

بِسْمِ اللَّهِ الرَّحْمَنِ الرَّحِيمِ



پرتوهای غیر یونساز

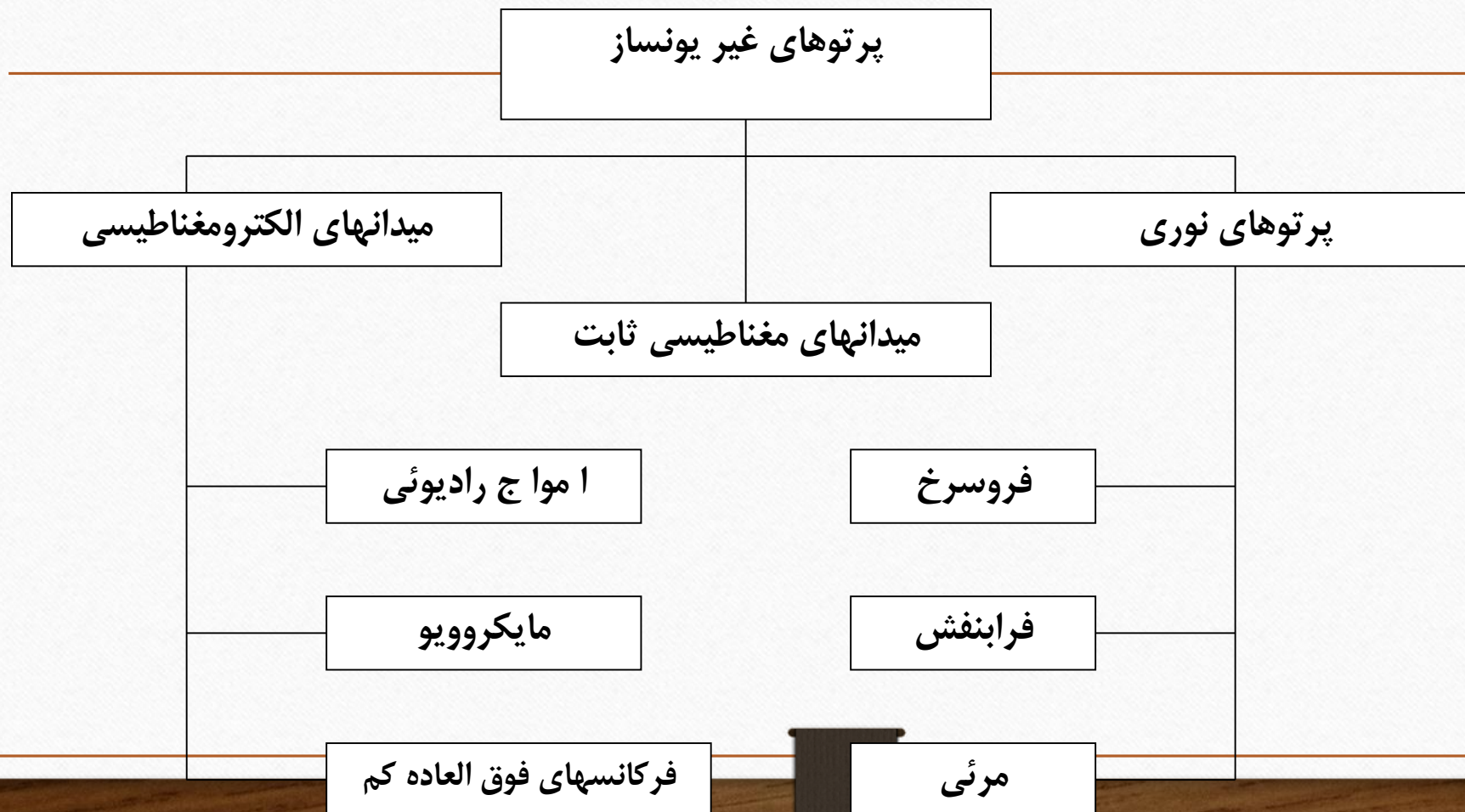
روح اله حاجی زاده

انواع پرتوھا

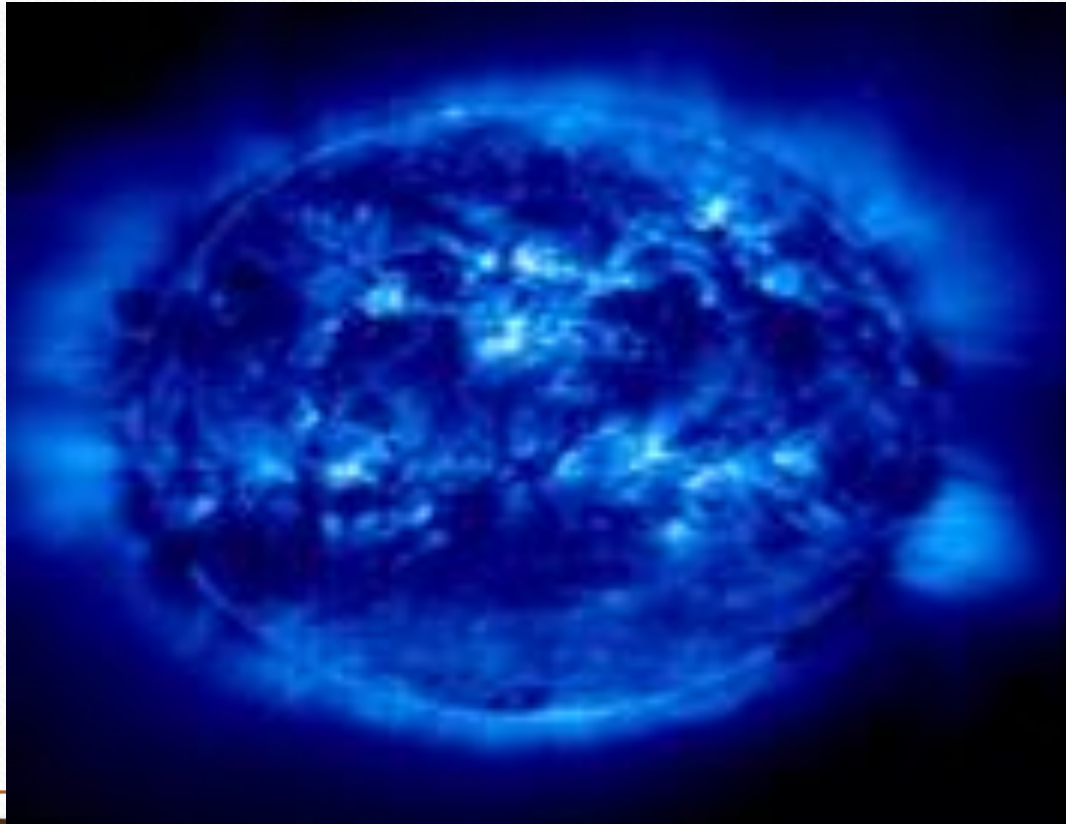
پرتوهای غیر یونساز (Non-Ionizing Radiation)

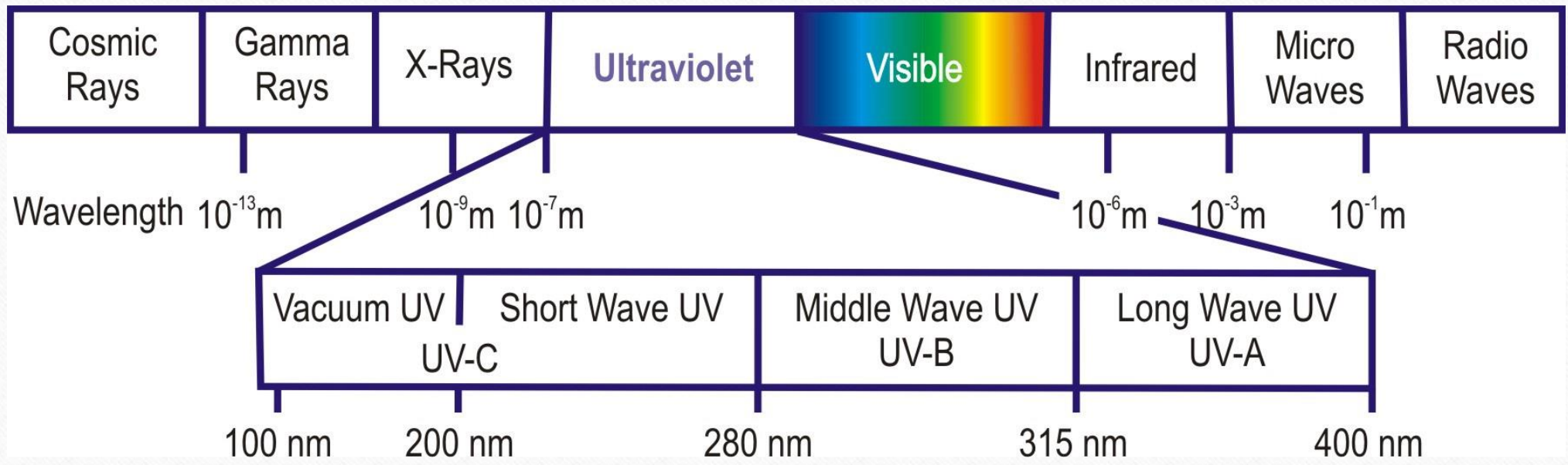
- پرتوهایی که قادر به یونسازی در ماده نیستند . این پرتوها شامل پرتوهای الکترومغناطیسی که انرژی یک فوتون آنها برای یونسازی کافی نیست.
- عمدتاً پرتوهای الکترومغناطیسی با طول موج بیشتر از ۱۰۰ نانومتر پرتوهای غیر یونساز گفته می شود.
- معمولاً برای پرتوهای نوری، طول موج و برای میدان های الکترومغناطیسی، فرکانس ذکر می شود.

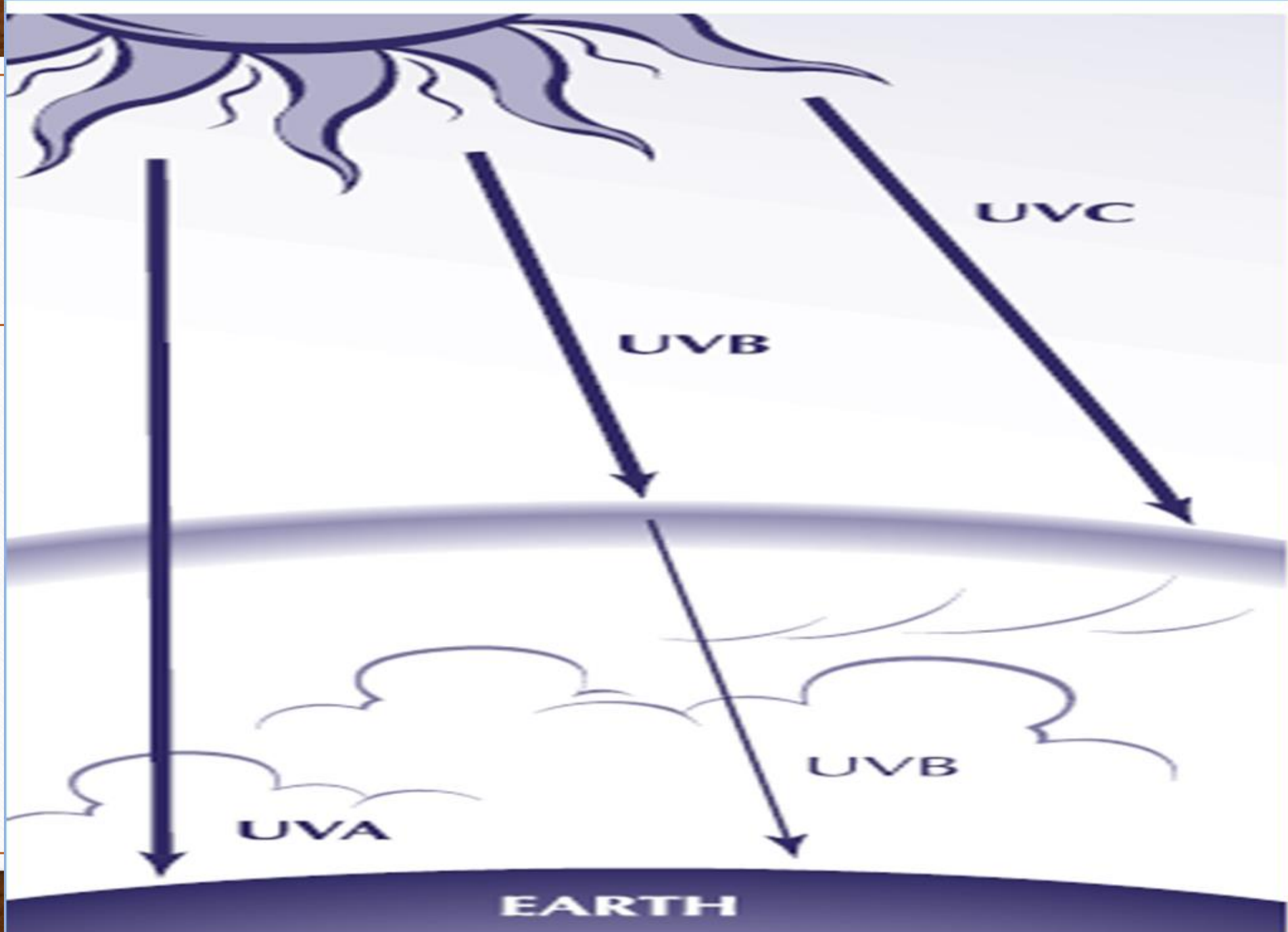
زیرمجموعه های فرعی پرتوهای غیر یونساز



پرتو فرابنفش







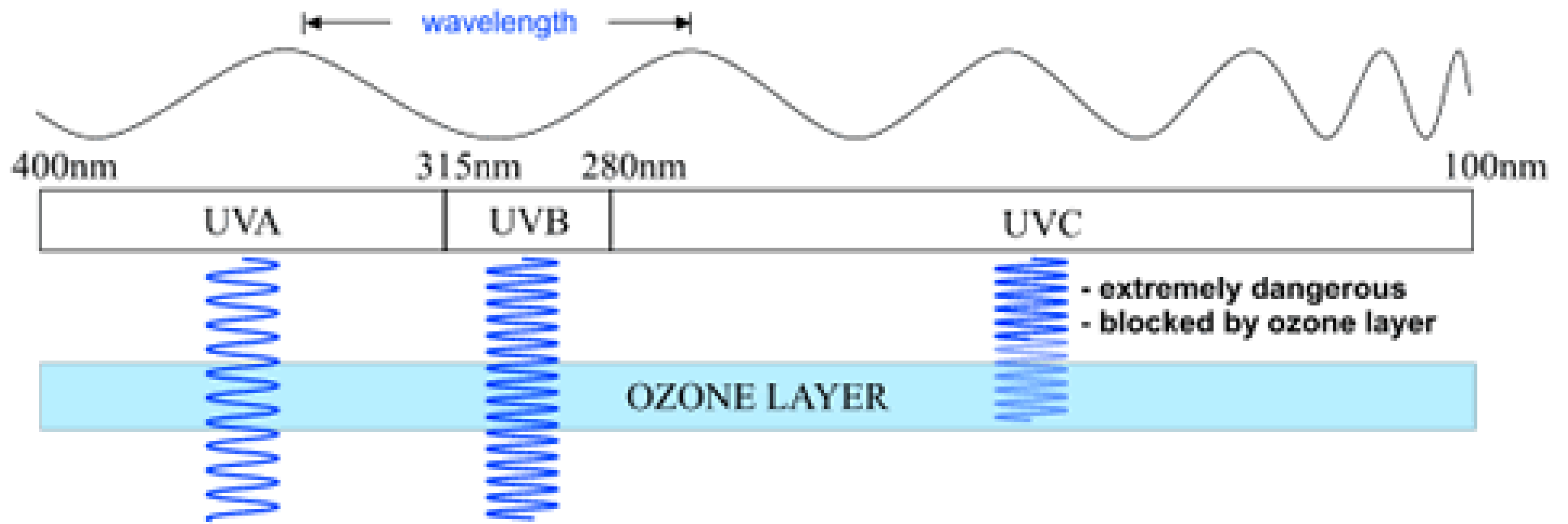
پرتو فرابنفش

- کارگران محیط های روباز
- کارگران محیط های سرپوشیده

مواجهه شغلی کارگران با پرتو ماورابنفش

- مواجهه بالا
- مواجهه پایین

TYPES OF ULTRAVIOLET RADIATION



- extremely dangerous
- blocked by ozone layer

- premature ageing
- wrinkling of the skin
- implicated in skin cancer
- skin cancer
- cataracts
- sunburn

