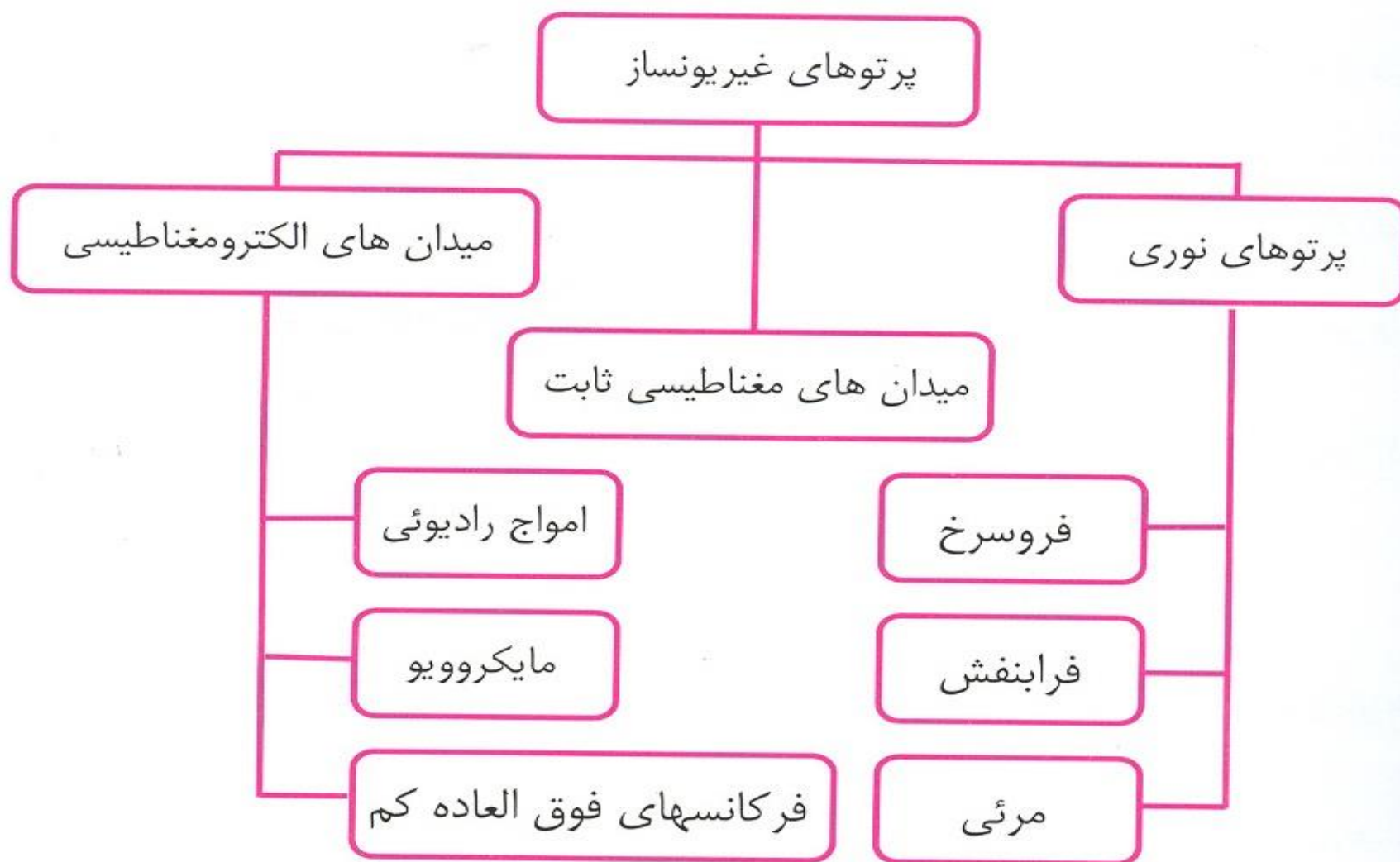
②- میدان های الکترومغناطیسی (راديوئی، مایکروویو، میدان های الکترو مغناطیس با فرکانس های کم)

