رادیوتراپی

M A Oghabian

Medical Physics Group

Tehran University of Medical Sciences

www.oghabian.net

پرتودرمانی

اهداف پرتودرمانی

۱- از بین بردن سلولهای تومورال
۲- حفظ بافتها و ارگانهای سالم

علل حساس یا مقاوم بودن سلولهای تومورال به اشعه

۱) **منشا تومور**

۲) **اکسیژنا سیون**

۳) **سرعت تکثیر:** بر اساس قانون برگونیه و تریبوندو

٤) **میزان تمایز یافتگی:** بر اساس قانون برگونیه و تریبوندو

٥) **موقعیت سلول ها در سیکل سلولی:** سلول‌های با فعالیت میتوزی بالا حساسیت پرتوی بیشتری دارند

روشها و خصوصیات پرتو های مورد استفاده در پرتودرمانی

- غالباً اشعه ایکس، گاما و الکترون
- پرتوهای ذره‌ای چون پروتون‌ها، ذرات آلفا، نوترون‌ها، پای مزون های منفی و یون‌های سنگین نیز به عنوان مکمل

واحدها

$$1\,rad = 100\,erg/gr$$

$$1\,Gy = 1\,J/kg \quad (SI\ unit)$$

$$1\,J = 10^{7}\,erg$$

$$1\,Gy = 100\,rad$$

انواع پرتودرمانی

1- تله تراپي:
پرتو از بيرون بدن هدايت مي‌شود.

2- براكي تراپي:
فاصله منبع راديواكتيو و عضو صفر يا كم است.

انواع پرتودرمانی

تله تراپی:

پرتو های ایکس مگا ولتاژ که دارای انرژی بیش از Mev 1 هستند توسط شتابدهنده‌های خطی

پرتوهای گامای کبالت-۶۰ (۱.۱۷Mevو ۳۳/۱)

پرتو های ایکس کم انرژی (کیلو ولتاژ) مثل اشعه ایکس سطحی (Kev 150 –10)،

اشعه ایکس ارتوولتاژ (Kev 300 –100)

سوپر ولتاژ (Kev 1000 – 500) برای درمان تومورهای سطحی

پرتوهای الکترونی که بوسیله شتابدهنده‌های خطی

براکي تراپي:

به سه طریق داخل نسجی، داخل حفره‌ای و قالب‌گیری

دستگاه های تولید پرتو ایکس ، گاما و الکترون

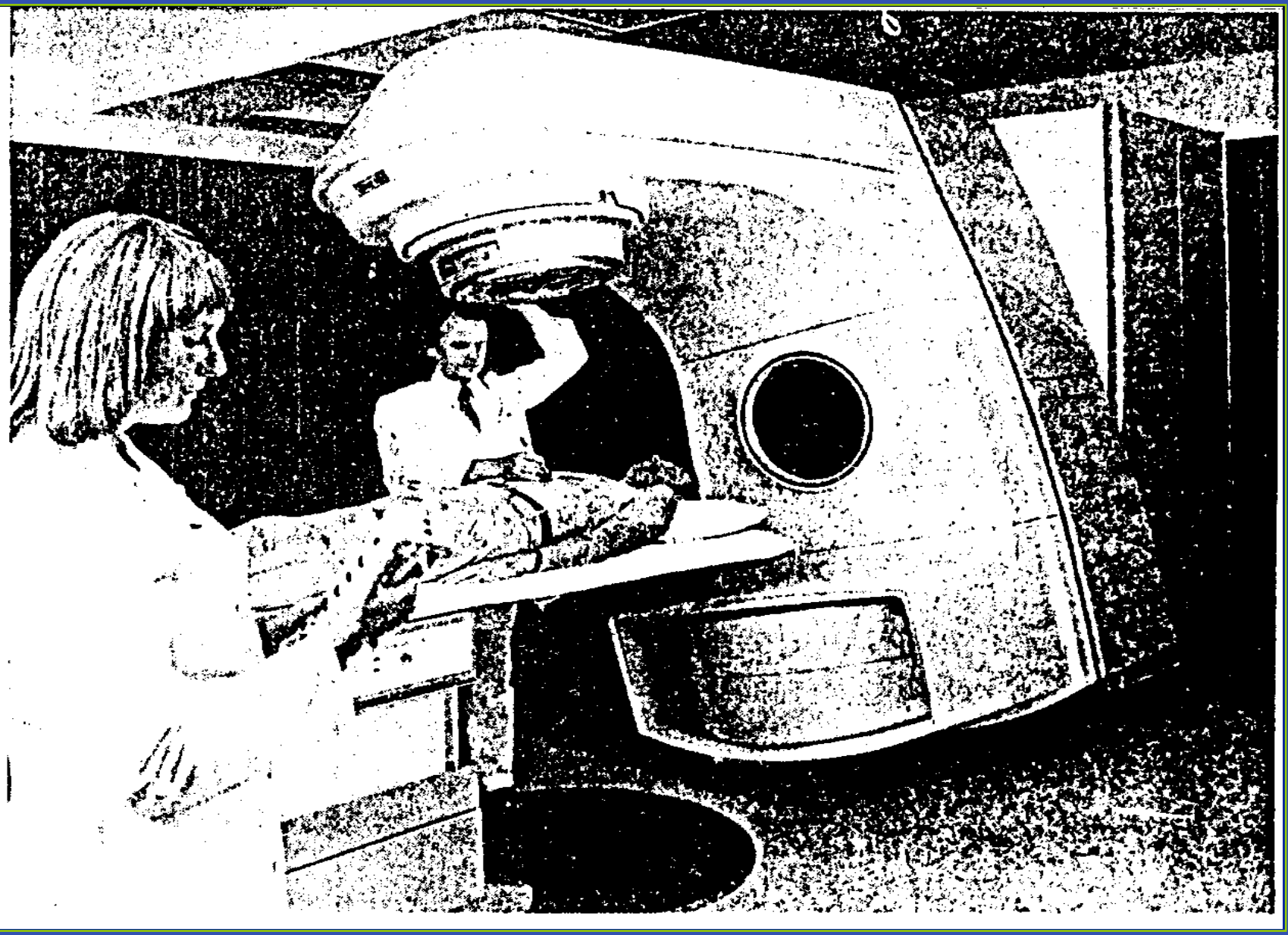
الف) دستگاه های تولید پرتو ایکس کیلو ولتاژ