سوال

- وقتی هوا ابری است خطر مواجهه با فرابنفش بیشتر است یا کمتر؟

- بخار آب موجود در ابرها پرتو مادون قرمز خورشید را بیش از پرتو ماورای بنفش جذب می کند

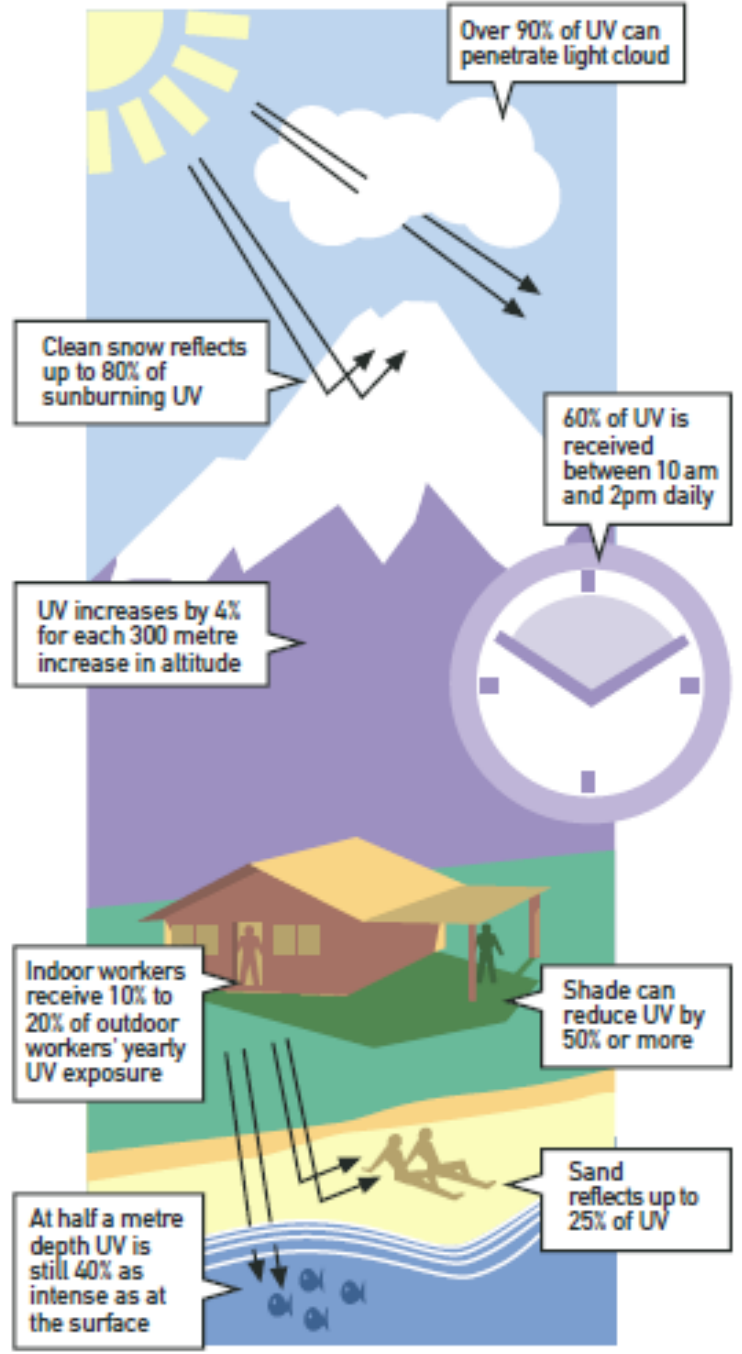
سوال

- وقتی آسمان به طور کامل با ابر پوشیده شده باشد چند درصد پرتو فرابنفش به زمین می رسد؟

فاكتور ابرى بودن هوا

The influence of clouds on terrestrial UVR is extremely complex, but it is possible to express the effect on UVR levels from many observations of fractional cloud cover (C). The cloudiness factor (F) is the fraction by which the clear sky UVR level must be multiplied to approximate the level of UVR reaching the ground under cloudy conditions. If the fraction of the sky covered by clouds is C, then $F = 1.0 - 0.5 C$. For example, if clouds cover about 50% (C = 0.5) of the sky, then $F = 0.75$ or the level of UVR reaching the ground is 0.75 of the level for a clear (cloudless) sky. If the cloud cover is 100% (C = 1), then UVR reaching the ground is reduced to 0.5 of that when no clouds are present. The transmission of UVR through clouds is dependent upon the cloud composition (liquid droplet size) and therefore dependent on the wavelength of the UVR. From the standpoint of outdoor worker exposures to solar UVR, the worst exposure conditions can be with a high sun and light overcast, since the light clouds further scatter the UVR to lower elevation angles, with the result that the ocular exposure is actually greater than on a clear, sunny day (Sloney, 1995).

Reflection of solar UVR from most ground surfaces is normally less than 10%. The main exceptions are gypsum sand, which reflects about 15-30%, surf, which reflects about 20%, and snow, which can reflect up to 90%. Calm water reflects both the direct UVR from the Sun as well as the diffuse component on UVR from the entire sky. Hence the fraction reflected can vary from about 5% if much of the sky is blocked to about 20% if the entire sky is visible from the water surface. It is typical for 20% to be reflected from choppy water. Since UVR passes easily through water, swimming in either the sea or open-air pools offers little protection against sunburn (Diffey 1999).



درصد نفوذ اشعه ماورابنفش در چشم

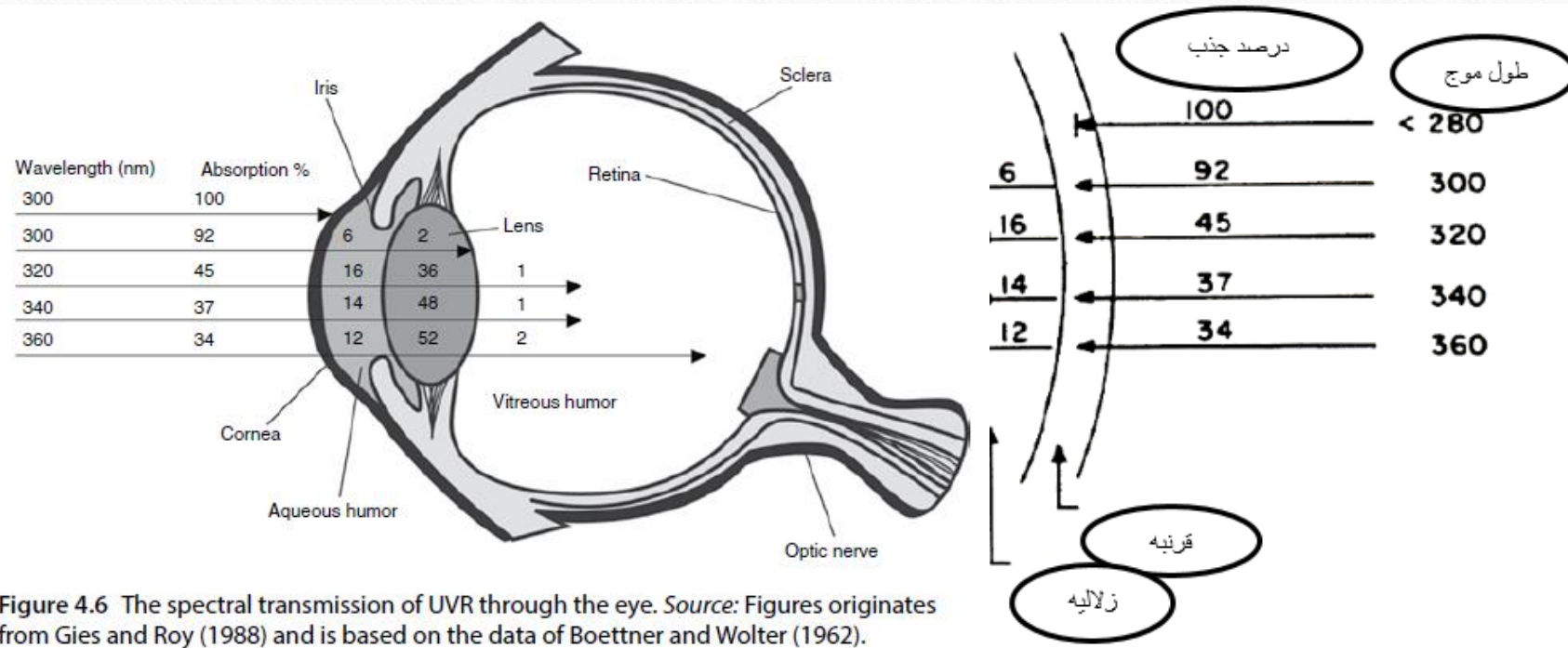
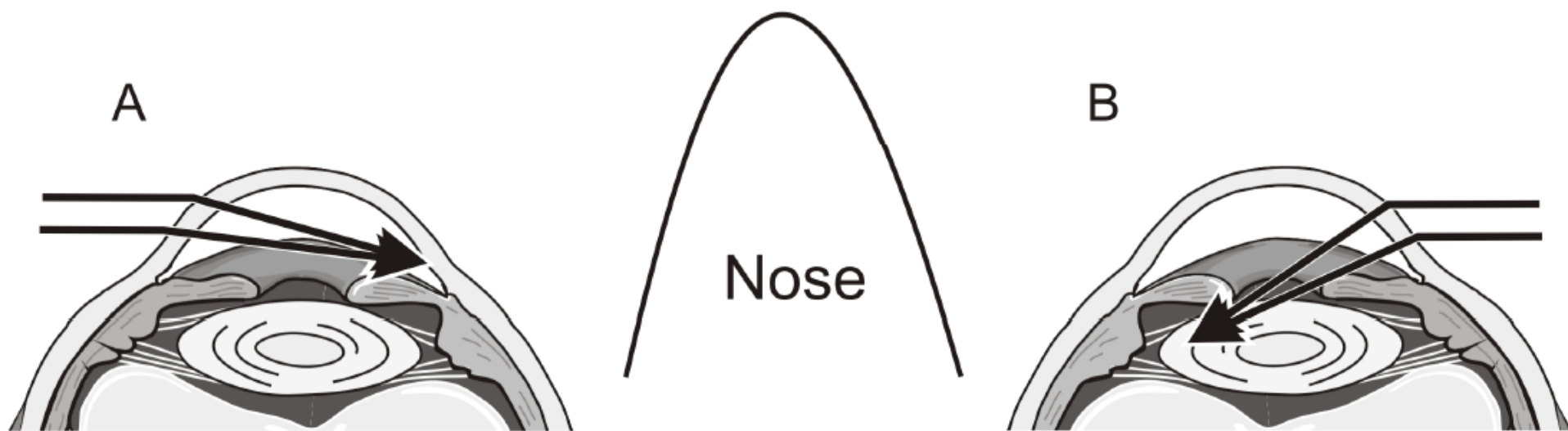
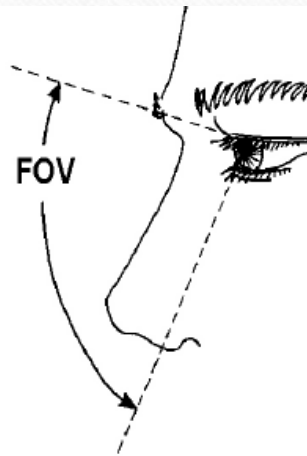


Figure 4.6 The spectral transmission of UVR through the eye. Source: Figures originates from Gies and Roy (1988) and is based on the data of Boettner and Wolter (1962).

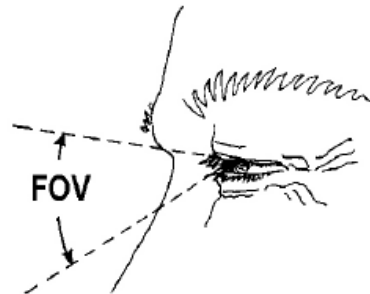


نزدیک شدن پلکها به همدیگر برای کاهش مواجهه چشم با اشعه ماورا بنفش

WALKING,
LOOKING DOWNWARD -15°



SQUINTING



4.1.1 UV A, B, and C

Ultraviolet radiation (UVR) is part of the solar electromagnetic radiation spectrum, which includes visible radiation (wavelength range 400–770 nm) and infrared radiation (wavelengths >770 nm). The UVR region covers the wavelength range 100–400 nm and consists of three subregions, UVA (315–400 nm), UVB (280–315 nm), and UVC (100–280 nm) as defined by the International Non-Ionizing Radiation Committee (INIRC) of the International Radiation Protection Association (IRPA) and the Commission International de l' Eclairage (IRPA/INIRC, 1985 and the CIE, 1998).

In general, only UVR in the range 200–400 nm can have a direct interaction with living organisms, since at wavelengths shorter than 200 nm, UVR is strongly absorbed by oxygen in the air. The penetration depth of UVR into human tissue is between 0.1 and 1 mm, so the organs at risk are the skin and the eyes. UVR has shorter wavelengths and thus more energetic photons than visible light and hence is capable of producing more damage when absorbed in biological tissue.

محاسبه شاخص UV – قدم اول

محاسبه با اندازه گیری مقدار ازن استراتوسفر از طریق داده های ماهواره ای شروع می شود و همچنین قدرت پرتو فرابنفش در سطح زمین در چندین طول موج بین ۲۹۰ تا ۴۰۰ نانومتر اندازه گیری می شود برای مثال اگر قدرت UV در سه طول موج به صورت زیر باشد:

طول موج	قدرت تابش فرابنفش
۲۹۰	۴
۳۲۰	۲۶
۴۰۰	۳۰

محاسبه شاخص UV- قدم دوم

در قدم بعد بر اساس میزان آسیب پذیری پرتو فرابنفش در طول موج های مختلف، به هر کدام از طول موج ها وزن داده می شود برای طول موج های کوتاه تر که آسیب پذیری بیشتری دارند وزن بیشتری داده می شود.

طول موج	قدرت تابش فرابنفش	وزن
۲۹۰	۴	۱۵
۳۲۰	۲۶	۵
۴۰۰	۳۰	۳

محاسبه شاخص UV - قدم سوم

در قدم بعد قدرت تابش را ضربدر وزن می کنیم:

طول موج	قدرت تابش فرابنفش	وزن	نتیجه
۲۹۰	۴	۱۵	۶۰
۳۲۰	۲۶	۵	۱۳۰
۴۰۰	۳۰	۳	۹۰

محاسبه شاخص UV - قدم چهارم

طول موج	قدرت تابش فرابنفش	وزن	نتیجه
۲۹۰	۴	۱۵	۶۰
۳۲۰	۲۶	۵	۱۳۰
۴۰۰	۳۰	۳	۹۰

جدول ۳: طول موج، قدرت فرابنفش، وزن و نتیجه

در قدم بعد مقدار بدست آمده در نتیجه را جمع می کنیم:

$$۲۷۰ = ۶۰ + ۱۳۰ + ۹۰$$

محاسبه شاخص UV - قدم پنجم

در قدم بعد می توانیم مقدار تاثیر ارتفاع از سطح دریا را که به ازای هر کیلومتر ارتفاع ۰.۰۶٪ بیشتر در نظر بگیریم
برای مثال اگر ارتفاع محل مورد نظر یک کیلومتر از سطح دریا ارتفاع داشته باشد داریم:

$$1.06 \times 270 = 286.2$$

در هوای تمیز مقدار بدست آمده را ۰.۱۰٪ در نظر می گیریم ولی اگر هوا ابری باشد مقدار تاثیر ابر یا هر چیزی
که باعث کاهش پرتو فرابنفش شود را در نظر می گیریم مثلا اگر هوا مقداری ابر داشته باشد که باعث کاهش
۲۷٪ آن شود داریم:

$$286.2 \times 0.73 = 208.92$$

و در پایان عدد بدست آمده را تقسیم بر ۲۵ می کنیم که اگر مقدار آن صفر باشد یعنی هوا خیلی تاریک یا آفتاب
خیلی کمی دارد و اگر مقدار آن بیشتر از ۱۱ باشد یعنی هوا خیلی آفتابی هست و قدرت خورشید برای تابش
پرتو فرابنفش بالاست.