③- میدان های مغناطیسی ثابت



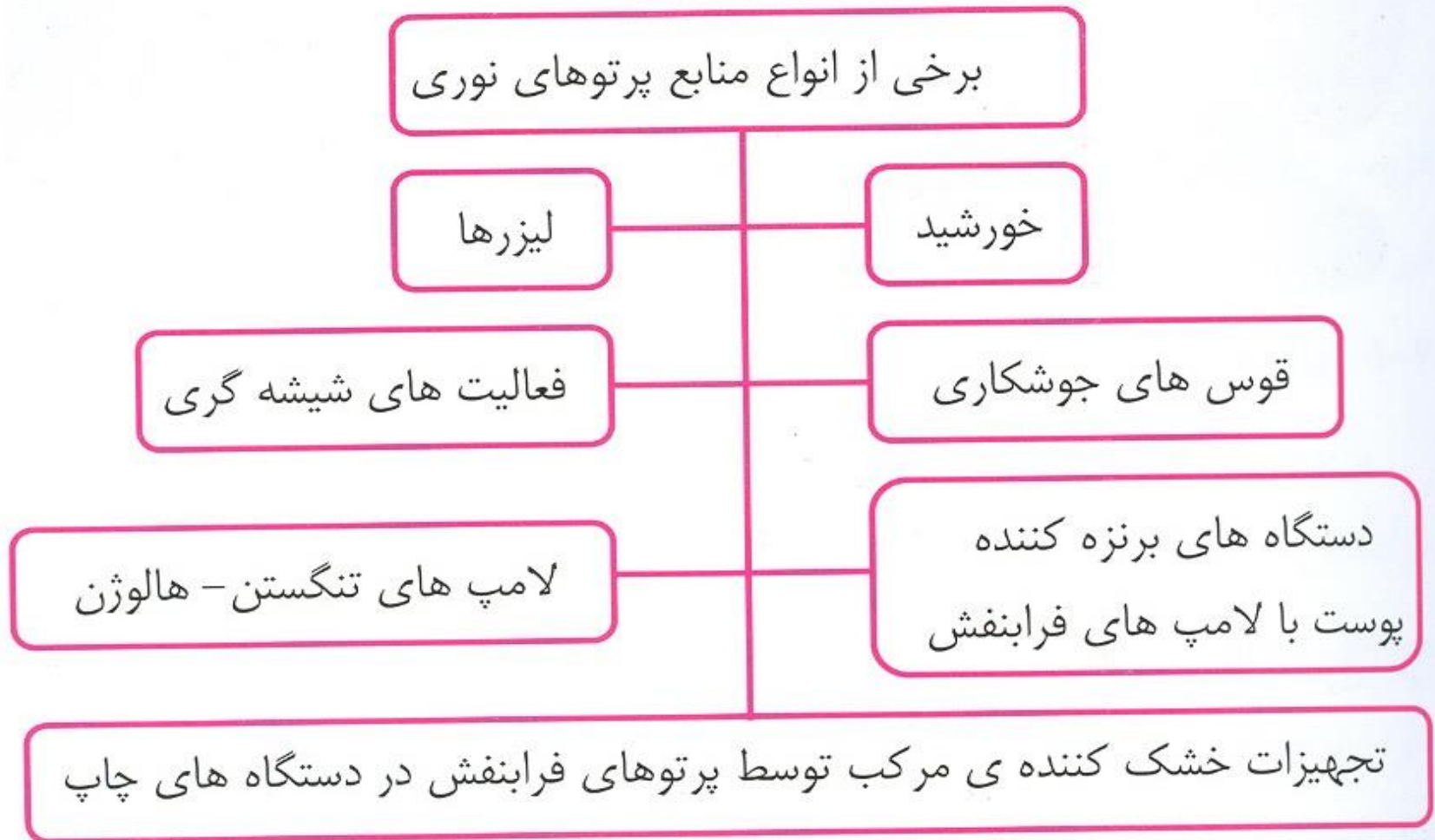
شکل ۲: انواع پرتوهای الکترومغناطیسی یونساز و غیر یونساز

# برخی از منابع پرتوهای غیر یونساز



برخلاف پرتوهای یونساز مانند آلفا، بتا، و ایکس انسان  
میتواند بعضی از پرتوهای غیر یونساز را احساس کند و در  
نتیجه گاهی و نه همیشه قبل از آسیب دیدن واکنش  
نشان میدهد.

