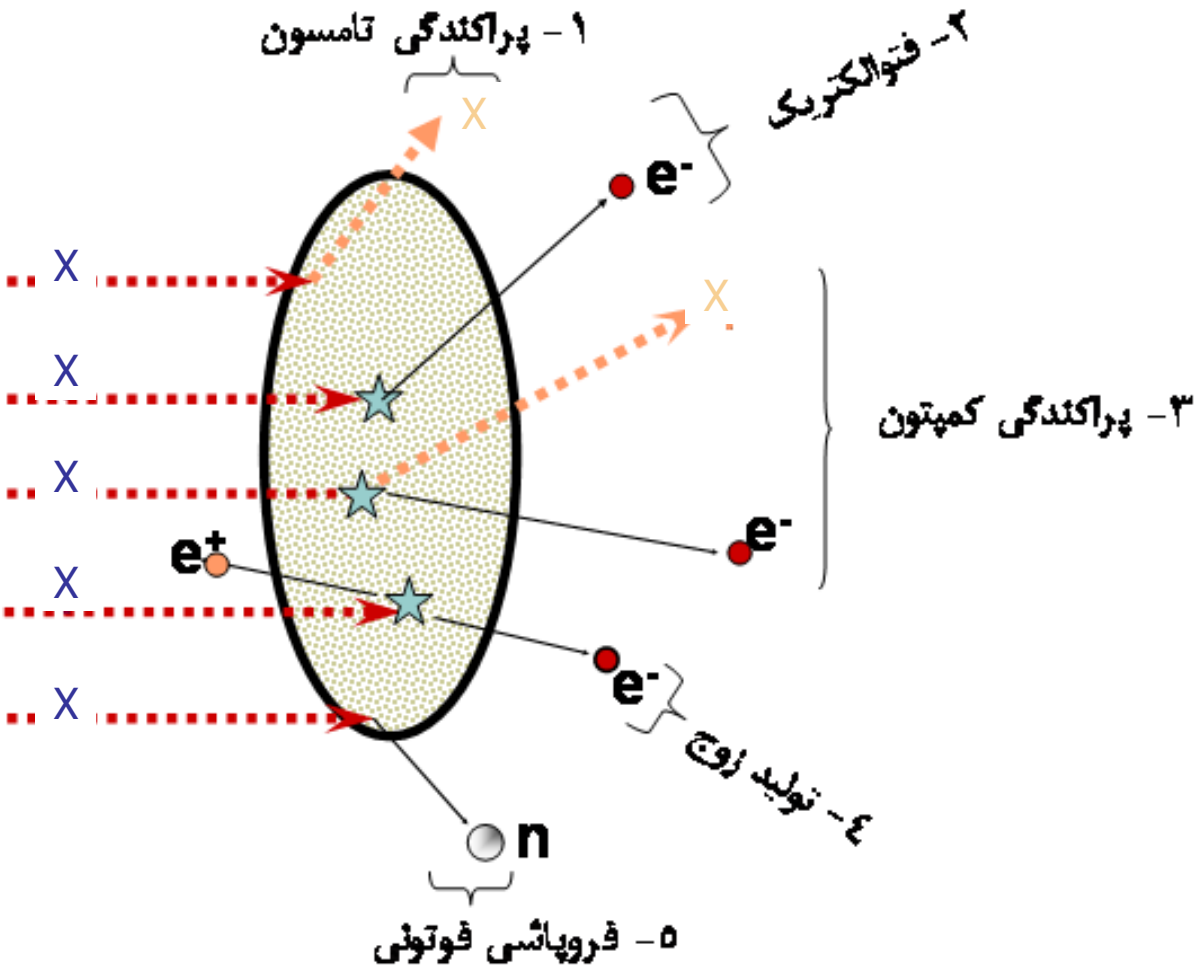
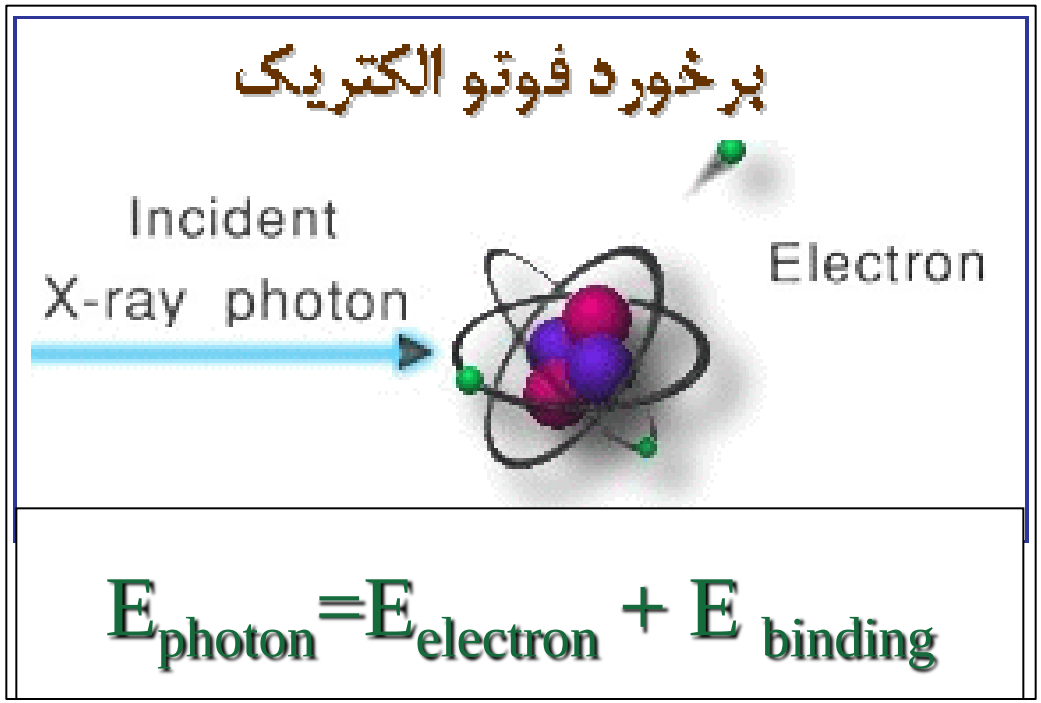
برخورد پرتوهای ایکس با ماده