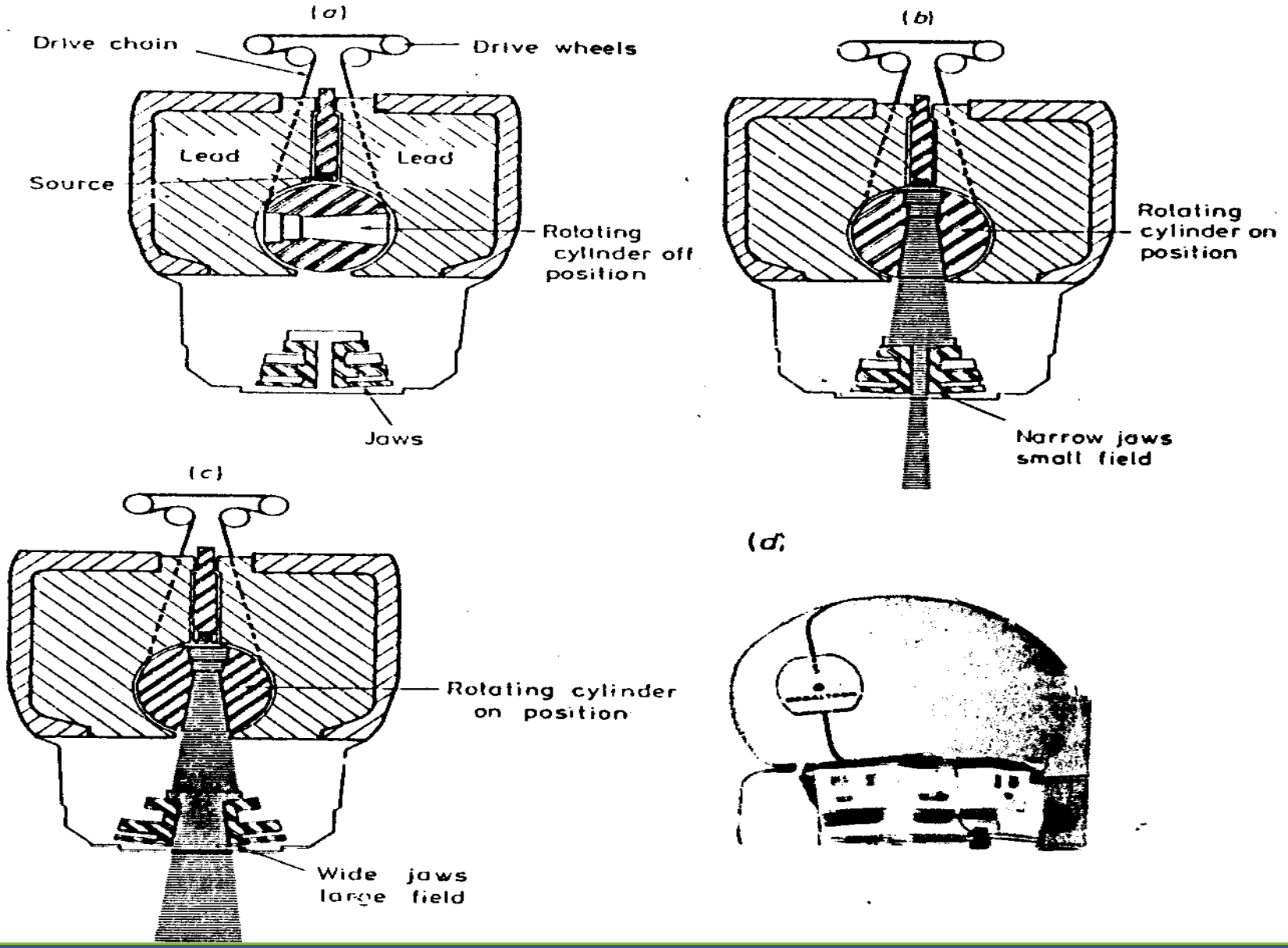
ب) شتابدهنده خطی: با اشعه الکترونی و اشعه ایکس با انرژی ٤ Mev تا ٣٥ Mev

برای شتاب دادن الکترون ها از امواج الکترو مغناطیس پر فرکانس (در ناحیه مایکرو ویو) استفاده می‌شود. الکترو نهای شتاب یافته اگر به یک هدف فلزی برخورد کنند، تولید اشعه ایکس مگاولتاژ می‌کنند.