# برخی از انواع منابع پرتوهای نوری







جوشکاری



لامپ ترک یابی



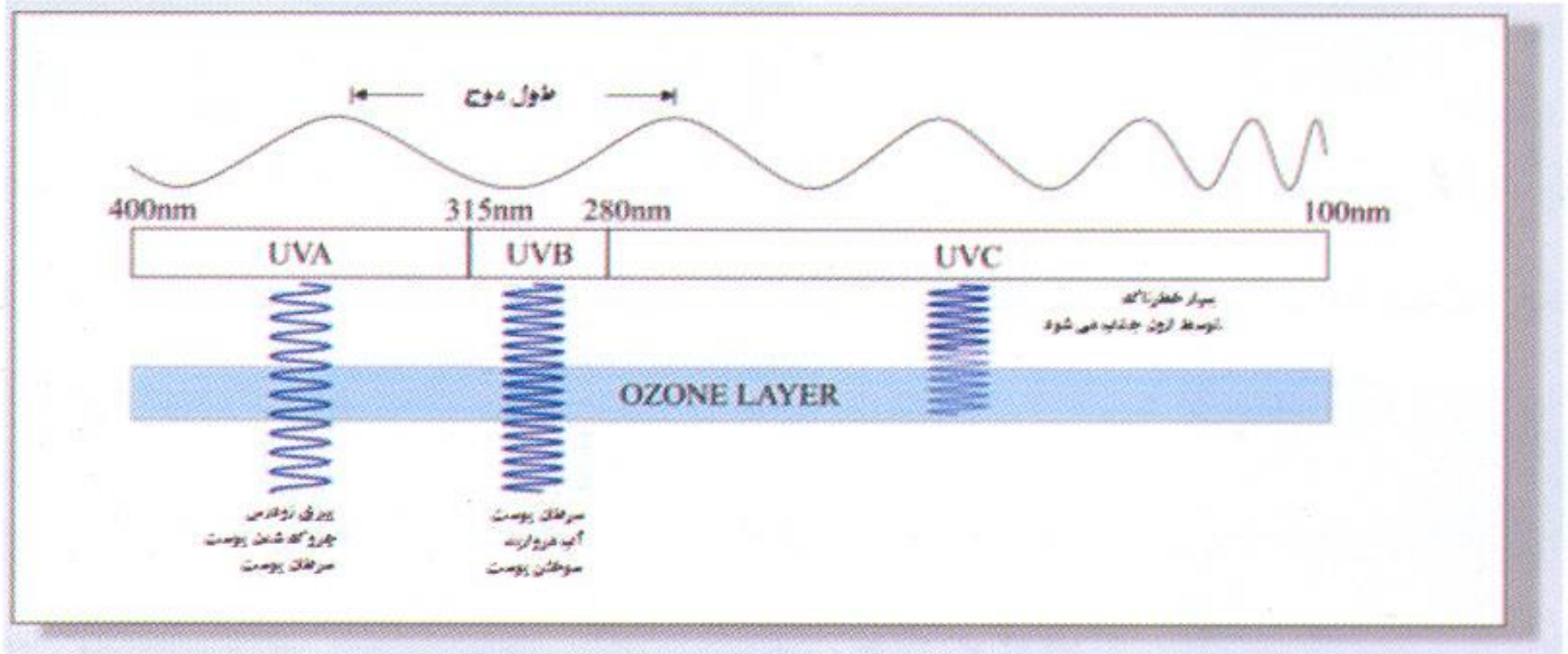
انواع لامپ



لیزر پزشکی



پرتوهای فرابنفش: پرتوهای الکترو مغناطیس با طول موج ۱۰۰ الی ۴۰۰ نانومتر فرابنفش (UV) خوانده میشود.



مهمترین منبع طبیعی تولید کننده پرتوهای فرابنفش، خورشید و انواع لامپ های فرابنفش از منابع مصنوعی این پرتوها هستند. در ماه ها و سال های مختلف میزان پرتو فرابنفش متفاوت است (تغییرات فصلی و تغییراتی که در اثر ابری بودن هوا حاصل میشود) و شرایط منطقه ای آب و هوایی خیلی بیشتر از لایه ازون در کاهش این پرتوها موثر است .

# اثر بیولوژیکی پرتوهای فرابنفش

الف - بر پوست: عمق نفوذ پرتوهای فرابنفش زیاد نیست تولید ویتامین D در بدن تنها اثر مفید اثبات شده برای این پرتوها است

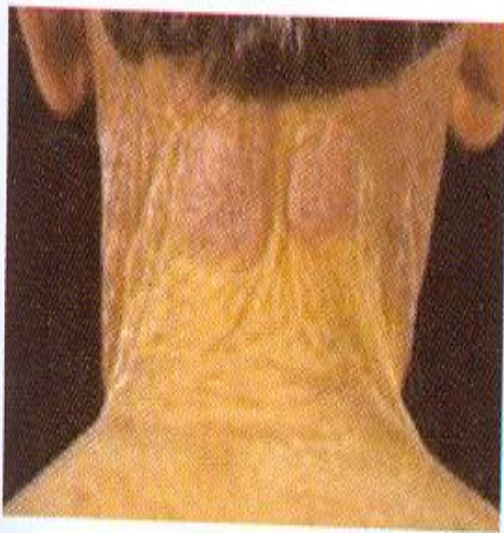
طبق آخرین بررسی های انجام شده، تقریباً ده دقیقه پرتوگیری مستقیم در نور خورشید در هر شبانه روز برای تامین ویتامین D مورد نیاز بدن کافی است.

در هر حال سرخ شدن و برنزه شدن پوست از اثرات اولیه و سرطان پوست و پیری زودرس از اثرات دراز مدت پرتوگیری از نور خورشید است.

نکته: افرادی که روی پوست آنها خالهای زیادی وجود دارد یا پوست روشن با لک های پوستی دارند بیشتر در معرض ابتلاء به سرطان ملانوما هستند. به خصوص برای کودکان خطرناک است.

۹۰ درصد کل سرطان پوست مربوط به کشاورزان و کارگران و افرادی که در محیط های باز و زیر نور مستقیم خورشید کار میکنند را شامل میشود.

# ضایعات پوستی ناشی از پرتوگیری فرابنفش



سوختگی و چروک شدن پوست



لک های پوستی



سرطان پوست



# نمونه ای از ضایعات پوستی پرتو خورشید



شکل ۱۲: تومورهای بدخیم ندولار



شکل ۱۳: لنتیگوملانوماهای بدخیم

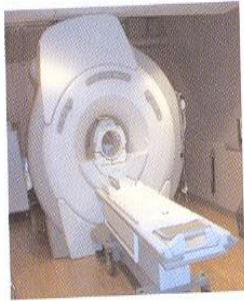
ب- اثر بر چشم:

تاثیر آنی پرتوهای فرابنفش بر چشم خیرگی و نابینایی لحظه ای است.

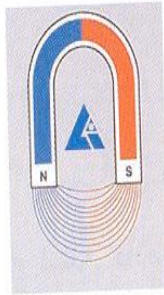
اثرات دراز مدت پرتوهای فرابنفش بر چشم زردی چشم و افزایش ریسک ابتلا به آب مروارید است.