فوتو الکتریک
Photoelectric (PE)

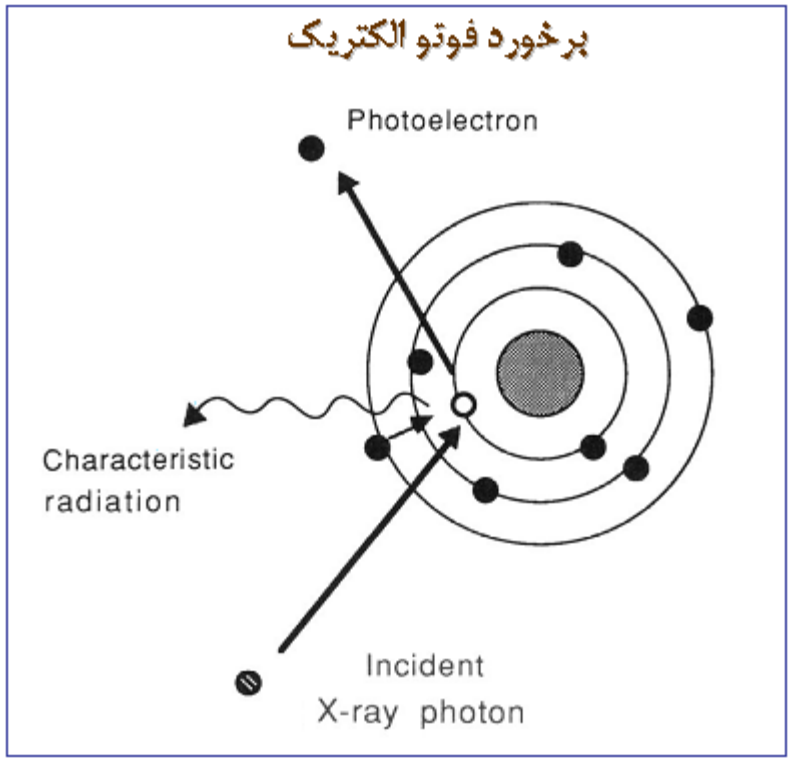
در این نوع برخورد:

- فوتون با یک الکترون مدار داخلی برخورد و تمام انرژی خود را به الکترون میدهد.
- الکترون از قید اتم آزاد می شود (یونسازی).



فوتو الکتریک (تولید اشعه ایکس مشخصه)

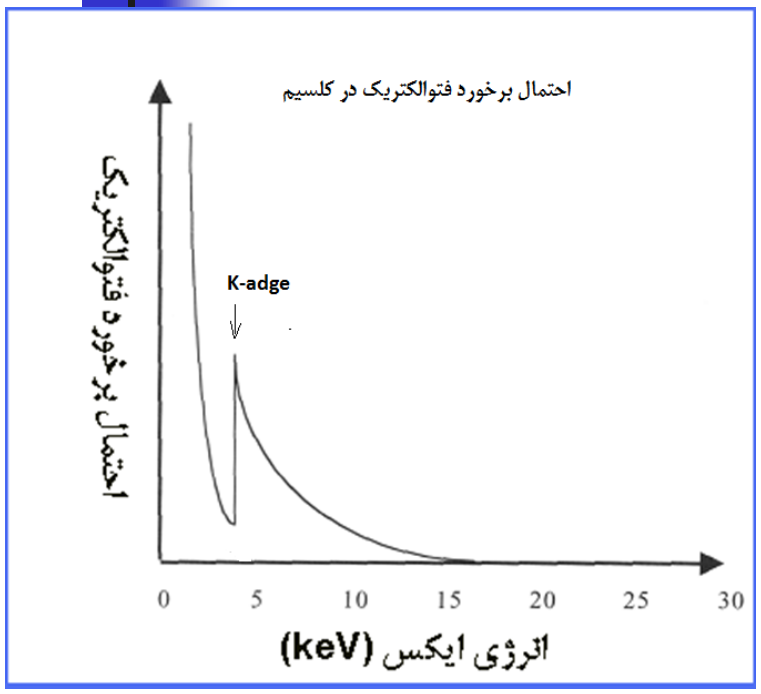
Photoelectric (PE)



- متعاقب برخورد فتوالکتریک، جای خالی الکترون توسط یکی از الکترونهای لایه بالاتر پر و اشعه ایکس تولید می شود.

- اشعه ایکس تولید شده را اشعه ایکس مشخصه می گویند.

فوتو الکتریک (احتمال برخورد)
Photoelectric (PE)



$$prbability \propto Z_{eff}^{3} / E^{3}$$

- برخورد فتوالکتریک، عامل اصلی ایجاد کنتراست بین استخوان و بافت نرم است.