اگر این هدف از سر راه الکترون برداشته شود از باریکه الکترون اولیه جهت درمان استفاده می شود

ج) دستگاه کبالت




(a)
Drive chain
Drive wheels
Lead
Lead
Source
Rotating cylinder off position
Jaws
(b)
Rotating cylinder on position
Narrow jaws small field
(c)
Rotating cylinder on position
Wide jaws large field
(d)

وسعت میدان تابش

فاصله نقطه کانونی تا پوست (FSDو فاصله چشمه تا پوست (SSD

Focal Skin Distance

Source Skin Distance

FSD دستگاه های شتابدهنده معمولا ۱۰۰ سانتی متر، دردستگاه کبالت ۸۰ سانتیمتر و در دستگاه های کیلوولتاژ مقدار آن کاهش یافته و حتی به ۱۰ سانتی متر

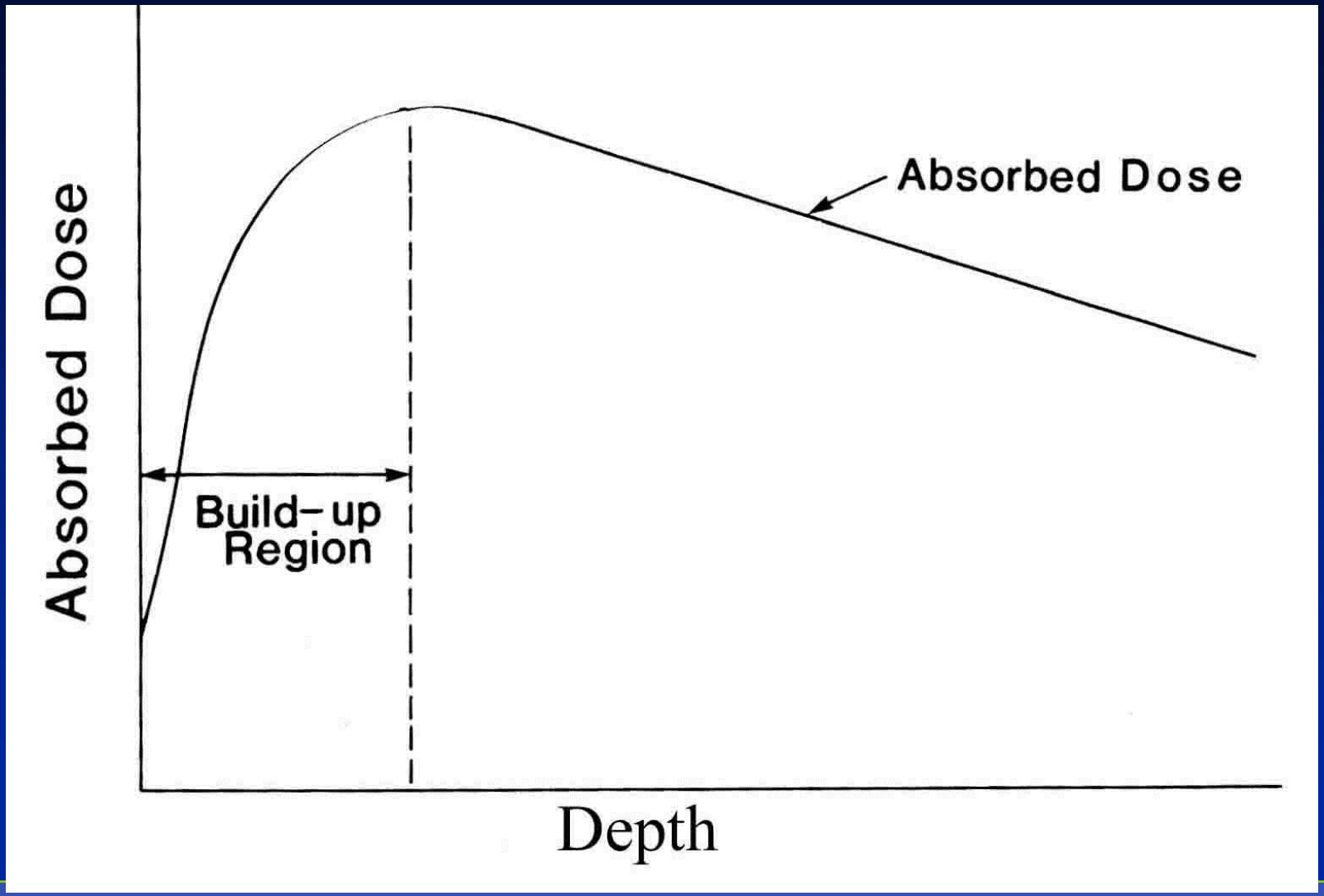
عمق Build up

عمقی از ماده که بیشترین انرژی پرتو را جذب می‌کند "عمق ماکزیمم دوز" و یا "عمق Build up " نامیده می‌شود