# میدان مغناطیسی ثابت (DC)

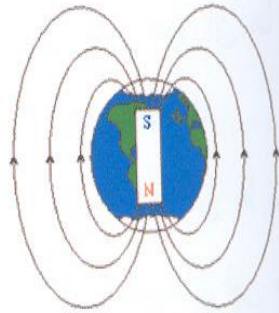
(شکل ۲۸)



سیستم MRI



آهن ربا های دائم



میدان مغناطیسی کره ی زمین

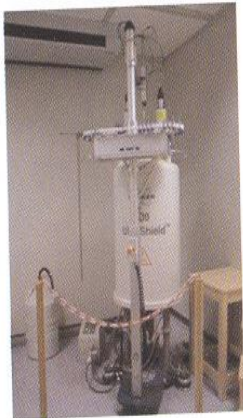
- سیستم های ام-آر آی (MRI)

- کابل های فشار قوی

- راکتورهای هسته ای

- ژنراتورهای DC مترو

- شتاب دهنده های ذرات



اسپکترومترهای خاص

(NMR)



یوک های مغناطیس کننده



یوک های مورد استفاده

در تست های غیرمخرب



# اثرات بیولوژیکی میدان مغناطیسی ثابت

برخی بیماریها و اختلالات :

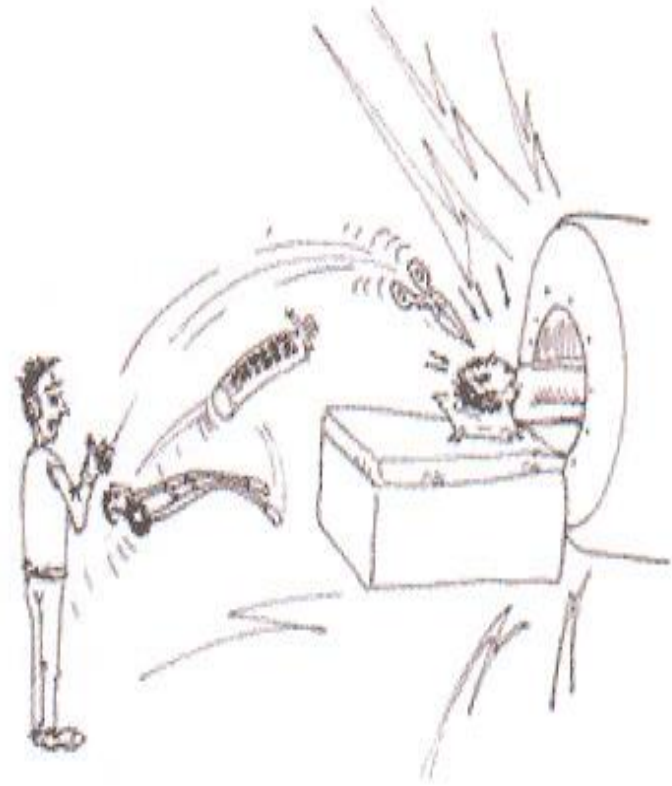
خستگی مفرط، تند خوئی، سردرد، کم اشتهائی، کاهش فشار خون، تغییر در نوار مغزی، خارش پوست، برافروختگی و آذرخش در چشم



شکل ۲۹: در میدان های مغناطیسی قوی در چشم آذرخش ایجاد می شود

# حفاظت در برابر میدان های مغناطیسی ثابت

- عدم قرار گرفتن افرادی که دارای ضربان ساز مصنوعی هستند.
- عدم قرار دادن وسایل فرو مغناطیس



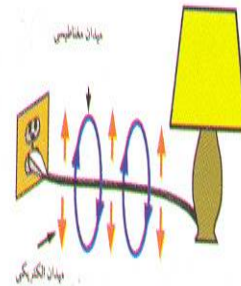
شکل ۳۱: میدان مغناطیسی ثابت میتواند با جذب وسایل فلزی باعث پرتاب شدن آن ها و آسیب رساندن به افراد شود.

# میدان های الکترو مغناطیس

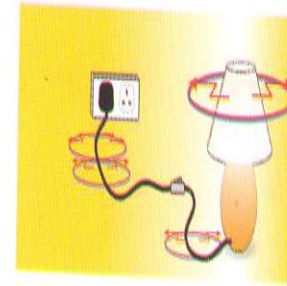
این میدان ها شامل میدان های الکترو مغناطیسی با فرکانس های فوق العاده کم و میدان های رادیوئی و مایکروویومیباشند.

در صورت وجود جریان الکتریکی میدان های الکتریکی و مغناطیسی تواما وجود دارند

وسائل برقی خانگی که با برق شهر کار میکنند، از مهمترین منابع تولید کننده ی میدان های الکتریکی و مغناطیسی با فرکانس فوق العاده کم میباشند.