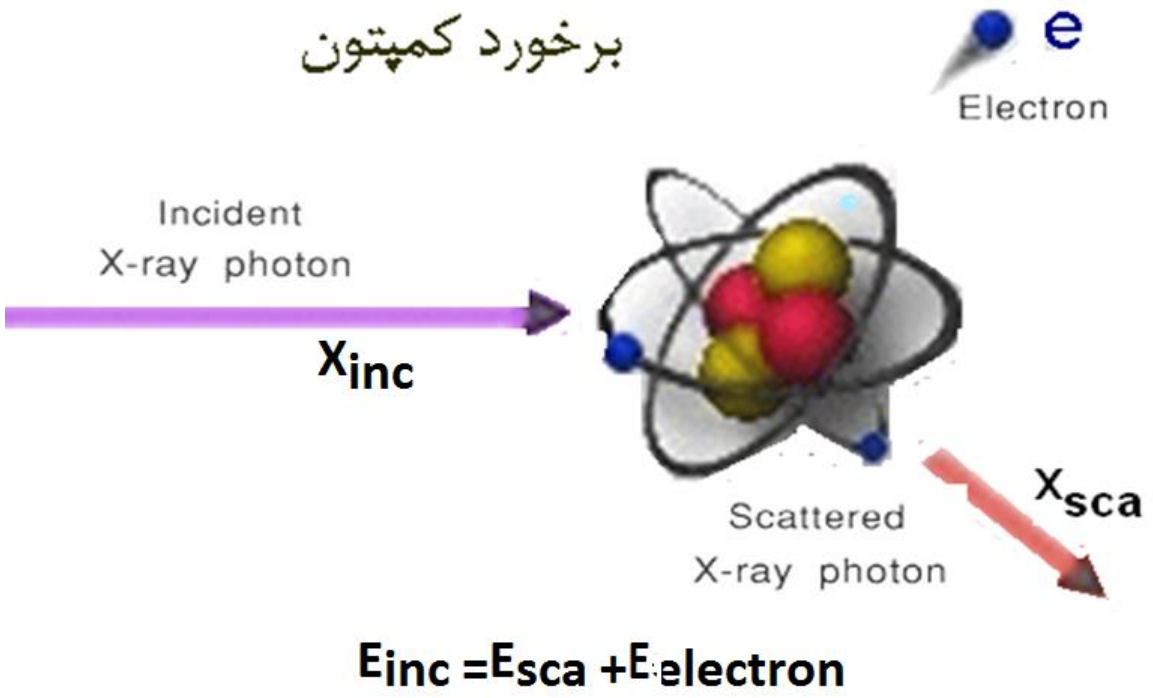
نقش پديده فوتوالكتريک دروضوح تصوير

- در راديوگرافي اشعه مفيد براي تصويرگيري، آن قسمت از پرتوهاي اوليه است كه در اثر برخورد فوتوالكتريك با بافت هاي بدن شدت آن كاهش يافته و به فيلم مي رسد كه به آن پرتوهاي باقي مانده مي گويند. اين پرتوهاي باقي مانده هستند كه حاوي Subject contrast مي باشند

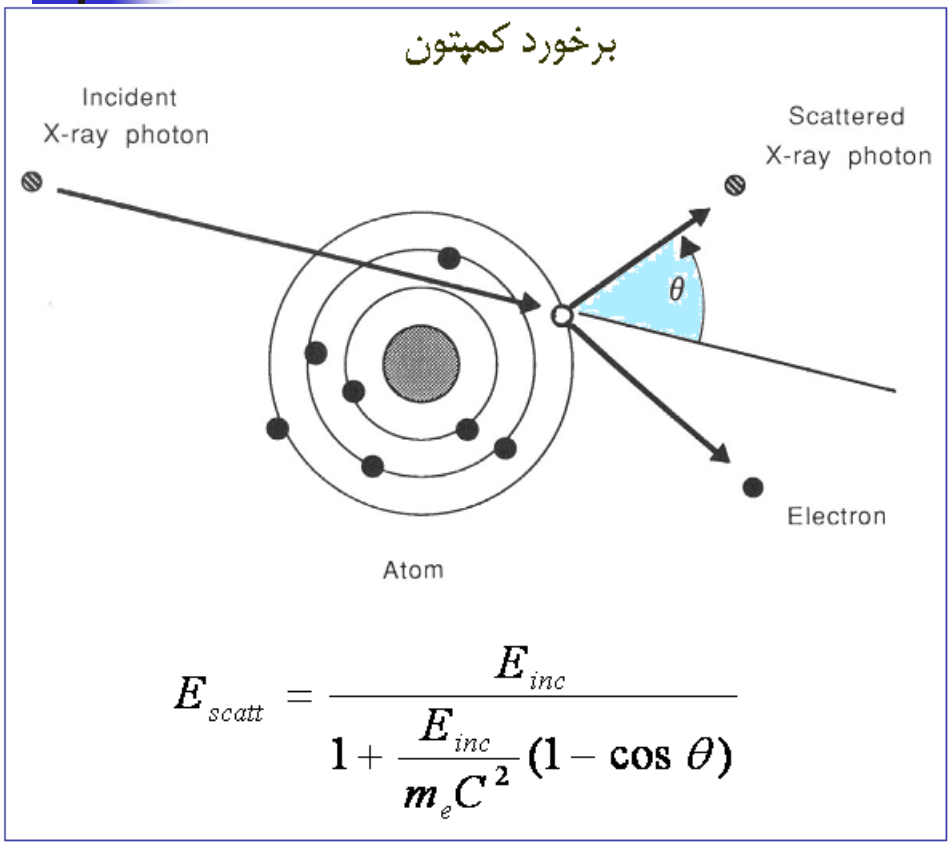
Compton scattering

در این نوع برخورد:

فوتون با الکترون مدار خارجی برخورد میکند، الکترون آزاد و فوتون با انرژی کمتر منحرف می گردد.



کمپتون (عامل کاهش کیفیت تصویر رادیولوژی)