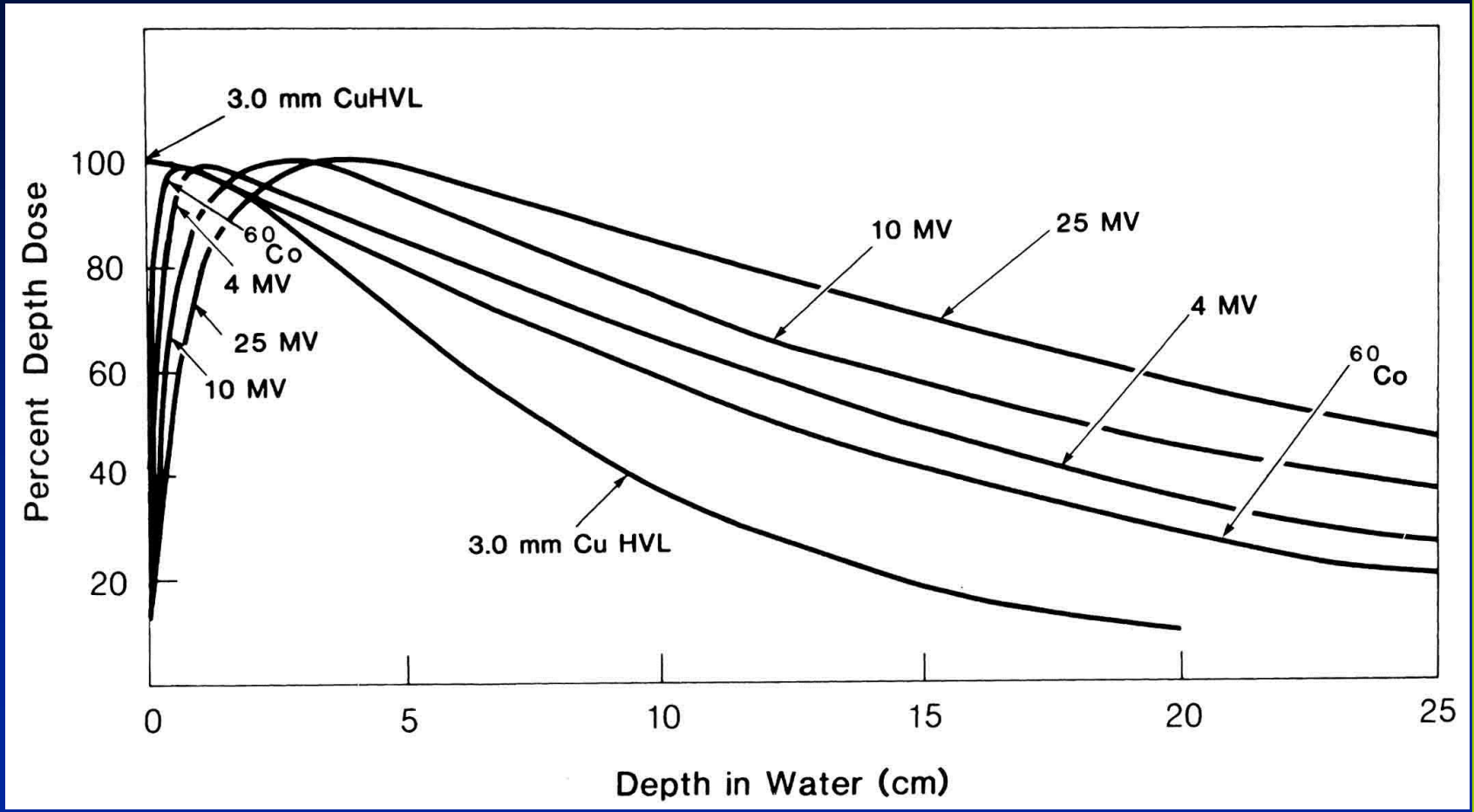
درصد دوز عمقی:

. نسبت دوز جذب شده در یک عمق مشخص از بافت را نسبت به دوز جذبی نقطه ماکزیمم (نقطه Build up)