طبقه بندی مواجهه	گستره شاخص جهانی پرتو فرابنفش
کم	کمتر از ۲
متوسط	۳ تا ۵
زیاد	۶ تا ۷
خیلی زیاد	۸ تا ۱۰
بی نهایت	بیشتر از ۱۱

Color	UV Index	Risk
Green	0–2	Low Low danger from the sun's UV rays for the average person
Yellow	3–5	Moderate Moderate risk of harm from unprotected sun exposure
Orange	6–7	High High risk of harm from unprotected sun exposure Protection against skin and eye damage is needed
Red	8–10	Very High Very high risk of harm from unprotected sun exposure Take extra precautions because unprotected skin and eyes will be damaged and can burn quickly
Purple	11 or more	Extreme Extreme risk of harm from unprotected sun exposure Take all precautions because unprotected skin and eyes can burn in minutes

Figure 5.2 The UV index as used by the U.S. Environmental Protection Agency (U.S. Department of Health and Human Services, 2014).



اقدام حفاظتی لازم نیست.

شما میتوانید با آسودگی در فضای باز فعالیت نمائید.



اقدام حفاظتی لازم است.

در ساعات نیمروز از پوشش مناسب، عینک آفتابی و ضد آفتاب استفاده نمائید.



اقدام حفاظتی بسیار زیاد لازم است.

از قرار گرفتن در معرض نور خورشید در نیمروز اجتناب نمائید. استفاده از پوشش مناسب، عینک آفتابی و ضد آفتاب ضروری است.

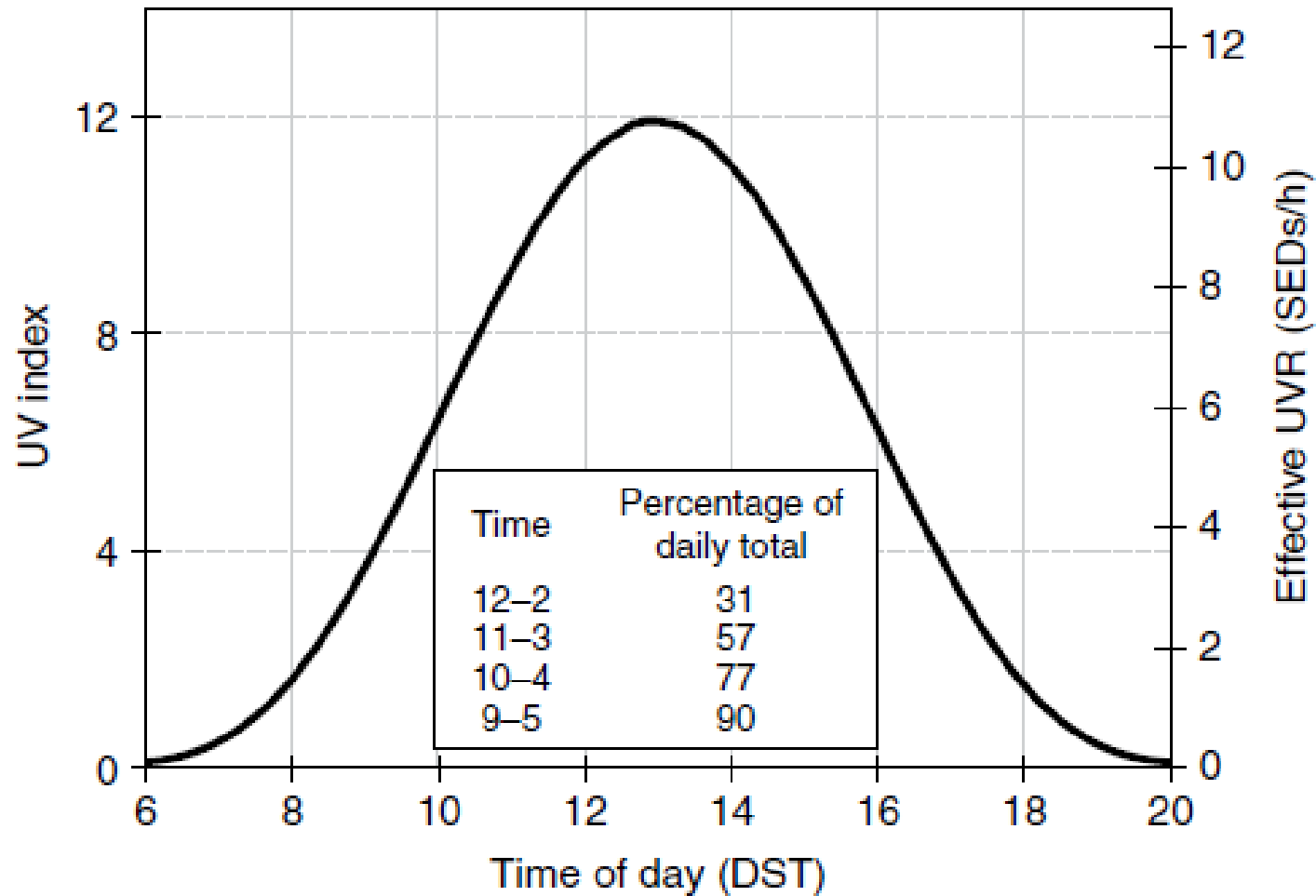


Figure 4.4 The percentage of daily solar UVR within certain time periods. The hours 12 till 2 have 31% of the daily total, while almost 60% of the daily total occurs within 2 hours of solar noon (11 a.m. to 3 p.m.). These percentages will vary for different locations and for different times of the year.

منابع مصنوعی

- جوشکاری
- ضد عفونی و گندزدایی
- بانکداری و تجارت
- تسهیلات تفریحی
- بازرسی مواد
- فتوترابی
- تحقیقات آزمایشگاهی
- تصویربرداری ماورای بنفش
- صنعت الکترونیک و پرینت
- تله های مخصوص حشرات
- لامپ ها و تختخواب های خورشیدی
- نورافشانی در استودیوها و صحنه نمایش
- روشنایی عمومی

جوشکاری

- جوشکاری با گاز
- جوشکاری با قوس الکتریکی: جریان قوس، گاز محافظتی و فلزی که جوشکاری می شود بستگی دارد.

ضد عفونی و گندزدایی

- بیش از یک قرن است که از خاصیت میکروب کشی اشعه ماورابنفش استفاده می شود. اشعه ماورابنفش C با طول موج ۲۶۰ تا ۲۶۵ نانومتر در غیرفعال سازی ویروس ها و اکثر باکتری ها خیلی موثر می باشد. اکثر منابع مولد پرتو اشعه ماورابنفش C لامپ های تخلیه ای جیوه و کم فشار می باشد. بنابراین، عموماً این لامپ ها بعنوان لامپ های میکروب کش، باکتری کش و یا لامپ های ساده اشعه ماورابنفش C استفاده می شود.

فرآوری با نور و سفت کردن

- در بیشتر فرایندهای صنعتی برای فرآوری لاک، جوهر، چسب از سخت کردن فتوشیمیایی اشعه ماورابنفش استفاده می‌کنند. اغلب موارد برای سفت کردن چسب و پلاستیک با استفاده از مواجهه نسبتاً کم با منابع اشعه ماورابنفش A انجام می‌شود.

بانكداری و تجارت

- معمولاً امضای که بوسیله جوهر بی‌رنگ ایجاد شده است، از طریق مواجهه امضاء با پرتو اشعه ماورابنفش A که زیر آن ماده‌ای با خاصیت فلورسنس وجود دارد تایید می‌شود. همچنین، امکان بررسی جزئیات اوراق بانکی مانند پول بوسیله لامپ‌های اشعه ماورابنفش A وجود دارد و اخیراً از اشعه ماورابنفش LEDs توسط صندوقداران در مغازها استفاده می‌شود. معمولاً توان الکتریکی این لامپ‌ها بیش از چند وات نبوده و زمان مواجهه کوتاه می‌باشد، و اغلب بوسیله حفاظ، از دید مستقیم این لامپ‌ها جلوگیری می‌شود. عموماً در این لامپ‌ها خطر شغلی مواجهه چشم و پوست با اشعه ماورابنفش وجود ندارد.

بازرسی مواد

- پرتو اشعه ماورابنفش A به دلیل خاصیت تحریک کنندگی فلورسنت، جهت بازرسی مواد استفاده می‌شود. برای مثال، مایع فلورسنت روی قطعه مورد نظر ریخته شده و درون شکاف‌های آن باقی می‌ماند که با تابش پرتو اشعه ماورابنفش A این شکاف‌ها قابل رویت می‌شود. منابع با توان بالا برای بازرسی شکاف فلزات (اغلب شامل لامپ‌های متال هالید فیلتر شده می‌باشد) می‌تواند از حدود مواجهه پوست و چشم در محیط‌های کاری معمولی تجاوز کند. در اینگونه موارد، باید دست‌ها از طریق پوشیدن دستکش و چشم‌ها بوسیله محافظی که مانع دید مستقیم لامپ می‌شود محافظت شود. کاربرد دیگر اشعه ماورابنفش A تحریک فلورسنت جهت بازرسی پارچه می‌باشد. انتشار اشعه ماورابنفش A توسط اینگونه منابع با توان کم معمولاً در فاصله و مدت مواجهه معمول زیر حدود مواجهه می‌باشد.

صنعت الکترونیک و پرینت

- لامپ‌های قوس الکتریکی، لیزرهای اشعه ماورابنفش ، LEDها و منابع فلورسنت اشعه ماورابنفش در پرینت و فرآوری جوهر در صنعت پرینت استفاده می‌شود. عموماً تجهیزات مدرن به صورت منابع محصور شده طراحی می‌شوند، که به سبب تعمیرات حفاظهای آن برداشته شود و خطر بالقوه مواجهه با اشعه ماورابنفش اتفاق افتد.

لامپ ها و تختخواب های خورشیدی

Factors that Influence Human Exposure to Artificial Sources

- source spectrum and biologically effective UVR emissions
- distance of the worker from the source
- duration of worker exposure

بخش اول - منبع با پهنای فرکانسی فرا بنفش (۱۸۰ الی ۴۰۰ نانومتر) - خطر آسیب قرنیه چشم

الف: در شرایط اندازه گیری چگالی شار تابشی طیفی

اولین مرحله در ارزیابی منابع اشعه فرا بنفش تعیین تابیدگی مؤثر آنها است. برای تعیین چگالی شار تابشی مؤثر با در نظر گرفتن منحنی اثربخشی طیفی (۲۷۰ نانومتر) از رابطه زیر استفاده می شود.

$$E_{eff} = \sum E_{\lambda} S_{(\lambda)} \Delta_{\lambda}$$

در این رابطه، E_{eff} چگالی شار تابشی مؤثر مربوط به منبع تک رنگی با طول موج 270 nm بر حسب W/cm^2 ، E_{λ} چگالی شار تابشی طیفی با طول موج λ بر حسب $W/(cm^2 \cdot nm)$ ، $S_{(\lambda)}$ اثربخشی طیفی نسبی (بدون واحد) و Δ_{λ} پهنای باند بر حسب نانومتر است.

در عمل چگالی شار تابشی مؤثر می تواند به صورت مستقیم با استفاده از رادیومتر اشعه فرا بنفش با لحاظ نمودن اثر بخشی طیفی اندازه گیری گردد. میزان مواجهه مجاز روزانه با اشعه فرا بنفش بر مبنای تابیدگی مؤثر برابر با 0.003 J/cm^2 است که بر این اساس حداکثر زمان پرتوگیری مجاز از رابطه زیر به دست می آید:

$$t_{max} = 0.003 / E_{eff}$$

در رابطه فوق، t_{max} حداکثر زمان پرتوگیری مجاز بر حسب ثانیه و E_{eff} تابیدگی مؤثر نسبت به یک

جدول ۱۰- حد مجاز مواجهه شغلی با پرتوهای فرابنفش و اثربخشی طیفی نسبی

اثربخشی طیفی نسبی $S(\lambda)$	حد مجاز مواجهه شغلی		طول موج* (nm)
	$(mj/cm^2)\Delta$	$(j/m^2)\Delta$	
۰/۰۱۲	۲۵۰	۲۵۰۰	۱۸۰
۰/۰۱۹	۱۶۰	۱۶۰۰	۱۹۰
۰/۰۳۰	۱۰۰	۱۰۰۰	۲۰۰
۰/۰۵۱	۵۹	۵۹۰	۲۰۵
۰/۰۷۵	۴۰	۴۰۰	۲۱۰
۰/۰۹۵	۳۲	۳۲۰	۲۱۵
۰/۱۲۰	۲۵	۲۵۰	۲۲۰
۰/۱۵۰	۲۰	۲۰۰	۲۲۵
۰/۱۹۰	۱۶	۱۶۰	۲۳۰
۰/۲۴۰	۱۳	۱۳۰	۲۳۵
۰/۳۰۰	۱۰	۱۰۰	۲۴۰
۰/۳۶۰	۸/۳	۸۳	۲۴۵
۰/۴۳۰	۷/۰	۷۰	۲۵۰
۰/۵۰۰	۶/۰	۶۰	**۲۵۴
۰/۵۲۰	۵/۸	۵۸	۲۵۵
۰/۶۵۰	۴/۶	۴۶	۲۶۰

جدول ۱۱- مدت مجاز مواجهه با پرتوهای UV در ناحیه طیفی اکتینیک بر حسب تابندگی مؤثر

تابندگی مؤثر Eeff ($\mu\text{W}/\text{cm}^2$)	طول زمان پرتوگیری در روز
۰/۱	۸ ساعت
۲/۰	۴ ساعت
۰/۴	۲ ساعت
۰/۸	۱ ساعت
۱/۷	۳۰ دقیقه
۳/۳	۱۵ دقیقه
۵	۱۰ دقیقه
۱۰	۵ دقیقه
۵۰	۱ دقیقه
۱۰۰	۳۰ ثانیه
۳۰۰	۱۰ ثانیه
۳۰۰۰	۱ ثانیه
۶۰۰۰	۰/۵ ثانیه
۳۰۰۰۰	۰/۱ ثانیه

جدول ۱۳ - مدت مجاز مواجهه شغلی با پرتوهای UV در طیف‌های مختلف

UVC($\mu\text{W}/\text{cm}^2$)	UVB($\mu\text{W}/\text{cm}^2$)	UVA($\mu\text{W}/\text{cm}^2$)	طول زمان پرتوگیری در روز
۰/۰۰۰۱۴	۰/۰۰۰۳	۱۰۴/۱۶۶۷	۸ ساعت
۰/۰۰۰۲۸	۰/۰۰۰۷	۲۰۸/۳۳۳۳	۴ ساعت
۰/۰۰۰۵۶	۰/۰۰۱۴	۴۱۶/۶۶۶۷	۲ ساعت
۰/۰۰۱	۰/۰۰۲۸	۸۳۳/۳۳۳۳	۱ ساعت
۰/۰۰۲	۰/۰۰۵۶	۱۶۶۶/۶۶۶۷	۳۰ دقیقه
۰/۰۰۴	۰/۰۱	۳۳۳۳/۳۳۳	۱۵ دقیقه
۰/۰۰۶۷	۰/۰۱۷	۵۰۰۰۰	۱۰ دقیقه
۰/۰۱۳	۰/۰۳	۱۰۰۰۰	۵ دقیقه
۰/۰۶۷	۰/۱۶۷	۵۰۰۰۰	۱ دقیقه
۰/۰۱۳	۰/۳۳	۱۰۰۰۰۰	۳۰ ثانیه
۰/۴	۱	۳۰۰۰۰۰	۱۰ ثانیه
۴	۱۰	۳۰۰۰۰۰۰	۱ ثانیه
۸	۲۰	۶۰۰۰۰۰۰	۰/۵ ثانیه
۴۰	۱۰۰	۳۰۰۰۰۰۰۰	۰/۱ ثانیه

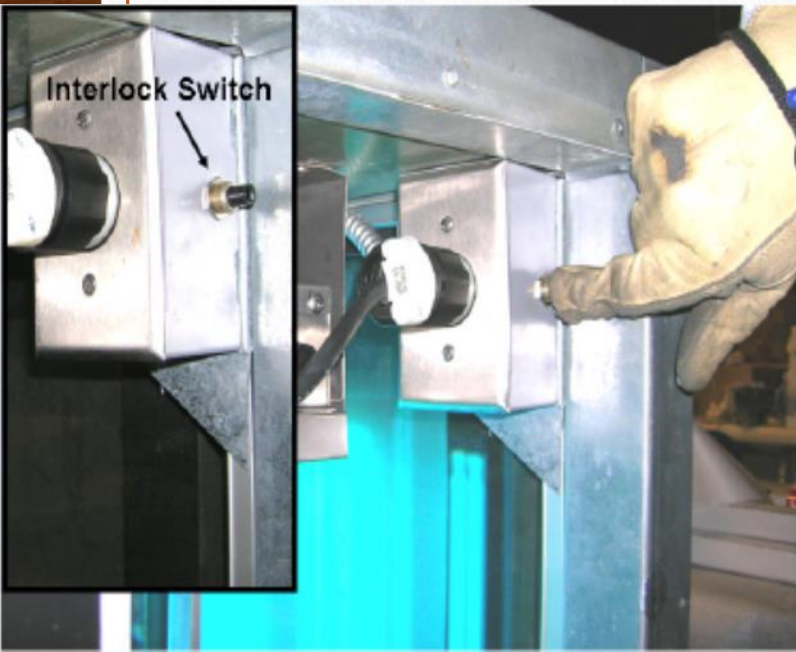
Table 4.2 UVR hazards from various types of sources.