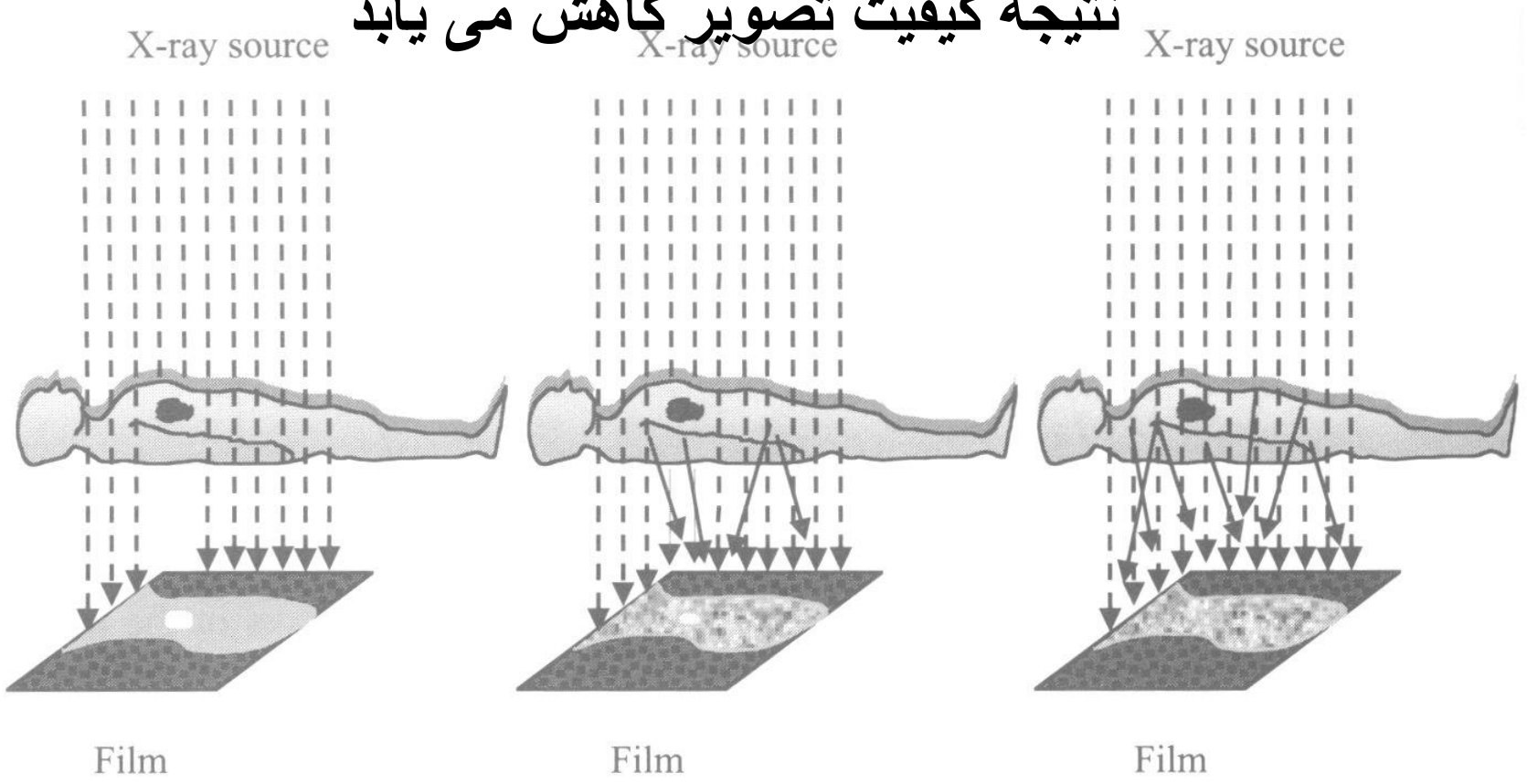
$$E_{scatt} = \frac{E_{inc}}{1 + \frac{E_{inc}}{m_e C^2}(1 - \cos\theta)}$$

مشکلات حاصل از پرتوهای اسکتر در رادیولوژی:

- کاهش کنتراست.
- افزایش نویز زمینه
- افزایش پرتوگیری.

کمپتون (عامل کاهش کیفیت تصویر رادیولوژی)

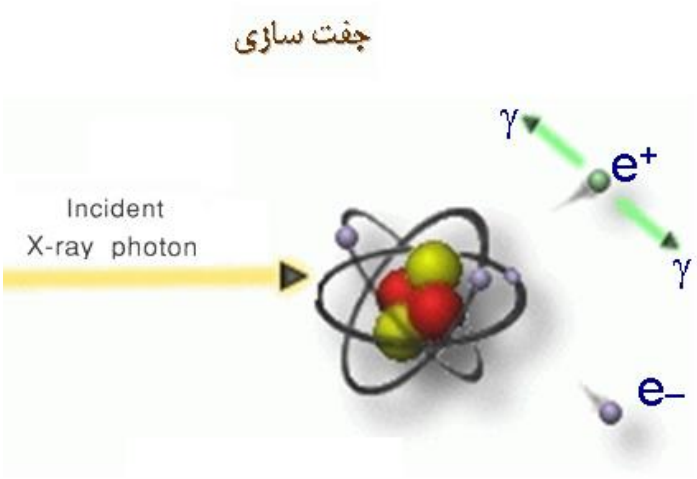
در صورت افزایش احتمال کمپتون پرتوهای پراکنده افزایش یافته و در نتیجه کیفیت تصویر کاهش می یابد



تولید جفت

Pair production (PP)

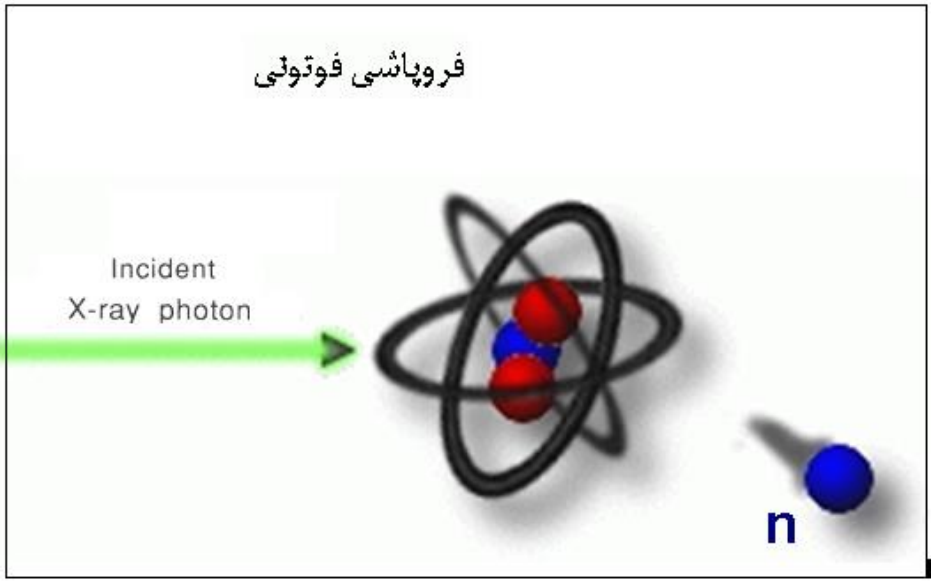
فوتونها با انرژی بیشتر از 1.02MeV ممکن است که در نزدیکی هسته به یک زوج الکترون و پوزیترون تبدیل شود. به این پدیده جفت سازی گفته می شود.