منحنی تغییرات دوز برحسب عمق

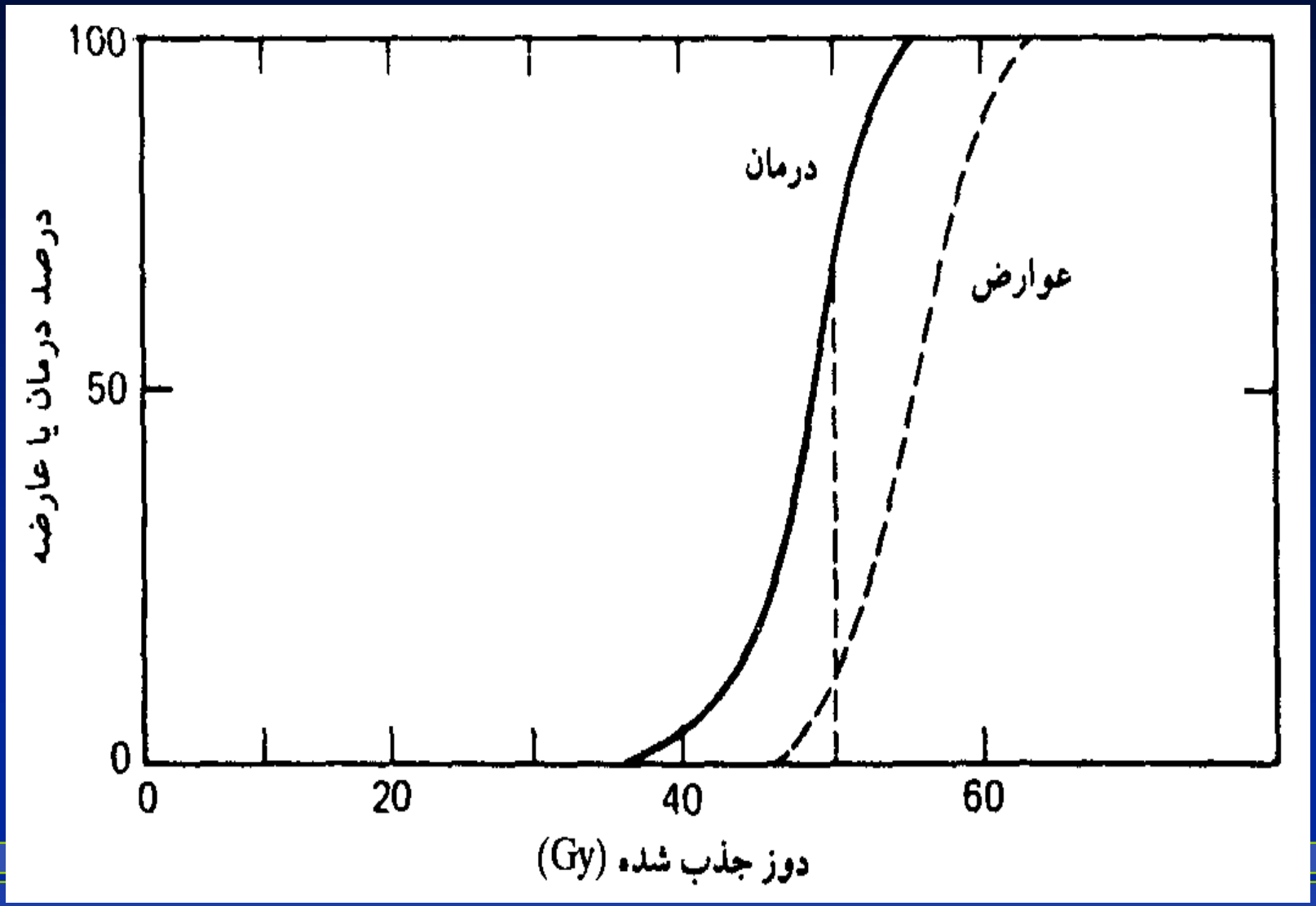


منحنی تغییرات درصد دوز عمقی چند پرتو نسبت به عمق در آب



دو عامل مهم در مقدار دوز تجویز شده در درمان تومورهای سرطانی مؤثرند.

- یکی دوز لازم برای از بین بردن تومور
- دیگری حد تحمل بافتهای سالم که در نزدیکی تومور واقع‌اند و یا در مسیر پرتو قرار می‌گیرند



نکات مهم در پرتودرمانی:

- کالیبراسیون جهت اطمینان از مقدار تشعشع دستگاه

- طراحي محل درمان جهت اطمینان از حداکثر تشعشع به تومور و حداقل به بافت ساده و استفاده از شبیه ساز

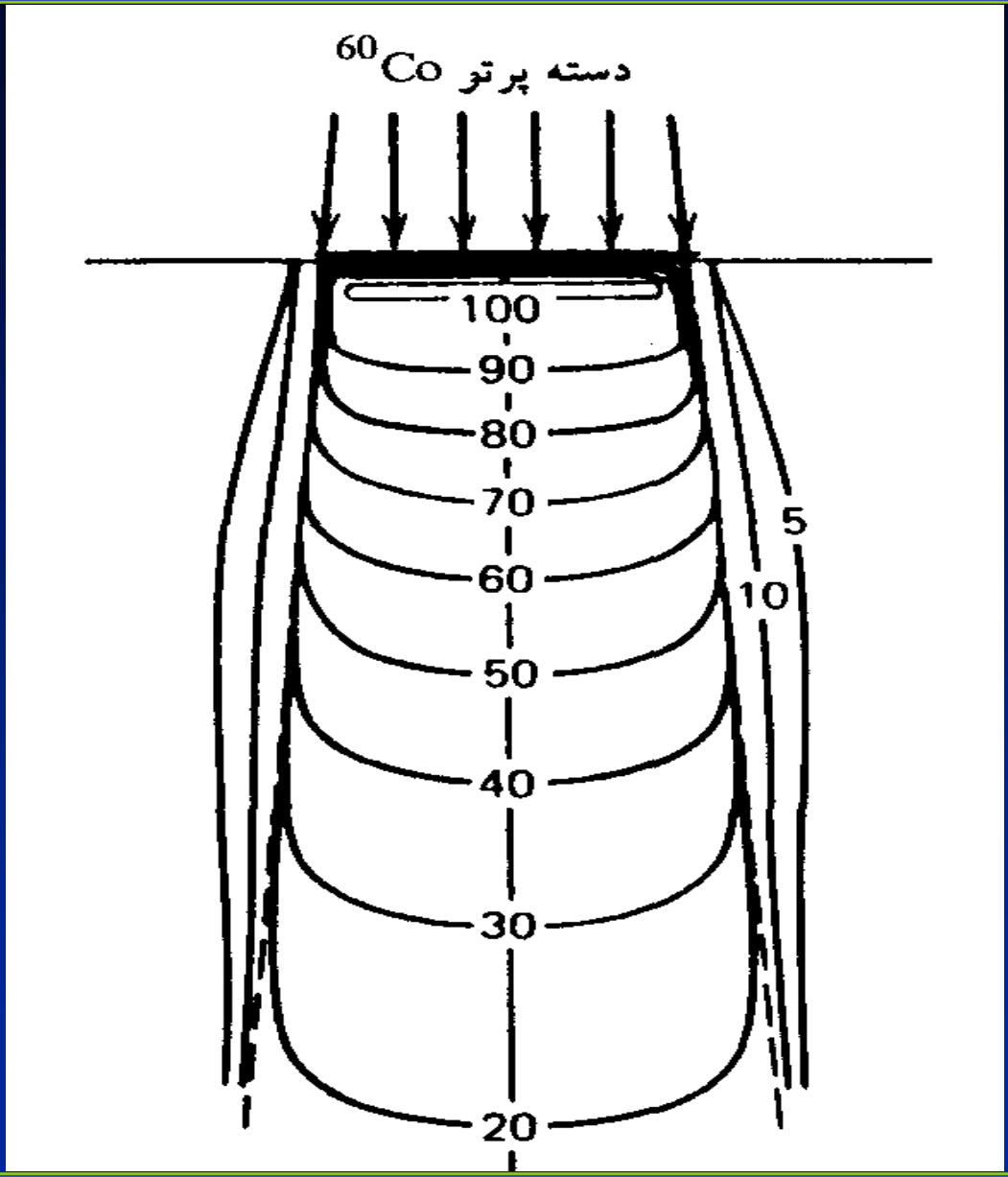
- اطمینان از پراکندگي دوز با استفاده از يك فانتوم در عمقهاي مختلف (Isodose Curve)