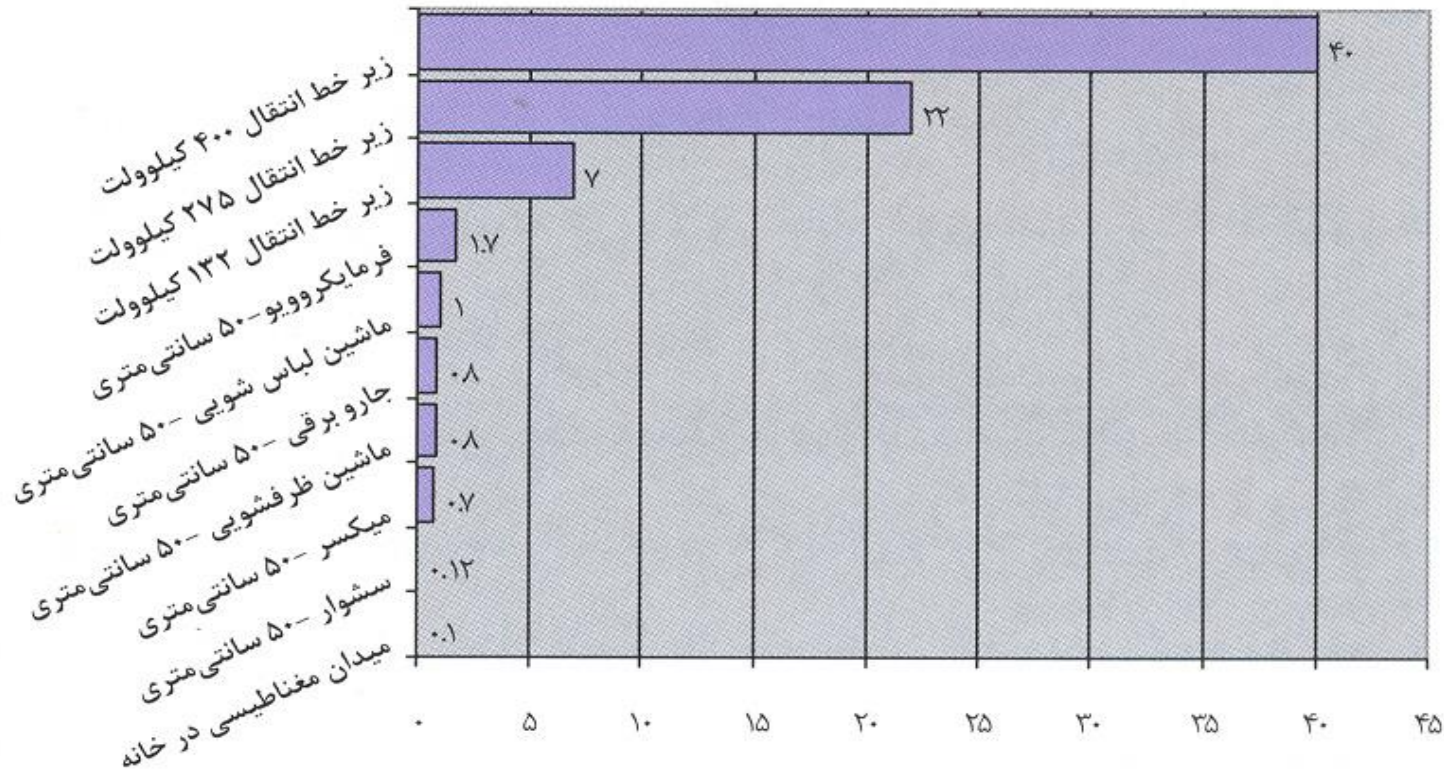
شکل ۳۴: وجود میدان های الکتریکی و مغناطیسی همزمان در اطراف دستگاه های برقی روشن



شکل ۳۳: تولید میدان مغناطیسی ناشی از جریان الکتریکی



# شدت میدان مغناطیسی با افزایش فاصله از دستگاه برقی به سرعت کاهش میابد



# اثرات بیولوژیکی میدان های الکترو مغناطیسی با فرکانس فوق العاده کم

در میدان های الکتریکی قوی ،موها حرکت میکنند برخی از محققین نشان داده اند که قرار گرفتن در میدان های الکتریکی و مغناطیسی بافرکانس فوق العده کم سبب متوقف شدن تولید هورمون ملاتونین که تنظیم کننده ریتم شب و روز بدن است میشود.

احتمال افزایش ریسک ابتلا به سرطان سینه در افرادی که در این میدان ها کار میکنند بالا است.

نتایج تحقیقات وسیع در انگلستان نشان داده است که درصد کودکانی که نزدیک کابل های برق فشار قوی زندگی میکنندو به سرطان خون مبتلا میشوند به آرامی رو به افزایش است.

-در هر صورت بی خطر بودن ،یا بی اثر بودن آن در ابتلا به سرطان تایید نمیشود.

# حفاظت در برابر خطرات ناشی از میدان های الکتریکی و مغناطیسی با فرکانس فوق العاده کم

میدان الکتریکی ناشی از خطوط انتقال توسط دیوارها، ساختمان ها و درختان که مانند حفاظ های متصل شده به زمین رفتار میکنند کاهش می یابد.



# میدان های رادیویی و مایکروویو

این میدان ها شامل میدان های الکتریکی و مغناطیسی با فرکانس  $3 \times 10^6$  کیلو هرتز الی  $3 \times 10^{11}$  گیگا هرتز هستند.

این میدان ها تواما وجود دارند.