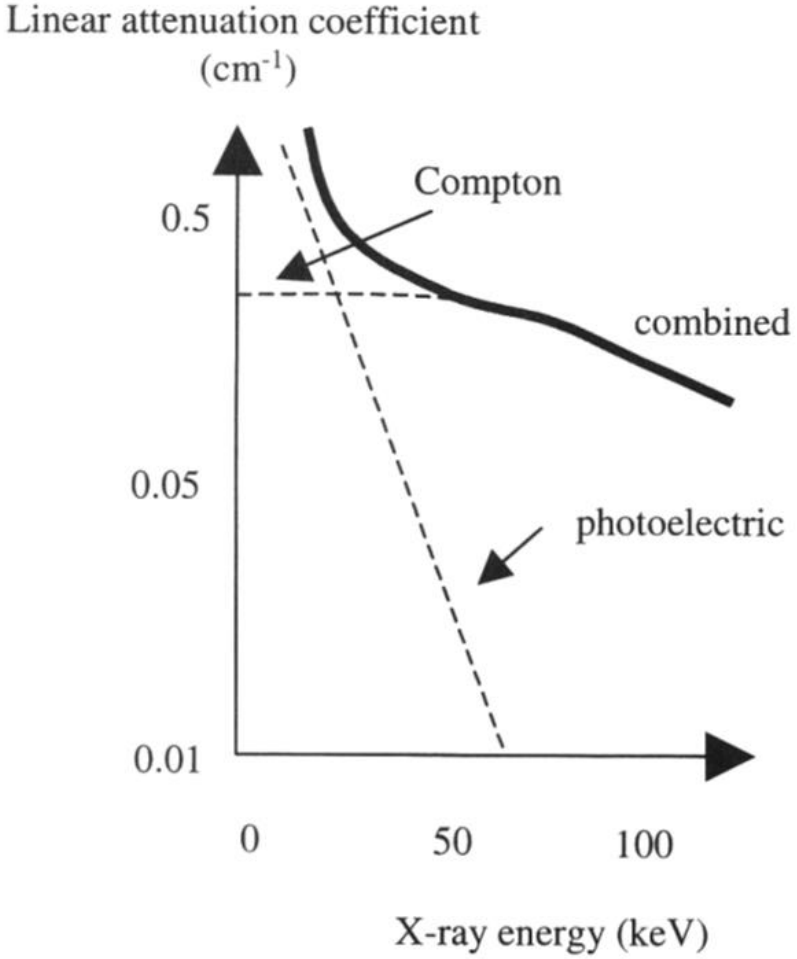
- **جفت سازی عمدتا در انرژی های بیش از 10MeV حائز اهمیت است.**
- .
- **احتمال برخورد جفت سازی با افزایش عدد اتمی افزایش می یابد**

فروپاشی فوتونی
Photodisintegration (PD)

- در انرژی های بیش از چند MeV، فوتون هنگام برخورد با اتم ممکن است جذب هسته اتم شود و در اینحالت هسته تحریک شده و معمولا یک ذره نوترون از هسته خارج می شود.



ضریب کاهش خطی (تغییرات با انرژی ایکس)



با افزایش انرژی اشعه ایکس:

- تعداد برخورد های فتوالکتریک کم می شود.
- تعداد برخوردهای کمپتون تقریبا تغییر نمی کند
- ضریب کاهش خطی برای مجموع دو پدیده کاهش می یابد.

- در حالي كه پرتوهاي پراكنده حاصل از پديده كمپتون داراي هيچ نوع اطلاعات مفيد براي تصويرگيري نيستند و تنها باعث ايجاد دانسيته يكنواختي روي فيلم مي شوند كه به آن مه (Fog) مي گويند.

- بنابراين با افزايش كيلوولت مه بيشتري روي فيلم ايجاد مي شود و اين مه به عنوان پارازيت از قابليت رؤيت تصوير مي كاهد

ساختار دستگاه ایکس

1- تیوب

2- ژنراتور

3- تجهیزات جانبی

- کلیماتور
- فیلتر
- گرید

تیوب ایکس

اجزاء اصلی:

1- کاتد(فیلمان تنگستن)

2- آند(تارگت تنگستن)
(ثابت یا چرخان).

3- لامپ خلاء

4- شیلد

راندمان تولید ایکس

الکترونهای اطراف فیلمان، با شتاب به سمت آند حرکت می کنند.

کسری از انرژی الکترونها به اشعه ایکس تبدیل می شود.

$$f = 3.5 \times 10^{-7} \times Z \times E$$

در این رابطه E انرژي الكترونها (keV) و Z عدد اتمي آند می باشد

با توجه به رابطه فوق ، کمتر از 0.1% انرژی به اشعه ایکس و مابقی انرژی سبب گرم شدن آند میشود.

حرارت آند به طراحی تیوب نیز بستگی دارد بعنوان مثال:

- سایز کانون،
- سرعت گردش آند،
- زاویه هدف
- نوع ژنراتور (نیم موج، تمام موج)

لذا سازندگان برای هرتیوب حرارتی خاص تهیه می کنند.

شیلد تیوب ایکس

- فقط کسری از اشعه ایکس که در تیوب تولید میشود برای ایجاد تصویر بکار می رود و مابقی آن باید جذب شود.

- اطراف کلیه تیوب های ایکس بین ۲ تا ۳ میلیمتر سرب برای پیشگیری از نشت اشعه قرار داده می شود.