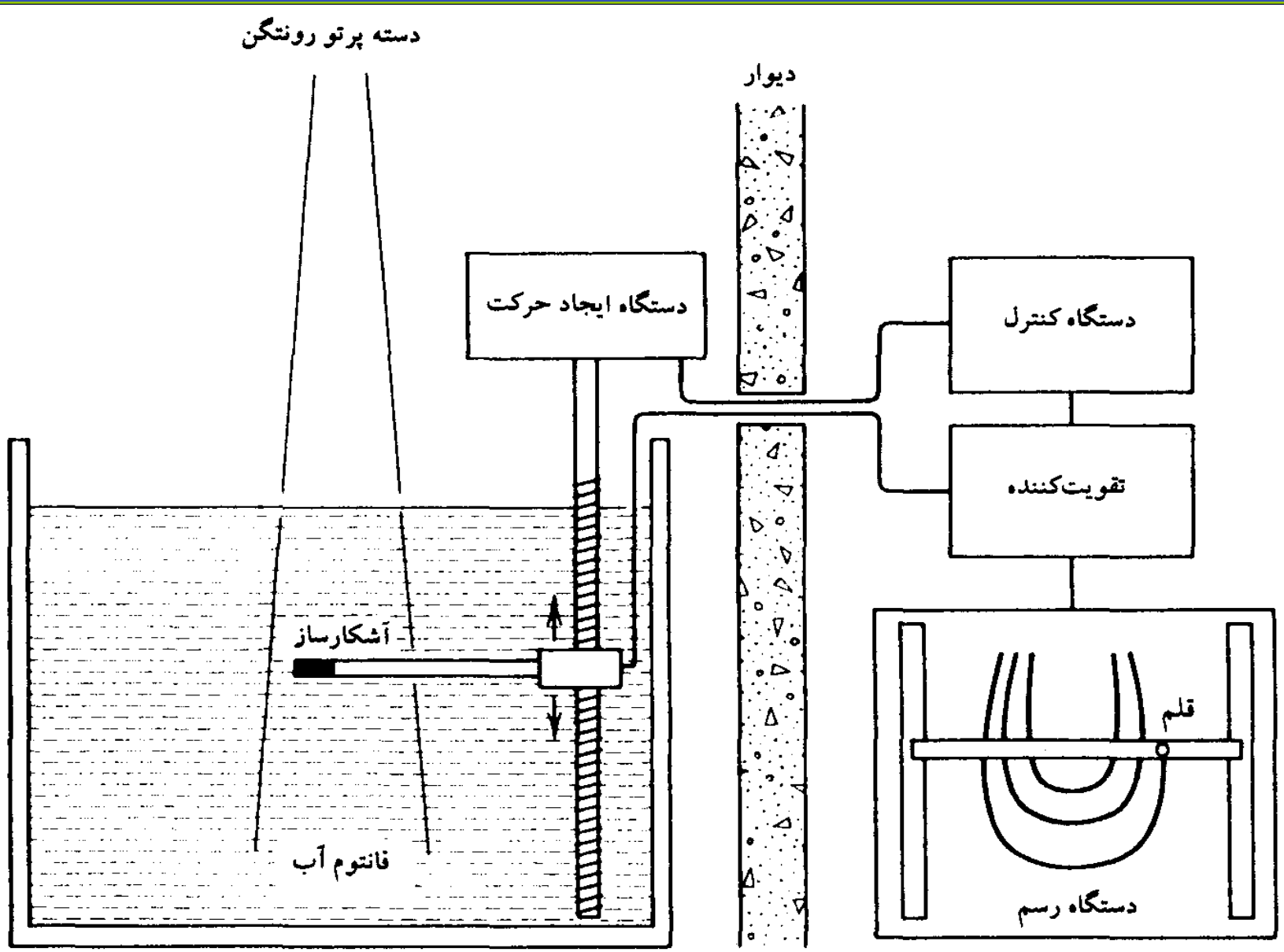
منحنی‌های همدوز و کاربرد آن‌ها در طرح درمان

درصد دوز عمقی برای محاسبه دوز جذبی در طول محور مرکزی میدان، در فانتوم و یا بافت مورد استفاده قرار می‌گیرد. و لیکن محاسبه دوز در نقاط خارج از محور مرکزی نیز ضروری است.

لذا درصد دوز عمقی در نقاط مختلف فانتوم اندازه‌گیری می‌شود (نسبت دوز در هر نقطه نسبت به دوز نقطه Build up بر روی محور مرکزی میدان).

با متصل کردن نقاطی که دارای درصد دوز عمقی یکسانی هستند، منحنی‌هایی بدست می‌آیند که به آنها منحنی همدوز گفته می‌شود


دسته پرتو ^{60}Co
100
90
80
70
60
50
40
30
20
5
10


دسته پرتو رونتگن
دیوار
دستگاه ایجاد حرکت
دستگاه کنترل
تقویت‌کننده
آشکارساز
فانتوم آب
قلم
دستگاه رسم