Lamp type	T_{\max}
Fluorescent lighting	>8 h
<i>Quartz halogen lamps</i>	
No filter	10 min–5 h
Filter attached	>8 h
Standard lamps 1000 W (0.5 m)	20 min
<i>Mercury discharge lamps</i>	
UVC germicidal lamps	1–3 min
UVB sunlamps	30 s
UVA lamps	2–5 h
Sunlamps	3 min
<i>Phototherapy lamps</i>	
Filtered	7–400 h
Unfiltered	1 min–300 h
Blacklights	5–9 h
<i>Arc lamps</i>	
Xenon lamps (150 W)	5 h
Solar simulator	44 s
Deuterium lamps	6 min
Welding	1–5 min
<i>Solar UVR</i>	
Summer mid-latitude	6 min
Winter, mid-latitude	30–40 min

T_{\max} is the time to exceed the IRPA (1985) UVR exposure guidelines.

کنترل‌های مهندسی

- استفاده از فضای بسته و مانع‌ها
- استفاده از اینترلاک
- حذف انعکاس دهنده‌های پرتوی فرابنفش
- سیستم تهویه و خطرات فنی



اقدامات کنترلی اداری

- آموزش
- محدودیت دسترسی
- هشدار های خطر و علائم هشدار خطر
- حفاظت فردی
- کرم های ضد آفتاب

sun protection factor(SPF)



Feeling hot in the sun?
Don't rely completely on sunscreen.
Take time out and relax under a
Coolshade Shade Sail...

sun protection factor(SPF)

- Thus, an SPF of 20 means that 1/20, or 5% of the incident radiation is transmitted, and 95% is absorbed. The percent of the incident UV that is absorbed is given by

$$\% \text{ absorbed} = \frac{\text{SPF} - 1}{\text{SPF}} \times 100$$

Shielding, on a personal level, can be accomplished through the use of eyeglasses, goggles, or plastic face shields to protect the eyes and face. These items must, of course, be effective against the UV wavelengths in use. Ordinary glass blocks most UV light of wavelengths less than 330 nm, while transmitting most of the UV for longer wavelengths. Ordinary safety glasses and goggles use polycarbonate lenses, which absorb 100% of the UV. The UV-absorption properties of contact lenses, ordinary eyeglass lenses, sun glasses, and protective clothing can be determined by measuring the transmission of UV light with a radiometer.



ورود افراد متفرقه ممنوع

a



احتیاط. تشعشع فرابنفش

b

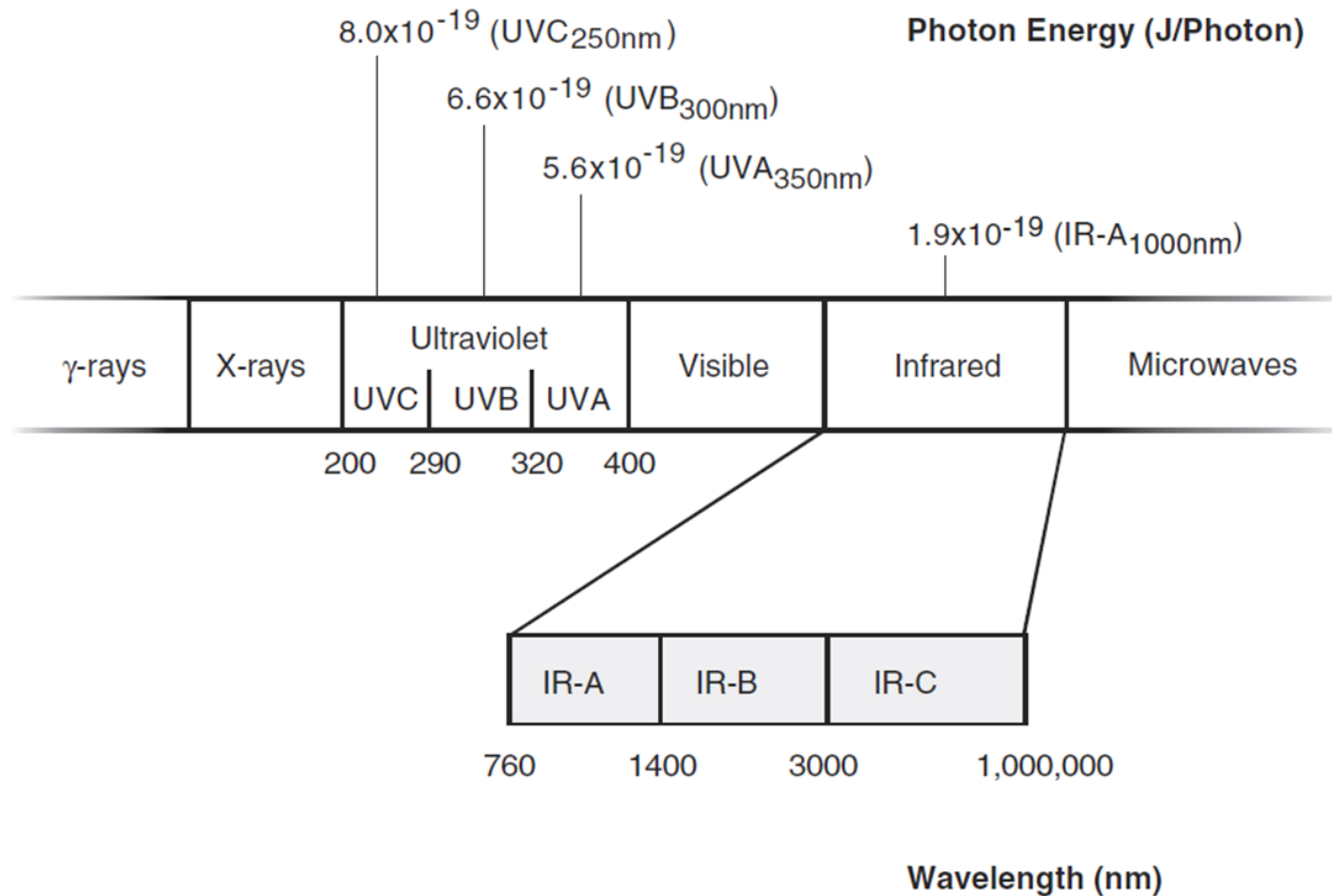


محافظ صورت استفاده کنید

c



اشعه مادون قرمز (Infra Red Radiation)



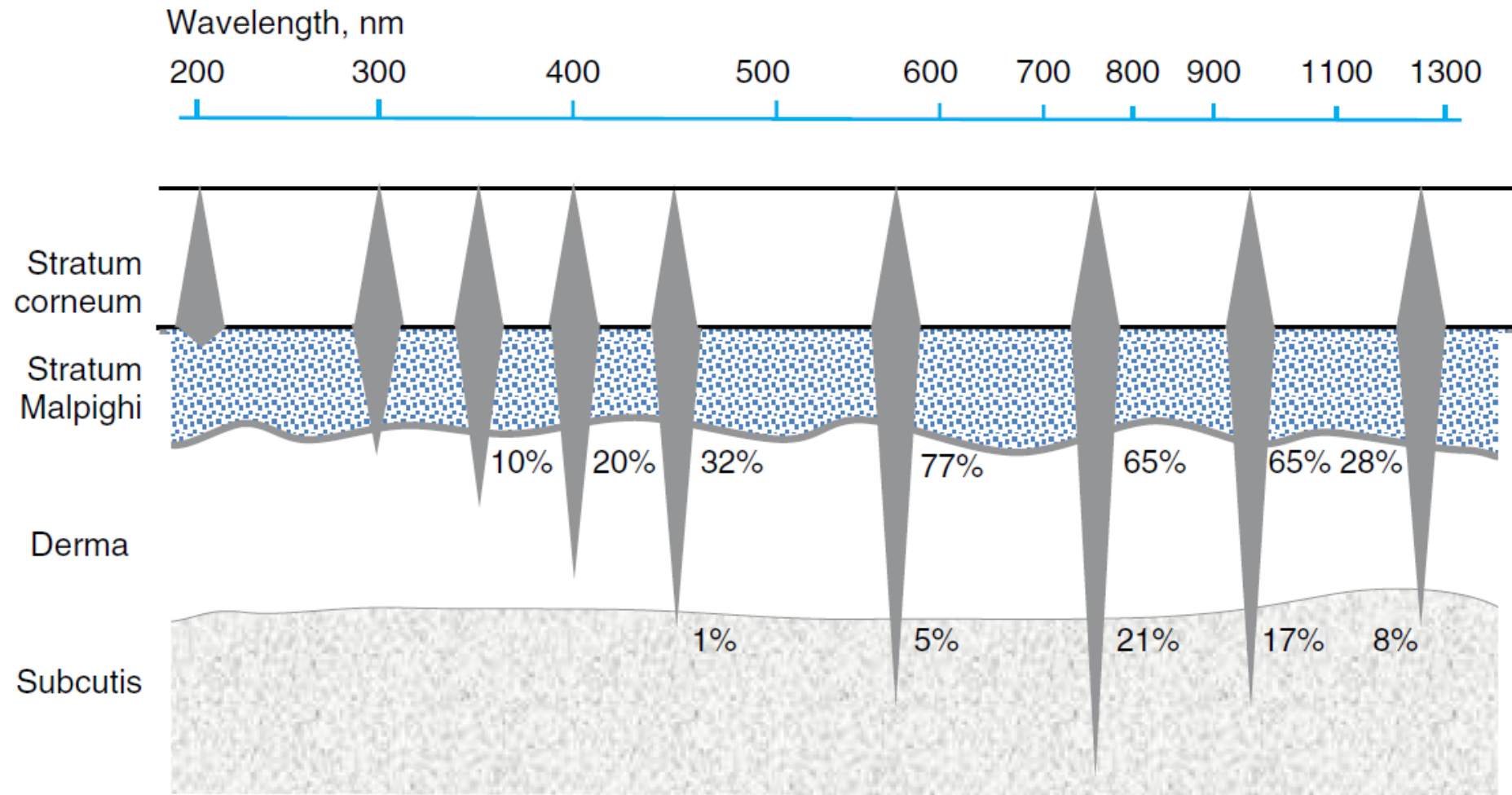


Figure 9.4 Absorption properties of the human skin, as a function of wavelength. *Source:* Adapted from Urbach, 1985, The University of Chicago Press.

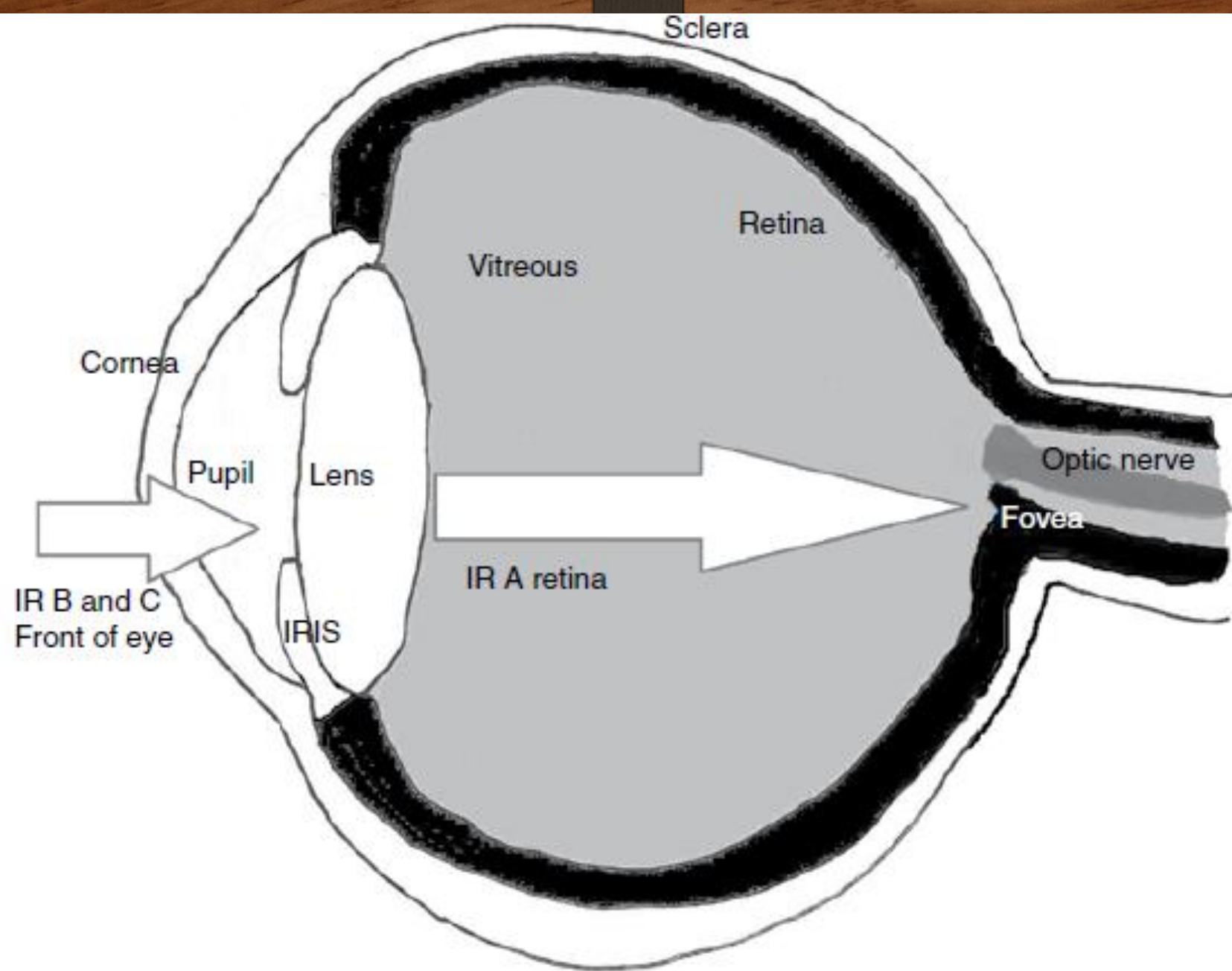


Figure 9.5 A cross section through the human eye.