ژنراتور

وظایف:

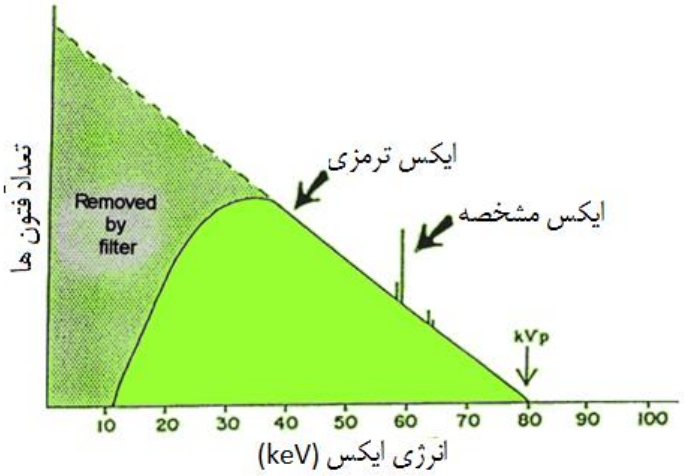
- تامین جریان الکتریکی، برای گرم کردن فیلمان
- تامین high voltage برای شتاب دادن الکترون ها
- کنترل خودکار پرتودهی (کنترل زمان پرتودهی)

تجهیزات جانبی

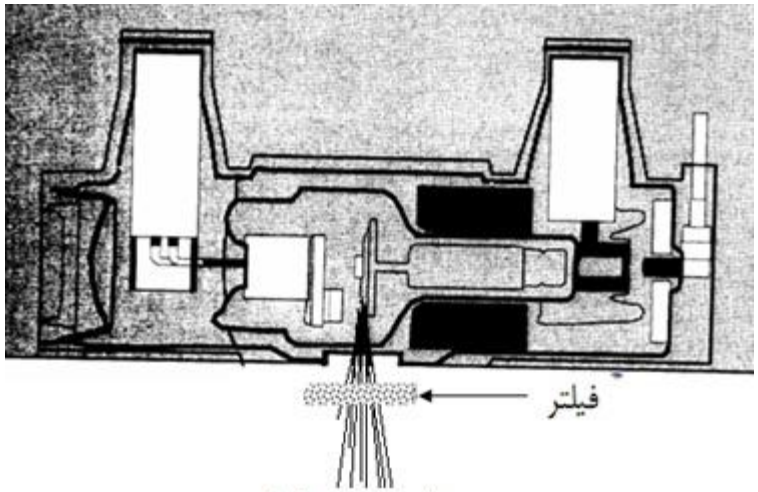
1. فیلتر
2. کلیماتور
3. گرید

فیلتر

- برای جذب پرتوهای ایکس کم انرژی ایکس، فیلتری با جنس و ضخامت مناسب مقابل دهانه تیوب قرار داده می شود.
- با استفاده از فیلتر میتوان دز بیمار را تا 80 برابر کاهش داد.



طیف اشعه ایکس پس از عبور از فیلتر



محل نصب فیلتر

فیلتر

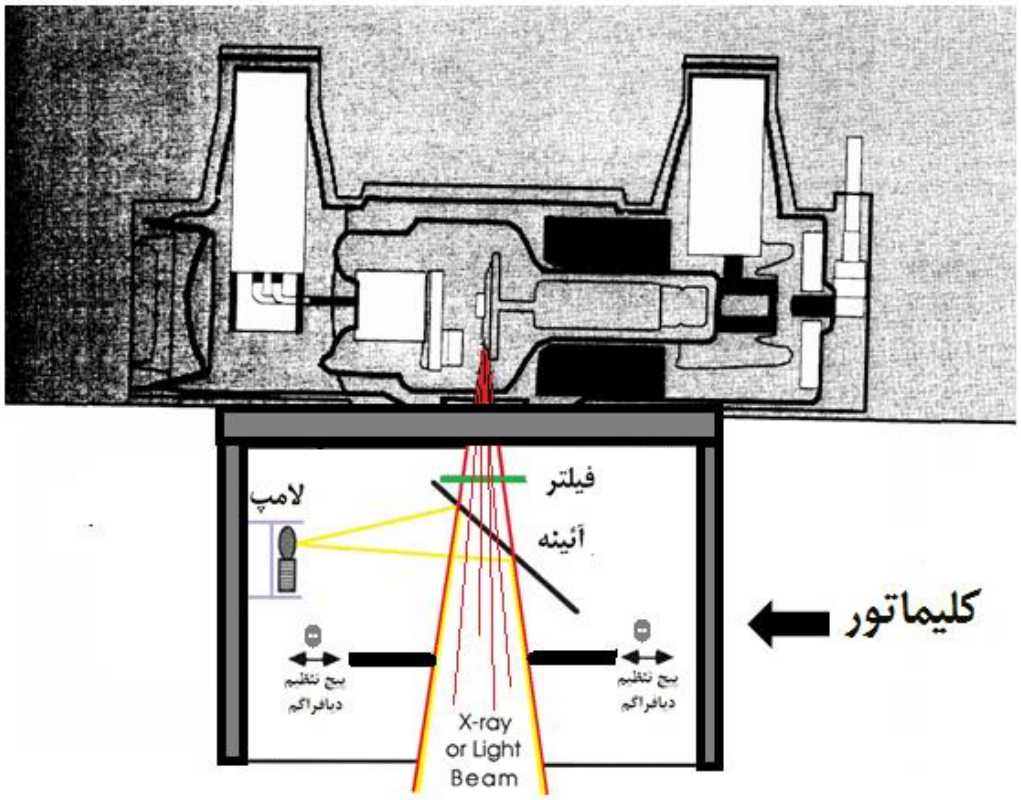
- inherent filter : فیلتر ذاتی بعلت ساختار تیوب .
- added filter: فیلتر اضافی برای جذب پرتوهای کم انرژی و کاهش دز بیمار.
- total filtration: مجموع فیلتر های ذاتی و اضافی
- حداقل ضخامت مجموع فیلتر ها در استاندارد ها مشخص شده است (بعنوان مثال در ولتاژ 110kV مجموع فیلتر ها باید بیشتر از 2.5mmAl باشد).