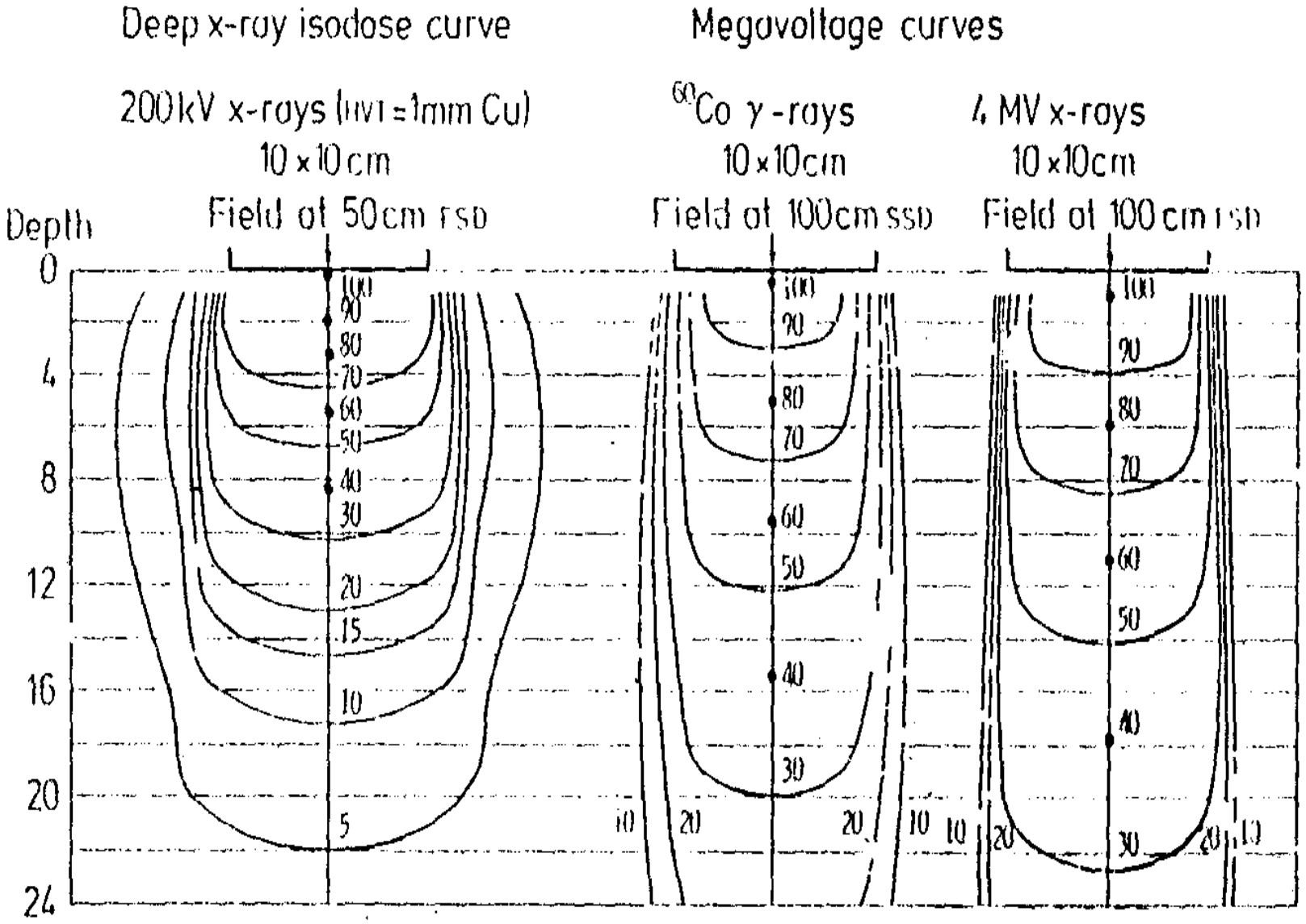
ویژگیهای منحنی‌های همدوز

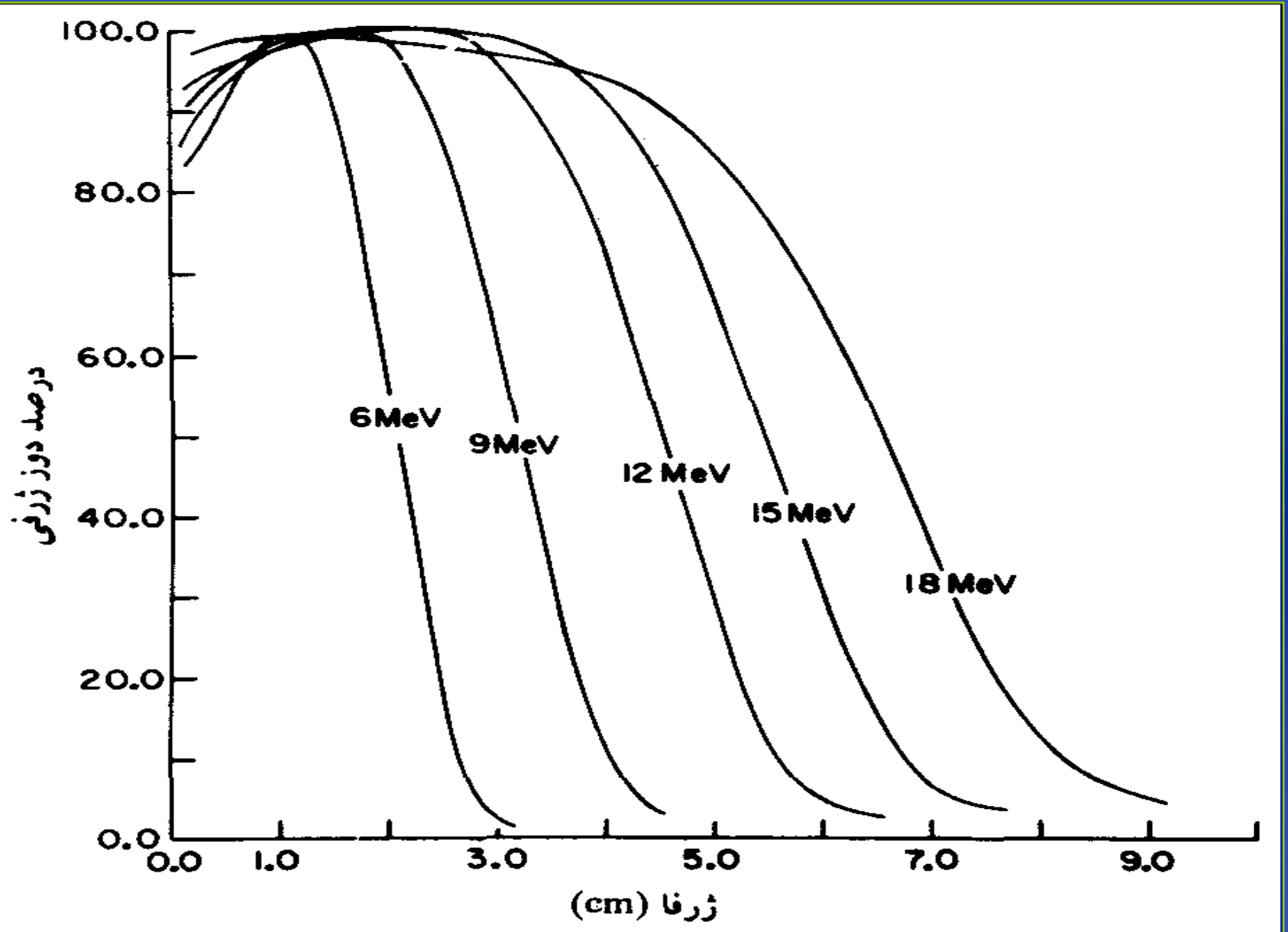
۱- هر چه انرژی بیشتر شود، نیمسایه باریکتر و درصد دوز عمقی بیشتر خواهد شد