منابع

- طبیعی
 - خورشید
- مصنوعی
 - اجسام ملتهب
 - عبور جریان الكتریکی از مقاومتها
 - چراغ با مفتول زغال
 - چراغ بخار جیوه

جذب اشعه مادون قرمز

- آب خالص
- محلول نمک طعام
- شیشه

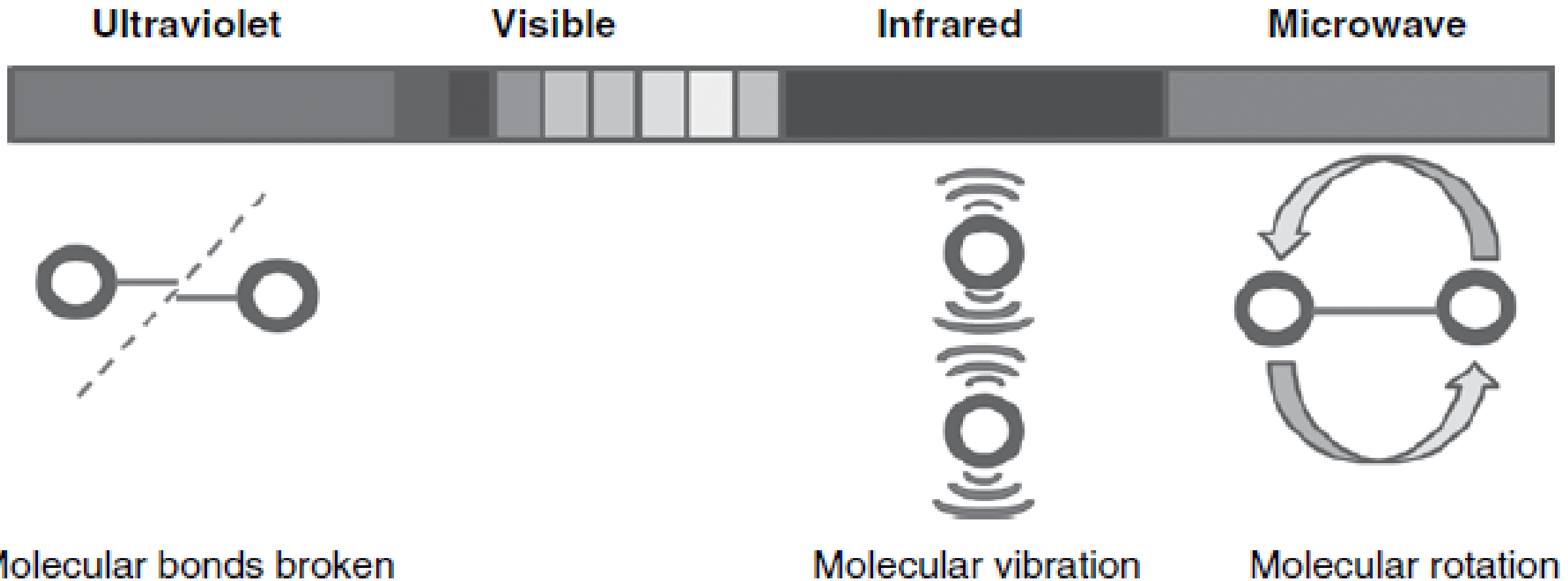


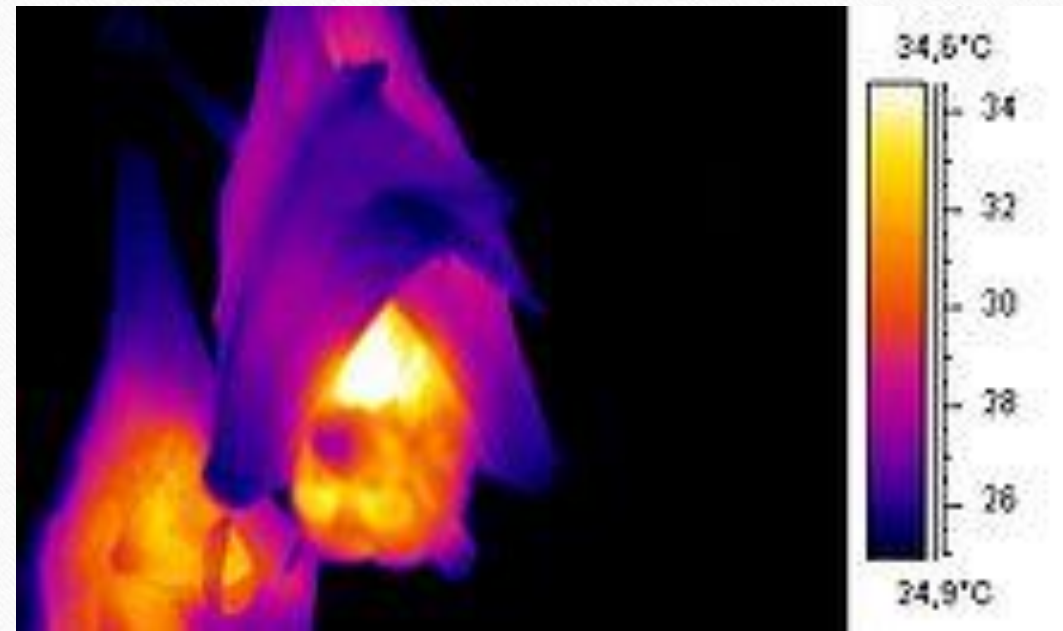
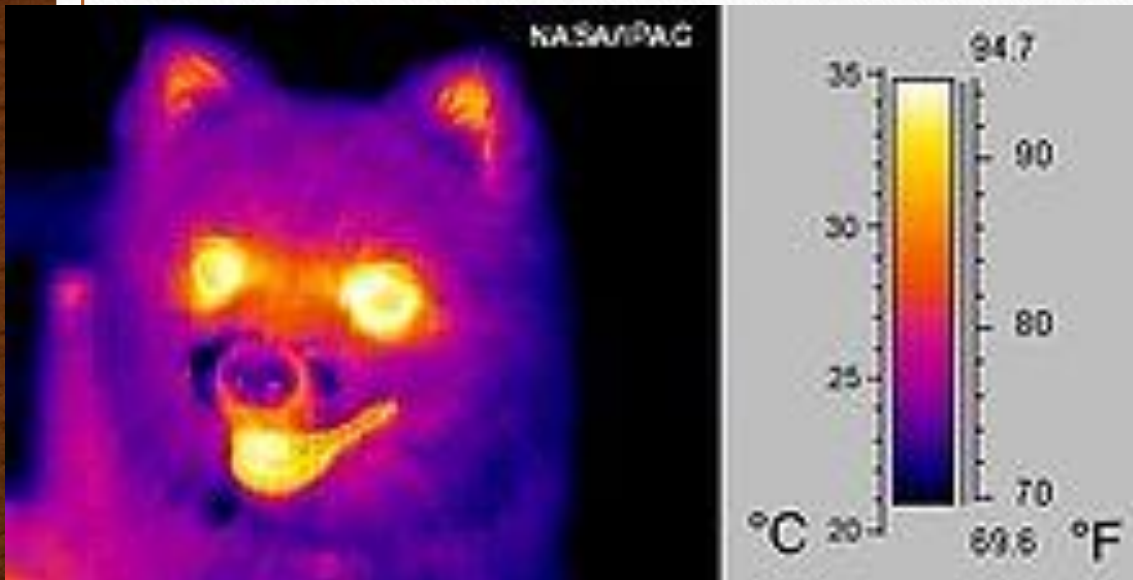
Figure 9.2 Modes of energy absorption by molecules from electromagnetic radiation from UV through to microwave, showing that molecular vibrations predominate in the infrared region. *Source:* Adapted from Pecsok and Shields, 1968 and Schwartz, 1994. Reproduced with permission of Elsevier and Wiley.

کاربردهای IR



- دید در شب
- تصویر دمانمایی (ترموگرافی)
- عکسبرداری زمین از راه دور (آکموترا)
- طیفسنجی مادون قرمز به روش FTIR برای شناسایی پلیمرها
- مخابرات
- ردیابی اشیاء پرنده
- عکاسی مادون قرمز
- تفنگ مجهز به دوربین دید در شب
- مادون قرمز در نجوم

ترموگرافی گرگ و خفاش



کاربرد مادون قرمز در پزشکی

- ماساژور برای تمام نقاط بدن
- تسکین درد
- استراحت ماهیچه
- افزایش خونسازی

اقدامات حفاظتی

- کاهش مدت مواجهه تا حد امکان
- جدا کردن منبع تابش و محصور سازی
- پوشش گذاری برای سطوح بازتابنده
- حفاظ گذاری عمودی با مواد جاذب گرما
- افزایش فاصله با منطقه داغ
- استفاده از وسایل حفاظت فردی
- پوشیدن لباس های ضدآتش و گاگل هایی که نور را عبور می دهند؛ نه IR
- تهویه مناسب

بخش سوم: حفاظت قرنیه و عدسی در مواجهه با پرتو فرو سرخ (IR) :

برای اجتناب از صدمات قرنیه و اثرات احتمالی بر عدسی چشم (بیماری آب مروارید) پرتوگیری از اشعه فرو سرخ ($3\mu\text{m} < \lambda < 770\text{nm}$) در محیط‌های خیلی گرم در مدت زمان‌های طولانی (۱۰۰۰ ثانیه و بالاتر) باید به 10 mW/cm^2 محدود شود و برای پرتوگیری‌های در مدت زمان کمتر از ۱۰۰۰ ثانیه میزان پرتوگیری مجاز از رابطه زیر بدست می‌آید:

$$\sum_{770}^{3000} E_{\lambda} \cdot \Delta\lambda \leq 1.8t^{-0.75} \text{ W/cm}^2$$

برای پرتوگیری‌های در مدت زمان بیشتر از ۱۰۰۰ ثانیه میزان پرتوگیری مجاز از رابطه زیر بدست می‌آید:

$$\sum_{770}^{3000} E_{\lambda} \cdot \Delta\lambda \leq 0.01 \text{ W/cm}^2$$

استاندارد سازمان ICNIRP

• قرنیه و عدسی

$$E_{\text{IR}} \leq 1.8t^{-3/4} \text{ W cm}^{-2} \text{ for } t < 1,000 \text{ s}$$

$$E_{\text{IR}} \leq 100 \text{ W m}^{-2} \text{ for } t > 1,000 \text{ s}$$

بخش چهارم: حفاظت شبکیه در مواجهه با پرتو فرو سرخ نزدیک (Near IR):

برای لامپ حرارتی فرو سرخ یا هر منبع فرو سرخ نزدیک (Near IR) که خارج از طیف نور مرئی قرار دارد (با درخشندگی کمتر از 10^{-2} cd/m^2)، مقدار تابش IR-A یا فرو سرخ نزدیک ($\lambda < 1400 \text{ nm}$) که به چشم می‌رسد در محدوده رابطه زیر برای مدت زمان مواجهه کمتر از ۸۱۰ ثانیه قابل قبول است.

$$\sum_{770}^{1400} L_{\lambda} \cdot R_{\lambda} \cdot \Delta\lambda \leq \frac{3.2}{\alpha \times t^{0.25}}$$

این حد براساس قطر مردمک چشم ۷ mm تعیین شده است (در صورتی که به دلیل فقدان نور کافی مردمک تا این اندازه باز نمی‌شود) و آشکار ساز زاویه میدان دید ۱۱ mrad داشته باشد. برای مدت زمان مواجهه بیشتر از ۸۱۰ ثانیه رابطه زیر برقرار است.

$$\sum_{770}^{1400} L_{\lambda} \cdot R_{\lambda} \cdot \Delta\lambda \leq \frac{6}{\alpha}$$

برای منبع دایره ای شکل مثل لامپ های روشنایی نقطه ای، ضریب α برحسب رادیان برابر با قطر لامپ تقسیم بر فاصله تا چشم دریافت کننده است. برای منابع مستطیل شکل α برابر با میانگین بزرگترین و کوچکترین بعد منبع تقسیم بر فاصله تا چشم دریافت کننده است.

$$\alpha(\text{rad}) \leq \frac{l + w}{2r}$$

پرتوهای الکترومغناطیسی

خصوصیات مشترک پرتوهای الکترومغناطیسی

- ۱- همگی با سرعت نور در خلاء حرکت می کنند.
- ۲- حرکت این امواج به صورت خط مستقیم است و در عین اینکه می توانند از مسیر اولیه خود انحراف یابند، مجدداً اشعه انحراف یافته نیز به خط مستقیم حرکت می کند.
- ۳- در برخورد با مواد، هم می توانند جذب گردند و هم منحرف (به مفهوم وسیع کلمه) یابند.
- ۴- در برخورد با مواد انحراف پرتوهای الکترومغناطیسی به صورتهای مختلف مانند، انعکاس، شکست و انکسار، دیفیوژیون (پخش و پراکندگی اشعه) جلوه گر می شوند.
- ۵- پرتوهای الکترومغناطیسی تحت تأثیر میدان های الکتریکی و مغناطیسی واقع نمی گردند.
- ۶- ایجاد تداخل می نمایند.

میدان مغناطیسی ثابت

- این میدان در هر نقطه از مکان ، با گذشت زمان مقدار ثابتی دارد.
- این میدان که اغلب با کمیت چگالی شار مغناطیسی (B) مشخص میشود در اطراف آهنرباهای دائمی و نیز در اطراف سیمهای حامل جریان ثابت ایجاد میشود.

میدان مغناطیسی ثابت

- کره زمین مهم ترین منبع طبیعی تولید کننده میدان مغناطیسی ثابت است.
- چگالی میدان مغناطیسی در اطراف زمین بین ۳۰ تا ۷۰ میکرو تسلا تغییر می کند.
- سیستمهای (MRI , Magnetic resonance imaging) ، کابل های برق و ژنراتورهای DC (مترو)، راکتورهای هسته ای، شتابدهنده های ذرات ، جداکننده های ایزوتوپها و اسپکترومترهای (NMR) **Nuclear Magnetic Resonance** مهم ترین منابع مصنوعی تولید کننده میدان مغناطیسی ثابت هستند.
- در مراکز ساخت آهن رباهای دائم و مراکز تولید مواد مغناطیسی نیز میدان مغناطیسی ثابت وجود دارد.

جدول ۸- مقادیر حد مجاز مواجهه شغلی برای میدانهای مغناطیسی پایا

مقدار سقف	TWA هشت ساعته	
۲ T	۶۰ mT	تمام بدن
۲۰ T	۶۰۰ mT	دستها و پاها
۰/۵ mT	-	افراد حامل وسایل پزشکی الکترونیکی

حفاظت در مقابل میدان مغناطیسی ثابت

- افرادی که دارای ضربان ساز مصنوعی قلب هستند نباید در میدان قویتر از ۰,۵ میلی تسلا قرار گیرند. (در موارد کمتر هم لازم است احتیاط کنند و به پزشک مراجعه نمایند)
- قرار گرفتن افرادی که در بدن آنها پروتزهای فلزی وجود دارد، در میدانهای مغناطیسی می تواند خطرناک باشد.
- کلیه افرادی که در بدن آنها قطعات الکترونیکی وجود دارد، باید احتیاط کنند.

حفاظت در مقابل میدان مغناطیسی ثابت

- در میدانهای مغناطیسی قویتر از ۳ میلی تسلا ، خطر جابجا شدن و پرش وسایل فرومغناطیس موجود در محیط وجود دارد. لذا باید از قرار دادن چنین وسائلی در این میدانها ممانعت شود.
- پرش وسایل فلزی و نوک تیز یا سنگین می تواند بسیار خطرناک باشد.
- ساعت‌های آنالوگ، کارتهای مغناطیسی و دیسک‌های کامپیوتری ممکن است در میدان های یک میلی تسلا و قوی تر آسیب ببینند

میدان های الکترو مغناطیسی

- این میدانها شامل :
- میدان های الکترومغناطیسی با فرکانس فوق العاده کم (ELF)
- امواج رادیوئی و مایکروویو

میدانهای الکترومغناطیسی با فرکانس فوق العاده کم

- این میدان ها شامل:

- میدان های الکتریکی با فرکانس کمتر از ۳۰۰ هرتز

میدانهای الکتریکی

- اختلاف پتانسیل دو سر سیم باعث ایجاد جریان الکتریکی در سیم شده و میدان الکتریکی نیز در اطراف سیم ایجاد می کند.
- هر چه ولتاژ بیشتر باشد، میدان الکتریکی قوی تری تولید می شود.
- از آنجا که در غیاب جریان الکتریکی اختلاف پتانسیل میتواند وجود داشته باشد، لازم نیست که حتما وسیله برقی روشن باشد تا در اطراف آن میدان الکتریکی وجود داشته باشد.

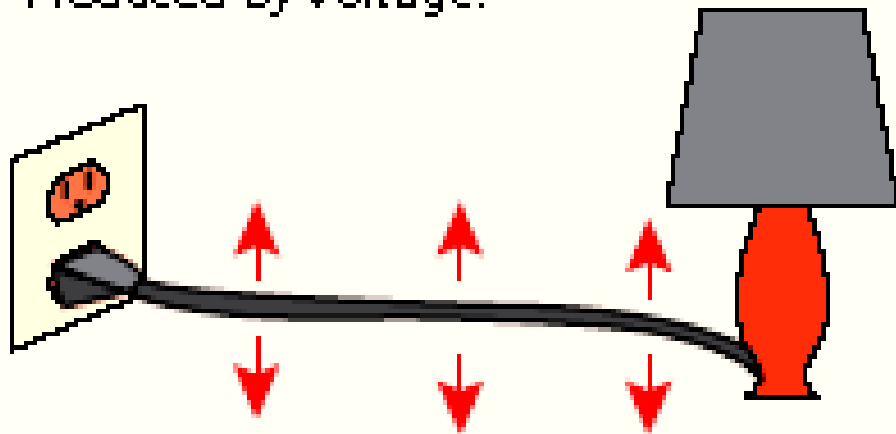
میدانهای مغناطیسی

- میدان مغناطیسی فقط در صورتی که جریان الکتریسیته وجود داشته باشد پدید می آید.
- در صورت وجود جریان هر دو میدان الکتریکی و مغناطیسی تواما وجود دارند.
- هر چه جریان بیشتر باشد میدان مغناطیسی قویتر است.
- در انتقال و توزیع برق ولتاژهای بالا و در وسائل خانگی ولتاژهای نسبتا کم بکار میرود.
- وسائل برقی که با برق شهر کار می کنند ، از مهمترین منابع تولید کننده میدانهای الکتریکی و مغناطیسی می باشند.
- ولتاژ و جریان برق شهر متناوب هستند وفرکانس تغییرات آنها ۵۰ هرتز است.