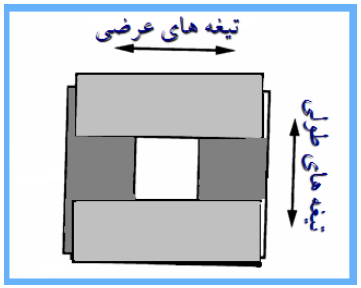
کلیماتور

qاز کلیماتور برای محدود کردن میدان اشعه استفاده می شود.

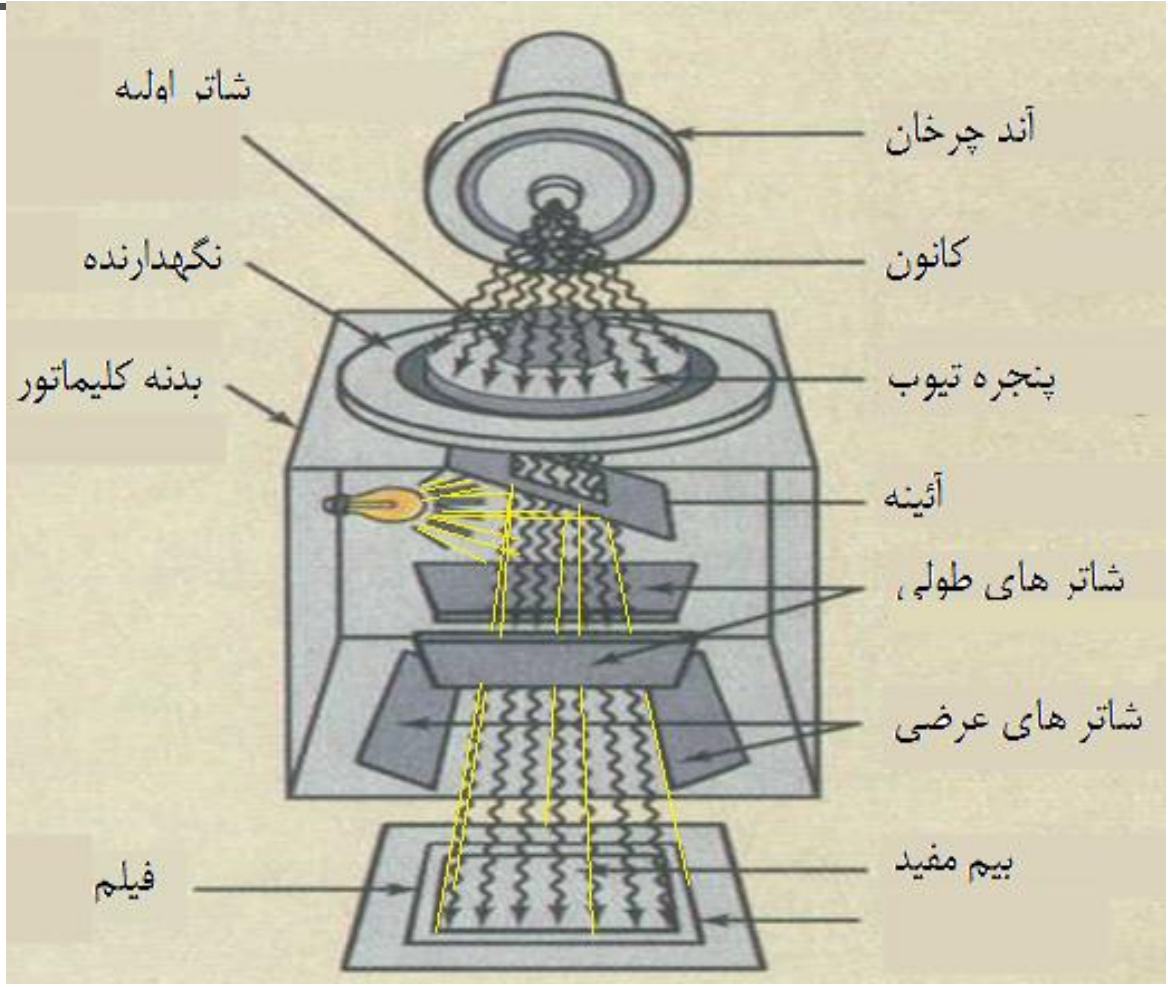
qداخل کلیماتور 4 تیغه سربی دو بدو بصورت طولی و عرضی قرار دارد.

qمکانیزیمی روی کلیماتور وجود دارد که بتوان فاصله بین تیغه ها رابطور مکانیکی و یا الکتریکی باندازه دلخواه تنظیم نمود.



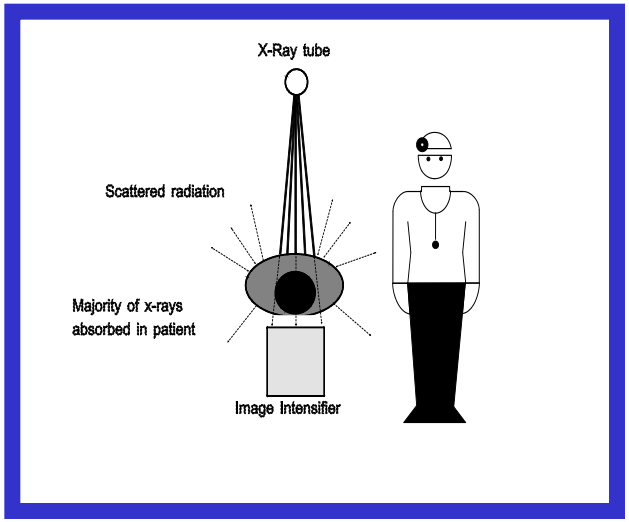


کلیماتور


شاتر اولیه
آند چرخان
نگهدارنده
کانون
بدنه کلیماتور
پنجره تیوب
آئینه
شاتر های طولی
شاتر های عرضی
بیم مفید
فیلم

اشعه های پراکنده شده
Scattering Radiation

حداکثر 10% اشعه ایکس پس از عبور از بیمار به فیلم می رسد. در حدود ۸۰٪ جذب بدن و مابقی در اطراف بیمار پراکنده می شود.