منابع تولید کننده این پرتوها دو دسته هستند:

منابع باز

منابع بسته

## منابع باز :

منابعی هستند که پرتو را مستقیماً به محیط اطراف ارسال میکنند مانند انواع آنتن رادار و غیره

## منابع بسته :

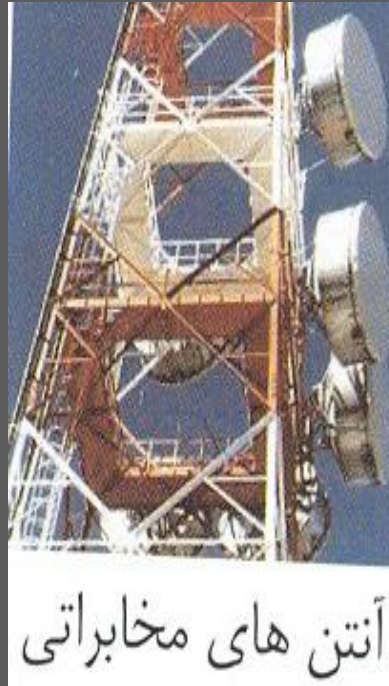
منابعی هستند که ارسال پرتو آنها به محیط عمدی نیست، اما هنگام کار در اطراف آنها پرتوی رادیویی و میکروویو وجود دارد. مانند فرهای میکروویو، دستگاههای جوش یا ذوب RF سیستم های فرستنده و غیره



آنتن های موبایل



رادار



آنتن های مخابراتی



تلفن همراه

برخی از منابع  
بسته‌ی تولید کننده  
پرتوهای رادیویی  
ومایکروویو



دستگاه جوش RF

# اثرات بیولوژیکی میدان های رادیویی و مایکروویو

➤ با قرار گرفتن بدن انسان در میدان های الکتریکی و مغناطیسی ممکن است در قسمتهای بدن، جریان الکتریکی القاء شود یا مقداری از انرژی میدان توسط بافت جذب شود و یا هر دو پدیده روی دهد.

➤ عدسی چشم ها در برابر افزایش دمای حاصل از میدان رادیویی حساس است.



# برخی از اثرات بیولوژیکی میدان های رادیویی ومایکروویو

• تاثیر بر چشم در مقادیر زیاد آهنگ جذب انرژی (ایجاد آب مروارید)

• تاثیر بر سیستم عصبی

• افزایش دمای بدن و احساس خستگی و ایجاد اختلال در عملکرد سیستم تنظیم حرارت بدن

• افزایش ریسک ابتلا به سرطان

# حفاظت در برابر پرتوهای رادیویی (گوشی تلفن همراه)

✓- گرچه شدت میدان اطراف گوشی تلفن همراه بسیار کم است ولی بدلیل نزدیک بودن به سر، حساسیت زیادی نسبت به خطرات احتمالی آن وجود دارد و توصیه شده است که قبل از حصول اطمینان از بی خطر بودن آنها حتی الامکان از قراردادن آنها در اختیار کودکان به خصوص کودکان کمتر از ۱۶ سال خودداری شود، زیرا به دلیل نازکتر بودن استخوان جمجمه آنها نسبت به بزرگسالان امواج بیشتر در سر آنان نفوذ میکند.

✓- توصیه شده است که مدت زمان هر مکالمه با تلفن همراه به حداقل ممکن کاهش یابد

✓ استفاده از سیستم هند زفیری، میزان موج را در نزدیک سر تضعیف میکند ولی این تضعیف آنقدر نیست که بتوان ادعا کرد که با استفاده از هندز فری هیچ خطری وجود ندارد

# حفاظت در برابر فرهای میکروویو

✓ این میدان ها در اطراف فرهای سالم و استاندارد بسیار کم است

✓ تعمیر فرهای میکروویو توسط افراد متخصص انجام شود



# انواع پرتوهای یونیزان

## ۱- ذرات آلفا:

به وسیله عناصر رادیواکتیوسنگین منتشر میشوند. دارای قدرت یونسازی زیادی هستند ولی قدرت نفوذ آن در بافت ها بسیار کم و به آسانی به وسیله ضخامتی از چند صفحه کاغذ متوقف میشود.

## ۲- ذرات بتا:

قدرت نفوذ بیشتری نسبت به ذرات آلفا هستند و برای متوقف کردن آنها به چند میلی متر آلومینیم نیاز است.

## ۳- نوترون:

فاقد بار الکتریکی است یکی از منابع این ذرات راکتورهای هسته ای هستند.

## ۴- X و گاما:

دارای کوتاه ترین طول موج هستند و بیشترین مقدار انرژی را حمل میکنند.

پرتوهای X با شتاب الکترون ها در ولتاژ بالا و برخورد به یک هدف فلزی، ترجیحا با عدد اتمی بالا تولید میشوند.

پرتوهای گاما: از فعل و انفعالات درون هسته اتم و پرتوهای X از فعل و انفعالات خارج از هسته اتم منشاء میگیرند.

# تعدادی از کاربردهای پرتوهای یونیزان

- ۱- تشخیص بسیاری از بیماریها
- ۲- درمان بسیاری از بیماریها
- ۳- تحقیقات پزشکی، دامپزشکی، کشاورزی، نیرو و...
- ۴- تولید نیرو
- ۵- استریل کردن وسایل و مواد غذائی
- ۶- ضخامت سنجی، چگالی سنجی، سطح سنجی، عمق سنجی، رطوبت سنجی و.....
- ۷- بررسی خوردگی مواد
- ۸- بررسی معادن ( نفت، گاز، آب، زغال سنگ و.....)
- ۹- استفاده گسترده در صنایع شیمیائی
- ۱۰- سن یابی و استفاده در فعالیتهای باستانشناسی
- ۱۱- بررسی توزیع و حرکت آبهای زیرزمینی
- ۱۲- پرتو نگاری در صنایع مختلف
- ۱۳- استفاده در سیستم های هشدار دهنده

- اساس کار دستگاه های رادیوگرافی

\* اساس کار بر روی تیوپ اشعه ایکس می باشد.