A Comparison of Electric and Magnetic Fields

Electric Fields

- Produced by voltage.

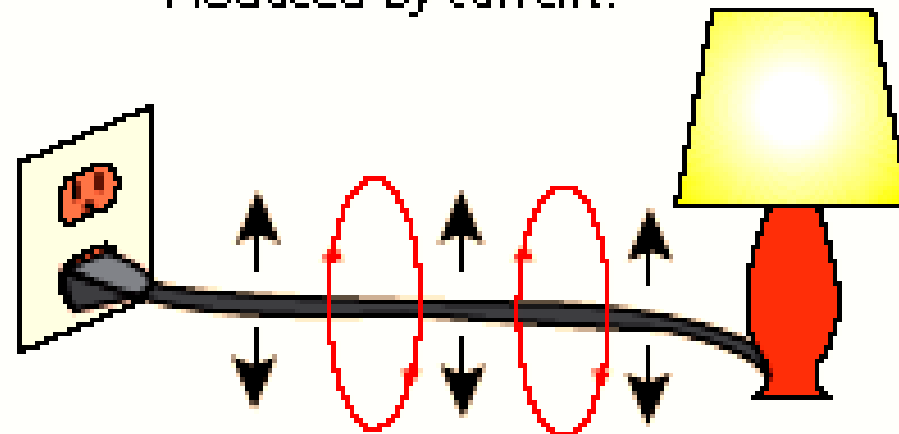


Lamp plugged in but turned off.
Voltage produces an electric field.

- 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.

Table 17.1 Typical values of magnetic fields measured near powerlines and substations.

Source	Location of measurement	Range of measurements (μT) ^a
Distribution line	Directly underneath	0.2–3
Distribution line	10 m away	0.05–1
Substation	At substation fence	0.1–0.8
Transmission line	Directly underneath	1–20
Transmission line	At edge of easement	0.2–5

Source: http://www.arpana.gov.au/radiationprotection/factsheets/is_magfields.cfm.

a) Levels of magnetic fields may vary from the range of measurements shown.

Table 17.2 Typical values of magnetic fields measured at normal user distance.

Appliance	Range of measurements (μT) ^a
Electric stove	0.2–3
Refrigerator	0.2–0.5
Electric kettle	0.2–1
Toaster	0.2–1
Television	0.02–0.2
Personal computer	0.2–2
Electric blanket	0.5–3
Hair dryer	1–7
Pedestal fan	0.02–0.2

Source: http://www.arpana.gov.au/radiationprotection/factsheets/is_magfields.cfm.

a) Levels of magnetic fields may vary from the range of measurements shown.

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..

فرکانس بی نهایت کم (ELF) از یک تا ۳۰۰ هرتز، از مقدار سقف ارائه شده در رابطه زیر نباید تجاوز کند.

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

در رابطه فوق، حد مواجهه شغلی بر حسب میلی تسلا (mT) می باشد و f فرکانس بر حسب هرتز است.

حفاظت در برابر خطرات میدانهای الکترومغناطیسی با فرکانس فوق العاده کم

- بوسیله حفاظ مناسب (مخصوصا فلزی)
- میدانهای مغناطیسی از اغلب مواد عبور میکنند لذا میدانهای مغناطیسی خطوط زیر زمینی به اندازه میدان الکتریکی ناشی از آنها تضعیف نمی شود.
- با پوشیدن کفش جریان الکتریسیته بین بدن و زمین به حدود نصف کاهش می یابد.

-
- مواد حفاظتی میدانهای الکتریکی عبارتند از نقره ، مس ، طلا ، آلومینیوم ، برنج ، برنز قلع ، سرب و پلی مرهای هدایتی می باشند. این مواد با هم ترکیب و مخلوط شده پلاستیک های Electroless Plated (مس یا نیکل) ، پلاستیک های کامپوزیت و رنگهای هادی را تشکیل می دهند.
 - مواد حفاظتی در برابر میدان مغناطیسی عبارتند از آهن ، بعضی از انواع فولاد زنگ نزن ، و آلیاژهای آهن - کبالت و آهن نیکل .

مقررات کار در میدانهای الکترومغناطیسی با فرکانس فوق العاده کم

- در ایران کاربرد برق با فرکانس فوق العاده کم باید به گونه ای باشد که شدت میدان های الکتریکی و مغناطیسی در محل کار افراد و نیز محل های غیر شغلی و عمومی از حدود مجاز تجاوز نکند.
- ضمناً برای کابل های فشار قوی نیز در سال ۱۳۴۲ حریمی تعیین شده است. در حریم درجه یک و دو کابل های برق هیچگونه ساختمان سازی صورت نگیرد. در حریم دو کشاورزی و راه سازی بلامانع است.

حریم کابل‌های فشار قوی

فاصله حریم درجه دو بر حسب متر	فاصله حریم درجه یک بر حسب متر	ولتاژ به کیلو ولت
۵	۳	۱ تا ۲۰
۱۵	۵	۳۳
۲۰	۱۳	۶۳
۳۰	۱۵	۱۳۲
۴۰	۱۷	۲۳۰
۵۰	۲۰	۴۰۰ تا ۵۰۰
۶۰	۲۵	۷۵۰

میدان های رادیوئی و مایکروویو

- این میدانها شامل میدانهای الکتریکی و مغناطیسی با فرکانس ۳۰۰ کیلوهرتز الی ۳۰۰ گیگاهرتز هستند. این میدانها همیشه تواما وجود دارند.

میدان های رادیوئی و مایکروویو

- شامل امواج بلند، کوتاه و فراکوتاه که قابل استفاده در رادار هستند، این امواج توسط نوسان کننده های الکتریکی تولید شده و توسط وسایل الکترونیکی قابل شناسائی است. از اجسام عایق عبور کرده و توسط اجسام هادی بازتاب می یابد، در اثر تغییر در حرکت دورانی الکترون ایجاد می شوند، دارای خصوصیات پرتوهای الکترومغناطیسی بوده و برای معرفی بیشتر بر روی فرکانس آنها بحث میشود تا طول موج
- انرژی آنها بر حسب میدانهای الکتریکی و یا مغناطیسی آنها شرح داده شده و در آنها بجای کمیت انرژی از شدت میدان الکتریکی و مغناطیسی استفاده میشوند. هم بصورت موج پیوسته و هم پالس منتشر می شوند.
- بهتر است پرتوهای ماکروویو را بر حسب فرکانس های آنها مشخص نمود زیرا این ویژگی با تغییرات محیط تغییر نمی کند. در واقع فرکانس هر منبع، تابع ویژگی های آن منبع تشعشع است و در طول مسیر تغییر نمی کند.



منابع محیطی

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

فرستنده های رادیویی

فرستنده های UHF و VHF 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 فاصله ۱۰ متری از منبع می باشند شامل :

سیستم هایی بر پایه میکروویو که در ارتباطات تلفنی ، تلویزیون های کابلی و اجاق های میکروویو 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

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 مستقیماً 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.

جدول ۹- حد مجاز مواجهه شغلی با امواج رادیو فرکانس و ماکروویو

قسمت الف: میدان‌های الکترومغناطیسی* (f فرکانس بر حسب MHz)

متوسط زمانی E^2 یا H^2 (دقیقه)	شدت میدان مغناطیسی، H (A/m)	شدت میدان الکتریکی، E (V/m)	چگالی توان، S (W/m ²)	فرکانس
۶	۱۶۳	۱۸۴۲	-	۳۰ KHz - ۱۰۰ KHz
۶	$16/3 / f$	۱۸۴۲	-	۱۰۰ KHz - ۱ MHz
۶	$16/3 / f$	$1842 / f$	-	۱ MHz - ۳۰ MHz
۶	$16/3 / f$	$61/4$	-	۳۰ MHz - ۱۰۰ MHz
۶	$0/163$	$61/4$	۱۰	۱۰۰ MHz - ۳۰۰ MHz
۶	-	-	$f/30$	۳۰۰ MHz - ۳ GHz
$33878/2 / f^{1/0.79}$	-	-	۱۰۰	۳ GHz - ۳۰ GHz
$67/62 / f^{0.476}$	-	-	۱۰۰	۳۰ GHz - ۳۰۰ GHz

حفاظت در برابر پرتوهای رادیوئی و ماکروویو

کنترل های مهندسی

• قسمتی از اصول کنترل مهندسی شامل:

• قفل کردن

• حفاظ گذاری

• محصور کردن

• اتصال بزمین یا wave guide می باشد.

• قفل :

• طراحی خوب شامل قفل‌های Fail-safe ، آشکار سازهای تشخیص نشت ، و آژیر صوتی و دیدنی می باشد.

• قفل های محدود کننده باید روی آنتن نصب شود تا از پرتوتابی در زوایائی که برای کارکنان خطرناک است جلوگیری شود.

• نگهداری و تعمیرات باید بگونه ای برنامه ریزی شود تا سیستم ایمنی بطور دوره ای مورد ارزیابی قرار گیرد.

محفظه ها

- محفظه ها برای کاهش نشت و نفوذ میدانهای RF بکار برده می شوند در طراحی یک محفظه دقت خاص باید بکار برد تا ماده حفاظتی مناسب ، مواد برای درزبندی ، پانل ها ، فلانژ ، ورقه های پوششی ، درها، تهویه ، کابل های رابط انتخاب شود و اتصال بزمین نیز انجام گیرد.

لباسهای حفاظتی

- ماده اولیه این لباسها پشم یا نایلون است که با فلزات خیلی هادی مانند نقره و یا با نخ های فولاد ضد زنگ بافته می شود .
- از این لباسها باید به احتیاط استفاده کرد زیرا مقاومت شان در مقابل شعله کم است و احتمال جرقه زدن و تشکیل امواج ساکن وجود دارد.
- احتمال نشت در بازشو لباس مثلاً ناحیه زیپ بیشتر است.

کنترل های اداری و فنی

- کنترل های اداری شامل:
- دقت در خرید منابع مورد نظر
- کنترل زمان پرتوگیری
- افزایش فاصله بین منبع و کارگران (هر چند این را با اصول مهندسی می توان انجام داد)
- محدود کردن ورود به اتاق تشعشع
- و قرار دادن علائم آگاهی دهنده می باشد.

حفاظت (فرهای میکروویو)

- با توجه به حفاظتهای اطراف، معمولاً شدت این میدان ها کم است. و معمولاً خطری برای انسان ندارد (البته در صورتی که فر سالم و استاندارد باشد).
- این امواج برای کسانی که از ضربان ساز قلب یا تجهیزات الکترونیکی در بدن استفاده میکنند، میتواند مضر باشد لذا باید احتیاطات لازم مبذول شود.
- تعمیر فر توسط افراد غیر متخصص میتواند به این افراد صدمه برساند.
- بعد از تعمیر فر باید پرتوهای اطراف توسط دستگاههای ویژه اندازه گیری شود.

حفاظت (فرهای میکروویو)

- این فرها دارای مگنوترون بوده که انرژی الکتریکی را به امواج با فرکانس بالای میکروویو 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 مگنوترون صدمه می زند.

حفاظت (فرهای میکروویو)

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

BTS (Base Transceiver Station)

• برای دریافت امواج از شبکه های ارتباطی و ارسال آن به گوشی های تلفن همراه نیاز به نصب آنتن هایی است که آن ها را BTS می نامند.

• BTS حدود ۳۰ کیلومتر برد دارد که برد مفید آن را در فضای باز و بدون هیچ گونه ساختمان یا مانعی ۲۰ کیلومتر تخمین می زنند و در فضای شهر با وجود ساختمان های بلند و متعدد، برد مفید را بین ۲ تا ۵ کیلومتر در نظر می گیرند.

• ساطع کننده پرتوهای الکترومغناطیسی در فرکانس ۹۰۰-۱۸۰۰ مگاهرتز هستند.

• اغلب دارای ۳ سکتور هستند که هر کدام حدود ۱۲۰ درجه را پوشش می دهند که جمعا ۳۶۰ درجه می شود، اما هر سکتور یا قسمت می تواند مستقل نیز نصب شود تا محلهای خاصی را پوشش دهد