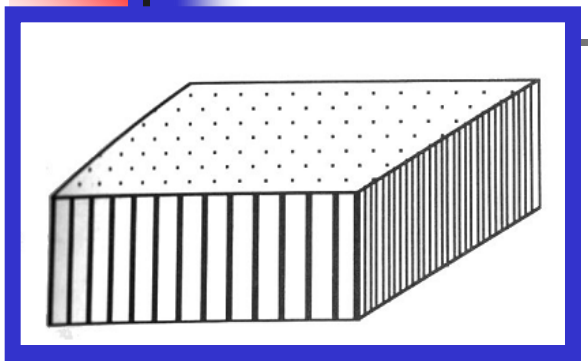
– اثرات نامطلوب پرتوهای پراکنده :

- n افزایش نویز
- n کاهش کنتراست
- n افزایش دز بیمار

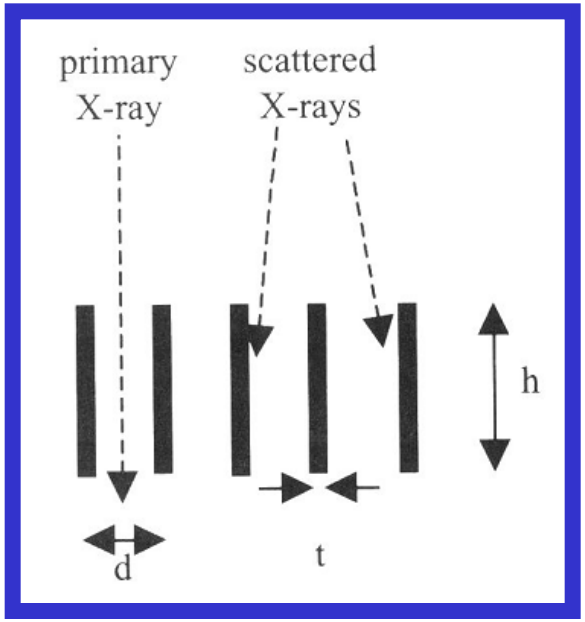
– راههای کاهش :

- استفاده از گرید
- کوچک کردن میدان اشعه

گرید (1)

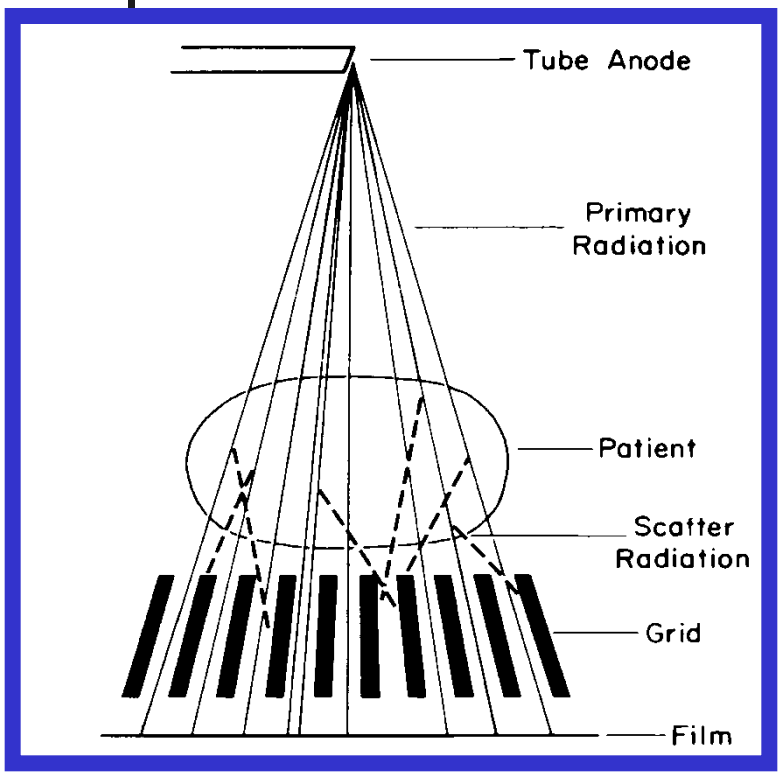


گرید از یک صفحه حاوی نوارهای سربی موازی و متساوی الفاصله تشکیل شده است.



فقط پرتوهائی که در راستای اشعه ایکس اولیه قرار دارند میتوانند از شیار های گرید عبور کنند. در نتیجه پرتوهای پراکنده به فیلم نمی رسند.

گرید (2)



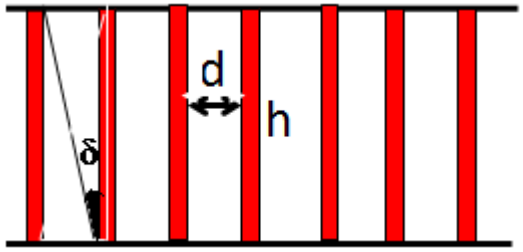
گرید روی سطح فیلم قرار داده می شود و بعلت جلوگیری از پرتوهای اسکتر،کنتراست تصویر بهتر می کند.

گرید علاوه بر پرتوهای اسکتر، تقریبا 50% اشعه مفید را جذب می کند. در نتیجه دز بیمار تقریبا 2 برابر افزایش می یابد

اصطلاحات مرتبط با گرید

نسبت گرید (Grid Ratio)

نسبت ارتفاع به عرض شیار گرید.



$$Grid\ Ratio = r = \frac{h}{d} = \frac{1}{tg(\delta)}$$

$$5 < r < 16$$