\* از نظر رادیوگرافی بدن انسان دارای ۴ دانسیته متفاوت می باشد (هوا، چربی، آب و فلز) با زیاد شدن دانسیته میزان جذب اشعه در ماده بالا می رود. هوا با داشتن کمترین دانسیته در بدن مقدار قابل توجهی از اشعه را جذب نمی کند و بنابراین اجازه می دهد تا اشعه بیشتری با صفحات تشدید کننده و فیلم رادیوگرافی برخورد کرده و باعث سیاهی بیشتر در روی فیلم پس از مراحل ظهور و ثبوت گردد. از سوی دیگر استخوان ها حاوی مقدار زیادی کلسیم (که یک فلز است) می باشند. و لذا اشعه بیشتری را جذب کرده و به اشعه کمتری اجازه عبور می دهند تا به صفحات تشدید کننده و فیلم برسد و این باعث به وجود آمدن یک تصویر سفید در روی فیلم رادیوگرافی می گردد. درجات مختلف بین سیاهی کامل و سفیدی کامل روی فیلم مربوط به جذب متفاوت اشعه ایکس به وسیله بافت های مختلف بدن می باشد.

انواع دستگاه های یونساز در پرتو پزشکی:

۱- رادیولوژی

۲- سی تی اسکن

۳- ماموگرافی

۴- آنژیوگرافی

۵- رادیوگرافی پری اپیکال و تمام فک دندانی (پانورکس)

۶- پزشکی هسته ای

۷- رادیوتراپی

۸- براکی تراپی

۹- سنجش تراکم استخوان

۱۰- و .....

## براکي تراپي:

روشي است که شامل قرارگيري مواد راديواکتيو داخل بدن مي باشد.

براکي تراپي، يکي از انواع راديوتراپي است که به منظور درمان سرطان مورد استفاده قرار مي گيرد. براکي تراپي عمدتاً با عنوان راديوتراپي داخلي نيز شناخته مي شود.

براکي تراپي اين امکان را براي پزشک فراهم مي کند که دوز بالايي از اشعه به ناحيه خاصي از بدن تابيده شود. به همين خاطر، عوارض کمتری را به همراه دارد و طول دوره درمان نيز به مراتب کوتاه تر مي باشد.



## سایبر نایف :

- سایبرنایف **CyberKnife** شاهکار تکنولوژی در درمان سرطان است .  
تکنولوژی سایبرنایف پیشرفته ترین شکل رادیو-جراحی بوده و یکی از قابل اعتماد ترین روش های درمان غیرتهاجمی تومورها می باشد.  
سایبرنایف یک تکنولوژی پیشرفته در رادیوتراپی است که بافت تومور را با حداقل آسیب جانبی به بافت های طبیعی، از بین می برد.

## گامانایف:

روش رادیو جراحی گامانایف در واقع جراحی با استفاده از یک نوع تابش درمانی است که برای درمان تومورها ، ناهنجاری های عروقی و ناهنجاری های دیگر در مغز مورد استفاده است.

رادیو جراحی گامانایف ، مانند اشکال دیگر رادیو جراحی نظیر سایبرنایف، عمل جراحی در شکل سنتی نیست ، زیرا به هنگام استفاده از گامانایف هیچ گونه برش پوست و بافت انجام نمی شود. گامانایف یکی از روش های دقیق ، قدرتمند، و اثبات شده برای درمان اختلالات مغز است. این روش بدون درد با استفاده از صدها منبع از پرتوهای تابش بسیار متمرکز با هدف قرار دادن تومورها و ضایعات مغزی انجام می شود. به خصوص زمانی مفید است که روش های متداول جراحی در معرض خطر بالا برای بیماران است.

# پت اسکن چیست؟

پت اسکن (که به عنوان توموگرافی انتشار پوزیترون و **PET / CT** نیز شناخته می شود) نوعی مطالعه تصویربرداری است که می تواند به پزشکان نشان دهد چه اتفاقی در بدن در حال رخداد است و چگونه کار می کند. این روش متفاوت از پرتونگاری، **CT** یا **MRI** است. همه این روش ها تصاویری را ارائه می دهند، اما پت اسکن نحوه عملکرد بدن را نشان می دهد. این روش اطلاعاتی در مورد جریان خون و نحوه استفاده بدن از اکسیژن و قند ارائه می دهد و می تواند سرخ های مهمی در مورد نحوه بروز بیماری فراهم آورد.



**IAEA**

**International Atomic Energy Agency**

## **مدیریت حوادث پرتوئی**

• خطرات تهدید کننده حوادث هسته ای:

**CONTAMINATION**

**EXPOSURE**

**INJURY**

• آلودگی

• مواجهه

• صدمه

• توجه: مواجهه شدگان هیچ خطری برای دیگران ندارند.