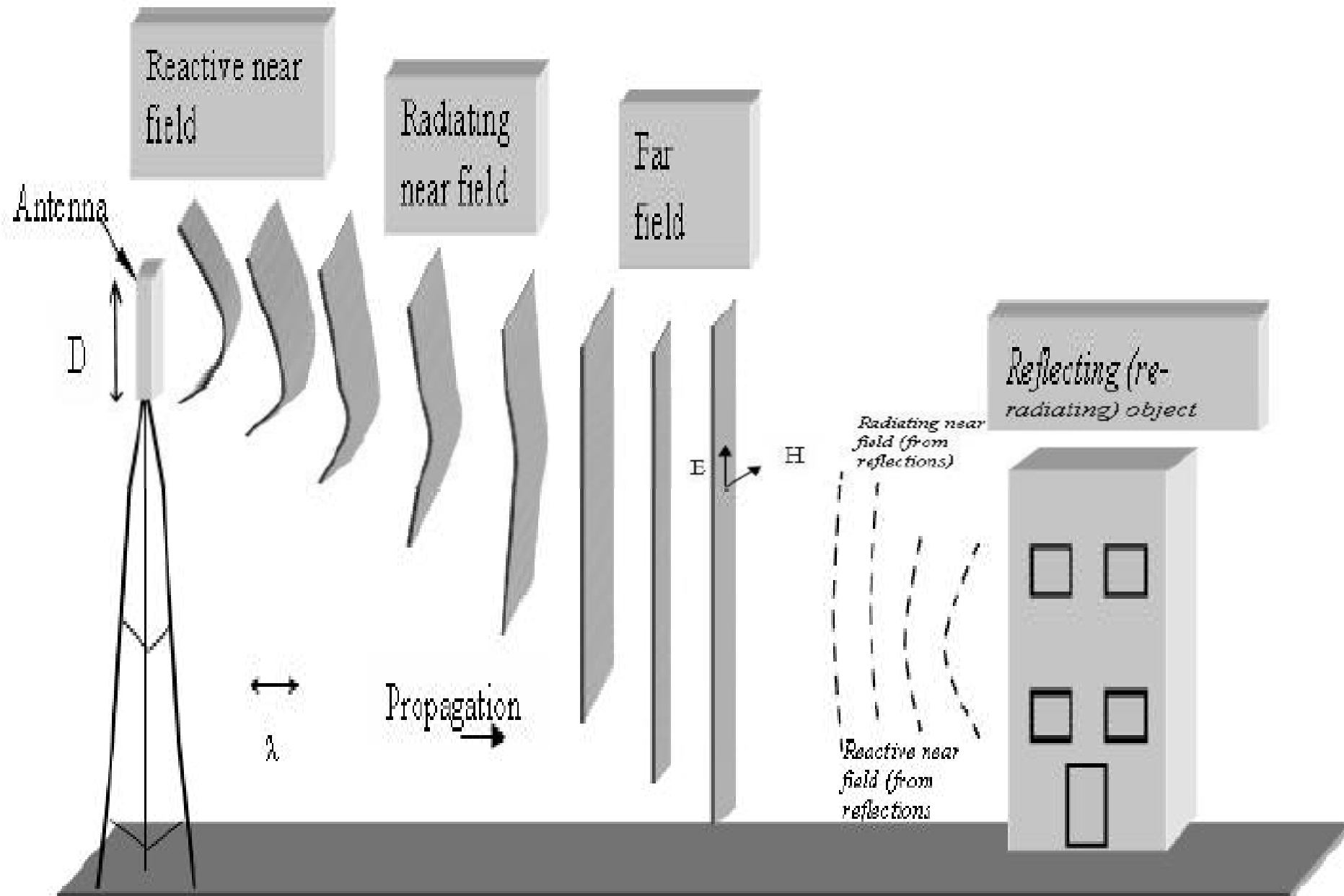
ایستگاههای آنتن موبایل

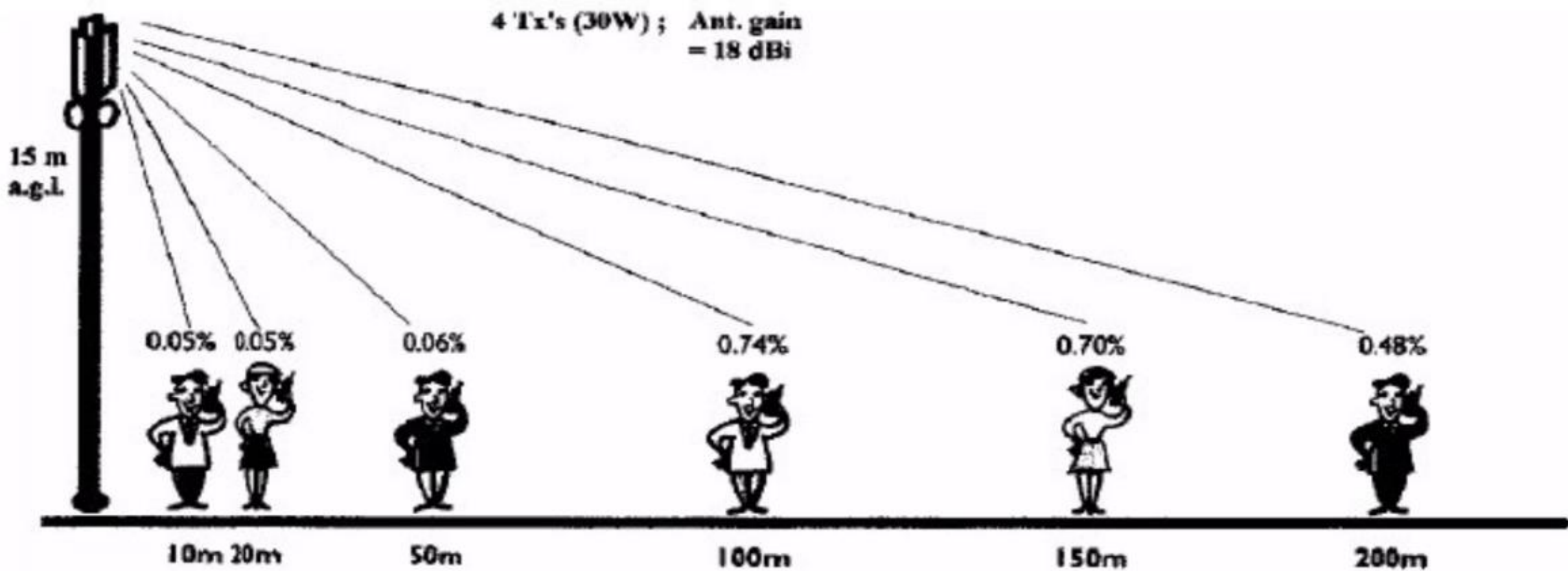


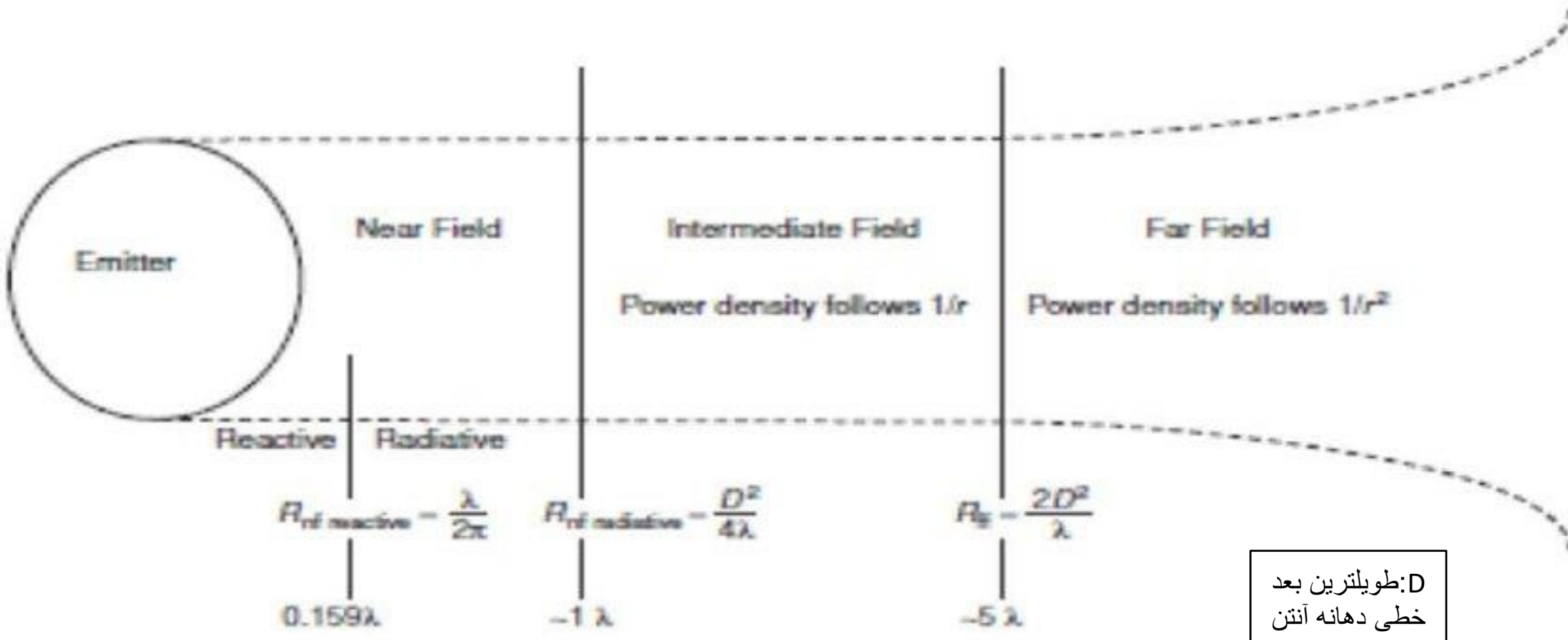
- مطالعات انجام یافته در فرانسه ، اسپانیا ، مصر و استرالیا (سال ۲۰۰۲) تاثیراتی از قبیل سردرد ، خواب پریشی و کاهش حافظه

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







D: طولترین بعد
خطی دهانه آنتن

The *radiating near-field region* extends from the reactive near-field limit to a distance $\frac{2d^2}{\lambda}$, where D is the largest dimension of the antenna. For this expression to be valid, D must also be large compared to the wavelength.

The *far-field region* is commonly taken to exist at distances greater than $\frac{2d^2}{\lambda}$ from the antenna.

Radiation Pattern of a Cell Tower Antenna

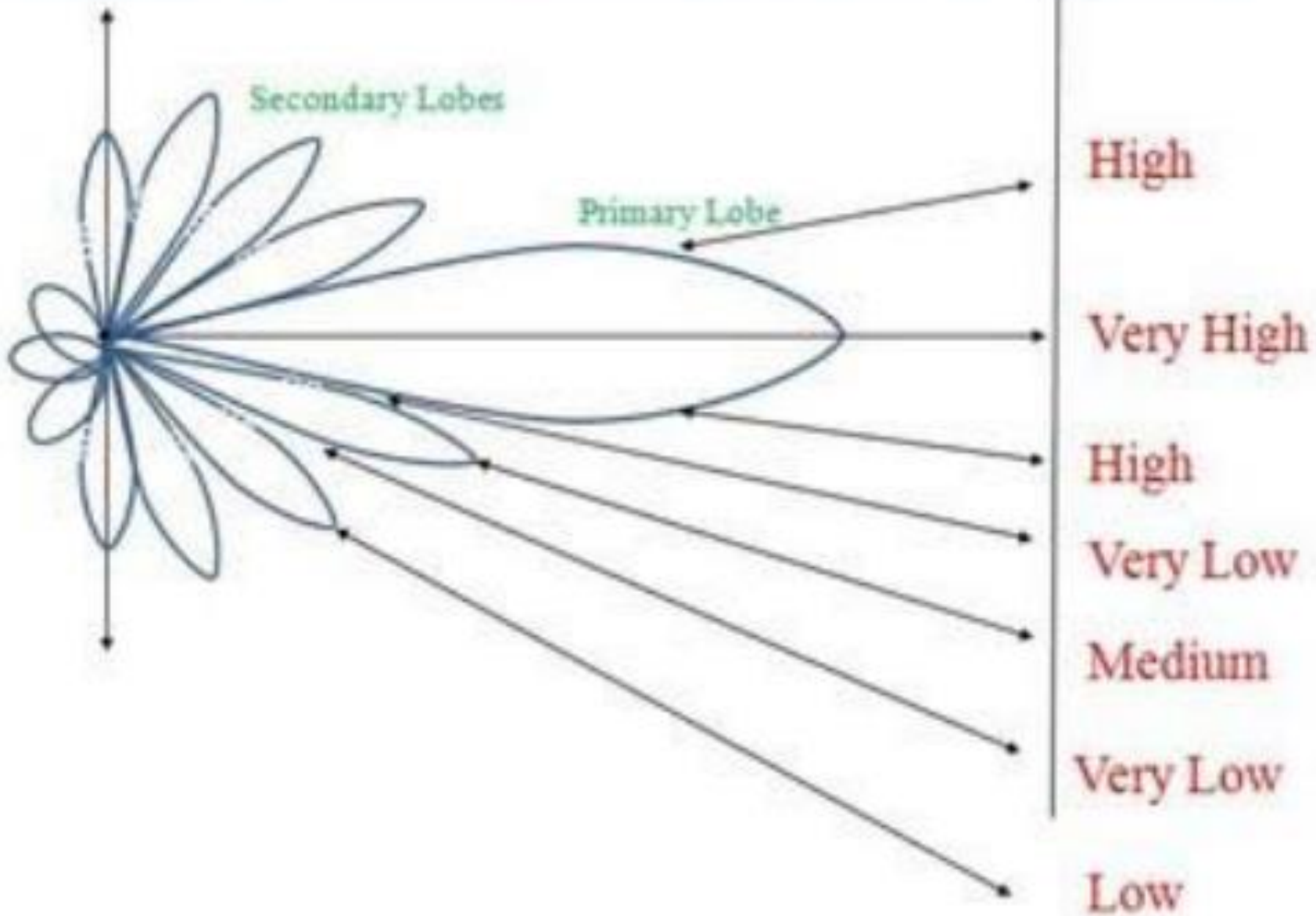


Figure 1.7 Power levels from the antenna

20 Watt Antenna
(900 GSM) Power Density in Main Beam Direction (W/M²)

150m - 0.007 watt/m²

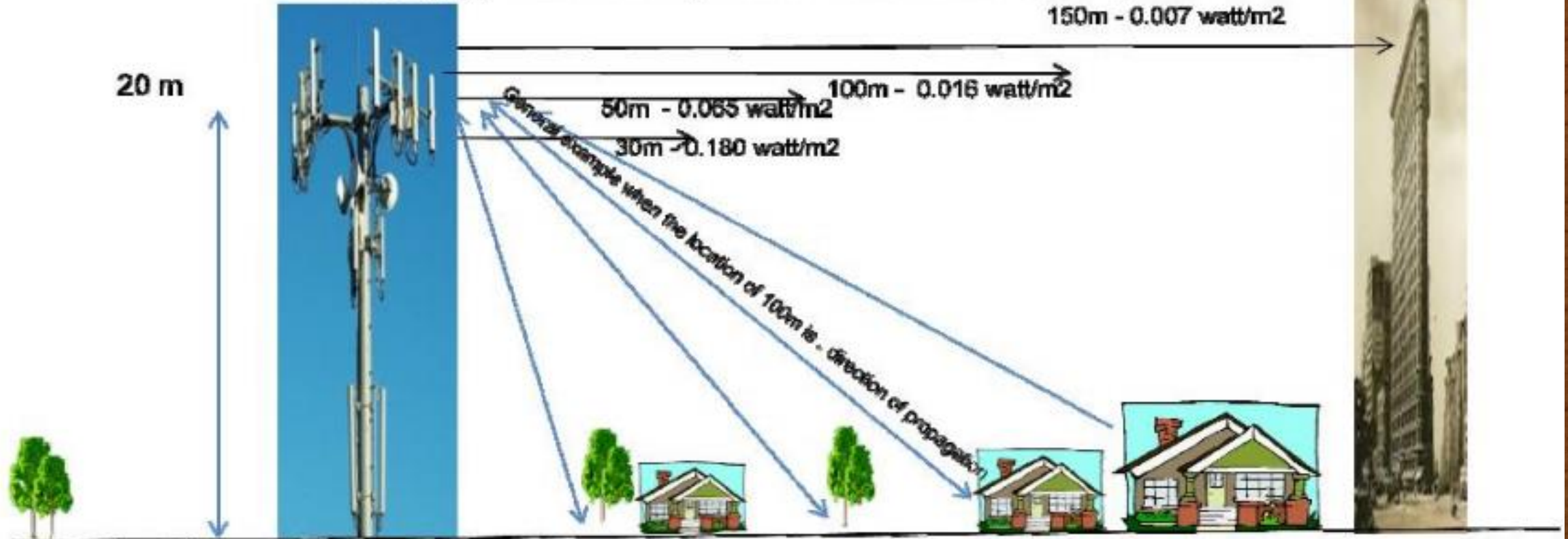
20 m

50m - 0.065 watt/m²

100m - 0.016 watt/m²

30m - 0.180 watt/m²

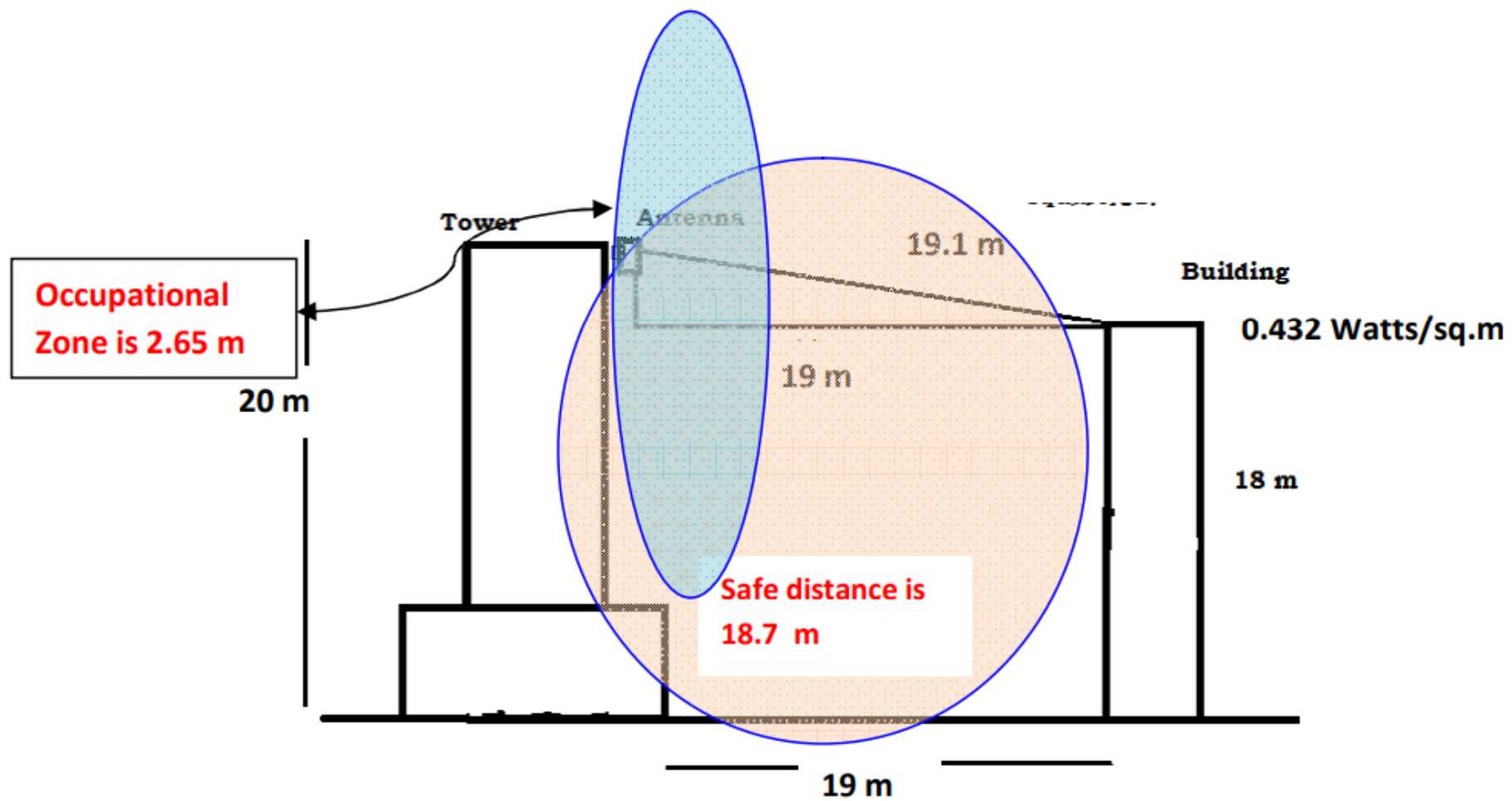
General example when the location of 100m is - direction of propagation



Ground Level

The intensity of Radio waves at ground level shall be much lesser than that of in Main Beam direction.