• انواع حوادث پرتوی:

۲- تصادفی

۱- عمدی

# منشاء حوادث هسته ای

- مفقود شدن مواد پرتوزا
- خطاهای انسانی
- خرابی دستگاه اعم از تجهیزات پرتو ساز و...
- بروز حوادث غیر مترقبه
- حمل و نقل مواد پرتوزا



# 3 روز بعد از پرتو گیری



FIG. 14. Hand blisters on the swollen hands and fingers of P1 on day 29, 29 February 2000. Note the stark demarcation lines on both the palmar and dorsal sides



*FIG. 17. Appearance of the hands of P2 three weeks after exposure. Note the dry desquamation of small fingers and both palms with a large hand blister on the right hypolarist.*



*FIG. 18. Detail desquamation (negative of large blister) on the right hypolarist of P2 seven weeks after exposure.*

# 23 روز بعد از پرتو گیری



FIG. 19. Extensive necrosis and wet desquamation on the lateral side of the right leg of P3 23 days after exposure.



FIG. 20. Wet desquamation 30 cm long on the popliteal area of the right knee of P3 five weeks after severe local exposure.



*FIG. 21. Appearance of the popliteal area for J5 seven weeks after severe local reaction exposure.*

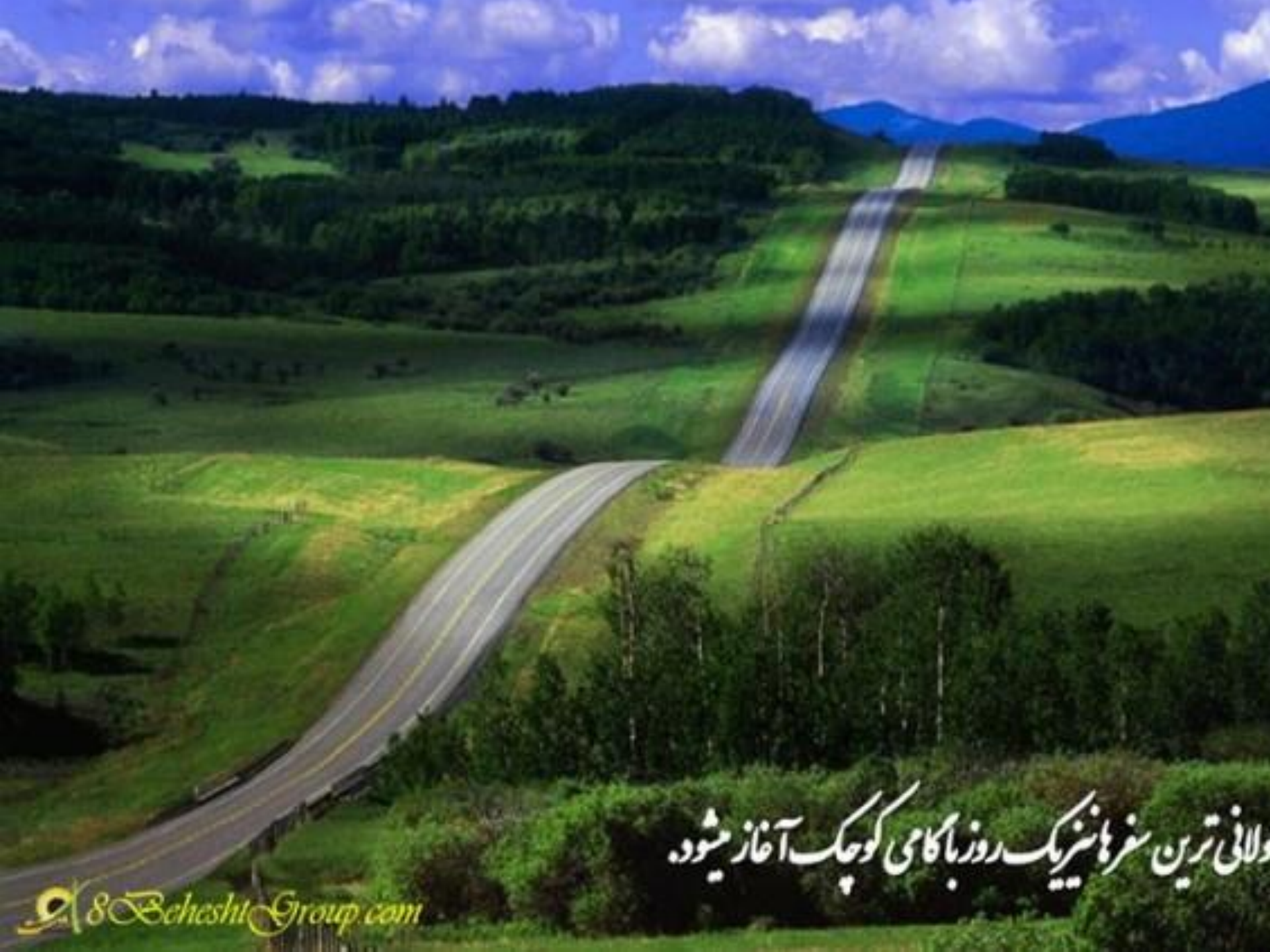


*FIG. 22. Massive infection and beginning of necrosis of the extended wound on the right leg of J5 on 19 April 2000, 11 weeks after exposure.*



*FIG. 23. Severe alopecia and atrophy above the left ear of J6 on 22 February 2000.*





ولانی ترین سفر با نسیزیک روز با کامی کوچک آغاز میشود.