Figure 1.8: Occupational & Compliance Zone



ICNIRP Guidelines for EMF Radiation

1.22 International Commission on Non-Ionizing Radiation Protection (ICNIRP) is a body of independent scientific experts covering areas of Epidemiology, Biology, Dosimetry and Optical Radiation and a number of consulting experts. This body studies possible adverse effects on human health from exposure to non-ionising radiation. ICNIRP's principal aim is to disseminate information and advice on the potential health hazards of exposure to non-ionizing radiation. As per the ICNIRP Guidelines, the levels of safety are:

Frequency Range	Power Density (Watt/Sq. Meter)
400MHz to 2000MHz (2GHz)	$f/200$
2GHz to 300GHz	10

(f : is the frequency of operation in MHz)

Table 1.4: International EMF radiation norms for mobile towers (BTS)

International Exposure limits for EMF (1800 MHz)	
12 W/m ²	USA, Canada and Japan
9.2 W/m ²	ICNIRP and EU recommendation 1998
9 W/m ²	Exposure limit in Australia
2.4 W/m ²	Exposure limit in Belgium
1.0 W/m ²	Exposure limit in Italy, Israel
0.5 W/m ²	Exposure limit in Auckland, New Zealand
0.45 W/m ²	Exposure limit in Luxembourg
0.4 W/m ²	Exposure limit in China
0.2 W/m ²	Exposure limit in Russia, Bulgaria
0.1 W/m ²	Exposure limit in Poland, Paris, Hungary
0.1 W/m ²	Exposure limit in Italy in sensitive areas
0.095 W/m ²	Exposure limit in Switzerland
0.09 W/m ²	ECOLOG 1998 (Germany) Precaution recommendation only
0.001 W/m ²	Exposure limit in Austria

Table 1.5: Revised EMF radiation norms for mobile handset

Frequency (10 MHz to 10 GHz)	ICNIRP SAR Limit	Revised SAR Limit effective from 01.09.2012
General Public Exposure	2 Watt/Kg (averaged over 10gm tissue)	1.6 watt/Kg (averaged over 1 gm tissue)

Countries	SAR value limits
China	2W/kg averaged over 10g of tissue
Singapore	2W/kg averaged over 10g of tissue
Ghana	2W/kg averaged over 10g of tissue
Brazil	2W/kg averaged over 10g of tissue
Nigeria	2W/kg averaged over 10g of tissue
Japan	2W/kg averaged over 10g of tissue
Rep. of Korea	2W/kg averaged over 10g of tissue
Europe	2W/kg averaged over 10g of tissue
Australia	1.6 W/kg averaged over 1 g of tissue
USA	1.6 W/kg averaged over 1 g of tissue
Canada	1.6 W/kg averaged over 1 g of tissue

Table 1.2: Safe distance in case of multiple antennas

S.No.	Number of Multiple antennas	Building/Structure distance from the antenna (safe distance) (in mtrs)
1	2	35
2	4	45
3	6	55

از نصب این آنتن ها در کنار خانه های بلند باید اجتناب شود (فاصله در شکل دومی زیاد است ولی میزان شدت توان زیاد است)

Figure 1.5: EMF power density levels from mobile BTS

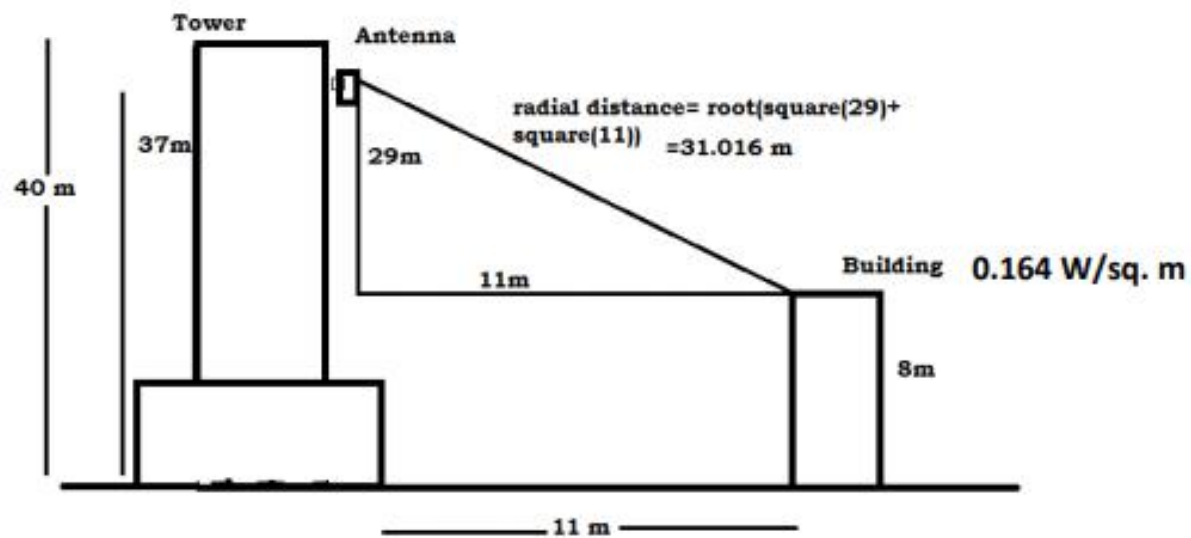
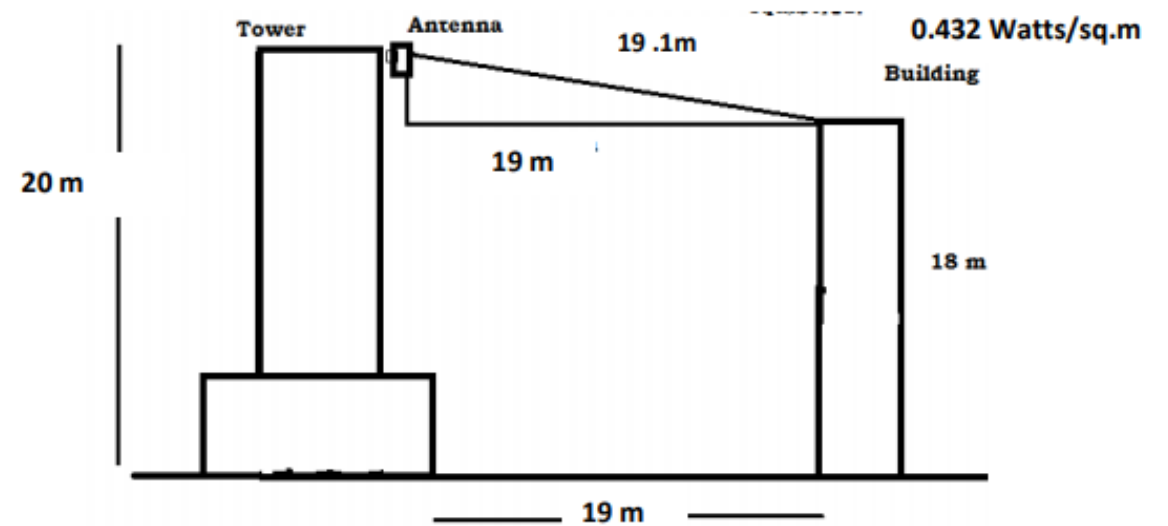
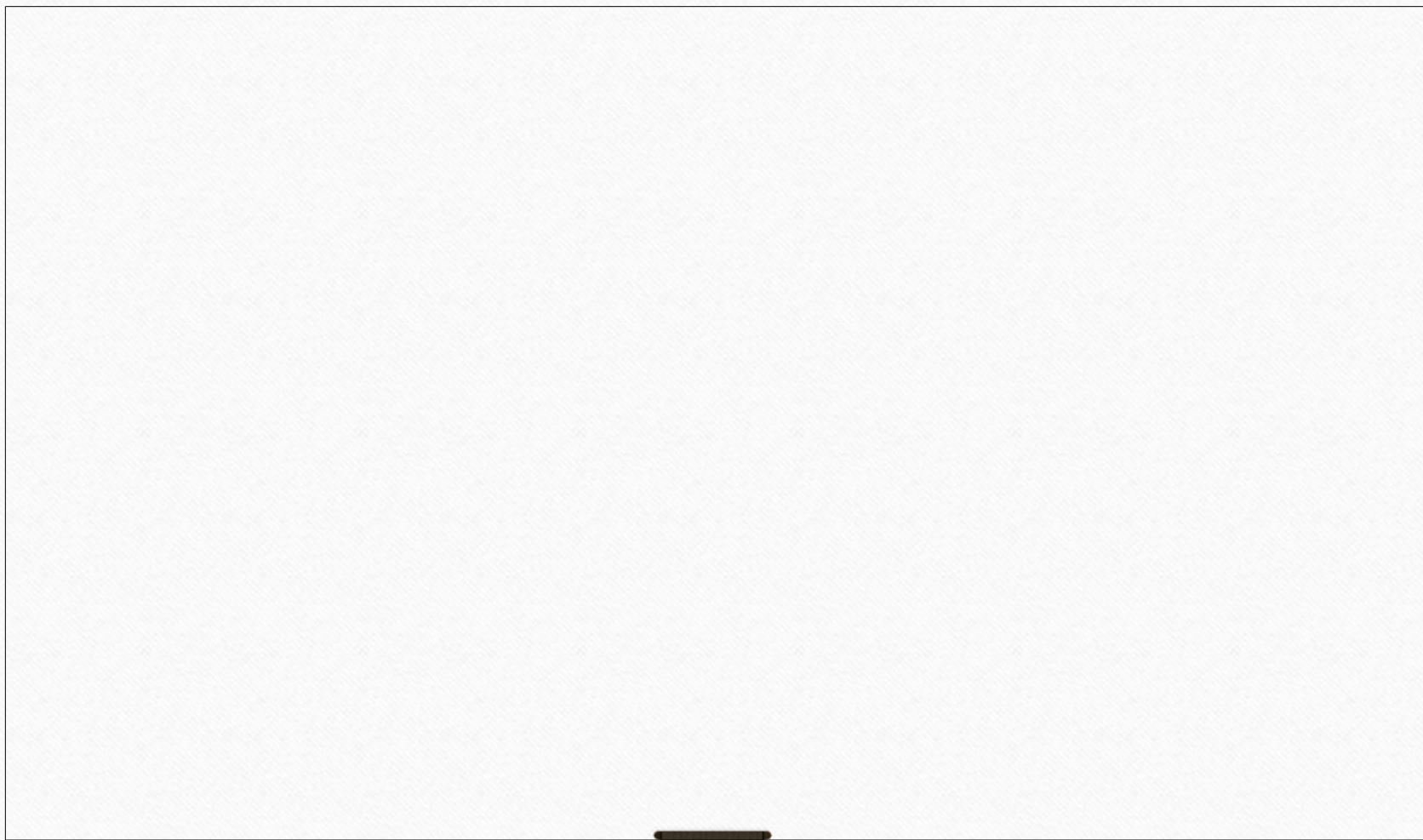


Figure 1.6: EMF power density levels from mobile BTS



نتایج عجیب آزمایش تأثیر تلفن همراه بر گیاهان و حیوانات



در آلمان در جاهایی که آنتن‌های **BTS** نصب می‌شود، قیمت خانه‌هایی که در معرض آن هستند تا ۲۵ درصد کاهش می‌یابد. در سال ۲۰۰۴، ۵۰۰ دانشمند آلمانی نامه‌ای را به نخست وزیر وقت آلمان (گرهارد شرودر) بدین مضمون نوشتند که چرا شما اجازه می‌دهید که آنتن‌های **BTS** در نزدیکی خانه شهروندان نصب شود.

سرطان زا بودن این امواج اثبات نشده است. ولی سایر تاثیرات 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 حتی اگر ۳۰ سانتی متر هم از شخص فاصله داشته باشد امواج الکترومغناطیسی موبایل به بدن وی برخورد می نماید. وقتی که شخص با موبایل حرکت می کند، جاهایی که آنتن ها آنها را کمتر پوشش می دهند، گوشی سعی بیشتری برای به دست آوردن آنتن می کند، در واقع سیگنال های بیشتر و قوی تری از خود ساطع می کند که این موضوع بسیار خطرناک است . حتی به افرادی که مشکل قلبی دارند سفارش می شود که موبایل را دور از خود نگه دارند و آن را در جیب بغلشان نگذارند. خانم های باردار باید حداقل ۲ متر از موبایل دورتر باشند. یکی از نکات جالب این است که زمانی که با موبایل عکس ارسال می شود یا همان MMS، میزان مواجهه بسیار بیشتر است.

SAR Level(Specific absorption rate)

در استاندارد آمریکا به گوشی هایی اجازه تولید داده می شود که مقدار SAR گوشی را زیر ۱.۶ وات بر کیلوگرم در یک گرم باشد، اما استاندارد اروپایی عدد ۲ وات بر کیلوگرم را برای ۱۰ گرم از بدن در نظر گرفته است.

هر چه میزان SAR یک گوشی کمتر باشد صدمه آن به سلامت کاربر کمتر است.

مقدار SAR ربطی به قدرت آنتن دهی گوشی موبایل ندارد.

Phone	SAR value (W/kg)
Apple iPhone 4S	0,988
Apple iPhone 5	0,901
Apple iPhone 5C	0,990
Apple iPhone 5S	0,980
Apple iPhone 6	0,380
Apple iPhone 6 Plus	0,370
Apple iPhone 7	1.38
Apple iPhone 7 Plus	1.24
HTC One X	0,909
HTC Desire HD	0,826
HTC One M7	0.655
HTC one M8	0.94
HTC one M9	0.56
Sony Xperia V	0,95
Sony Xperia Z	0,48
Sony Xperia Z2	0.82
Sony Xperia Z3	0.8
Sony Xperia X	0.72
Sony Xperia X Performance	0.52
Samsung Galaxy S2	0.29
Samsung Galaxy S3	0.38
Samsung Galaxy S4	0.39
Samsung Galaxy S5	0.56
Samsung Galaxy S6	0.38
Samsung Galaxy S6 edge	0.33
Samsung Galaxy S6 edge+	0.22
Samsung Galaxy Note 5	0.45
Samsung Galaxy S7	0.41
Samsung Galaxy S7 edge	0.26

Phone	SAR value (W/kg)
Samsung Galaxy S7 edge	0.26
LG G2	0.41
LG G3	0.39
LG G4	0.62
LG G5	0.52
Lumia 1320	0.45
Lumia 1520	0.59
Lumia 930	0.6
Lumia 520	1.09
Lumia 1020	0.89
Motorola Moto G (2nd. Gen)	0.56
Motorola Moto X (1st. Gen)	0.59
Motorola Moto X (2nd. Gen)	0.56
Huawei P8	0.47
Huawei P9	1.43
Huawei Mate 8	1.50
Huawei Honor 7	1.13

روش های کاهش مواجهه

- استفاده از سیستم هندزفری
- استفاده از اسپیکر گوشی
- کوتاه کردن تماس های موبایلی
- استفاده از هدست های ضد اشعه
- عدم استفاده از تلفن در جاهایی که آنتن دهی ضعیف است.
- استفاده از کیف های ضد اشعه
- استفاده از گوشی های با SAR کمتر
- تماس با موبایل بهتر است در محیط خارج باشد و در صورت تماس در داخل در کنار پنجره باشد.
- خاموش نمودن موبایل در زمان عدم استفاده (شبها ، مکانهای بدون آنتن و...)

[UK Networks](#)

CELL PHONES

[Samsung](#)

[LG](#)

[HTC Smartphones](#)

[BLU](#)

[Sony](#)

[Google](#)

[Nokia](#)

[Motorola](#)

[BlackBerry](#)

[Alcatel](#)

[ZTE](#)

Consequently, the best phones that meet these criteria are then presented from the top rated to the lowest rated cell phone.

#1. The samsung galaxy j7 pro



Description:

The Samsung Galaxy J7 Pro hopes that its combo of a 3600mAh battery and two 13-megapixel cameras is enough to convince the phone photography-loving crowd, and at the same time, to potentially distract from its less-than-impressive 1.6GHz processor specs.

Current price: [Check Price](#)

SAR-related specs:

- Ear SAR value: **0.567** w/Kg
- Body SAR Rating: **1.33** w/Kg



از حسن توجه
شما متشکرم