۲- افزایش FSD یا SSD موجب افزایش درصد دوز عمقی در یک عمق خاص می‌شود

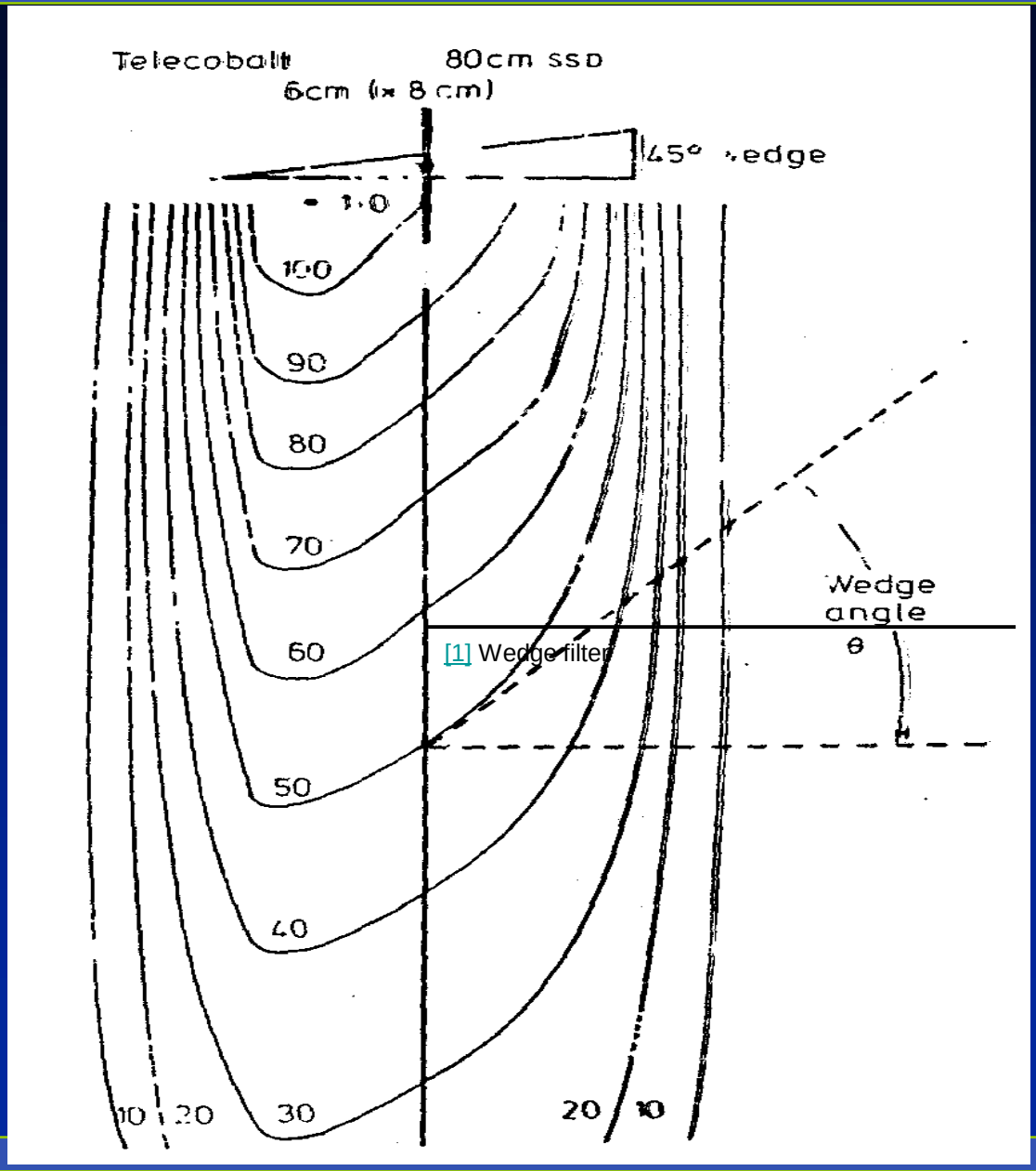
۳- افزایش اندازه میدان نیز تا محدوده خاصی سبب افزایش درصد دوز عمقی خواهد شد

٤- انحنای منحنی با افزایش اندازه میدان تابش، افزایش خواهد یافت (در وسط گودتر می‌شود).

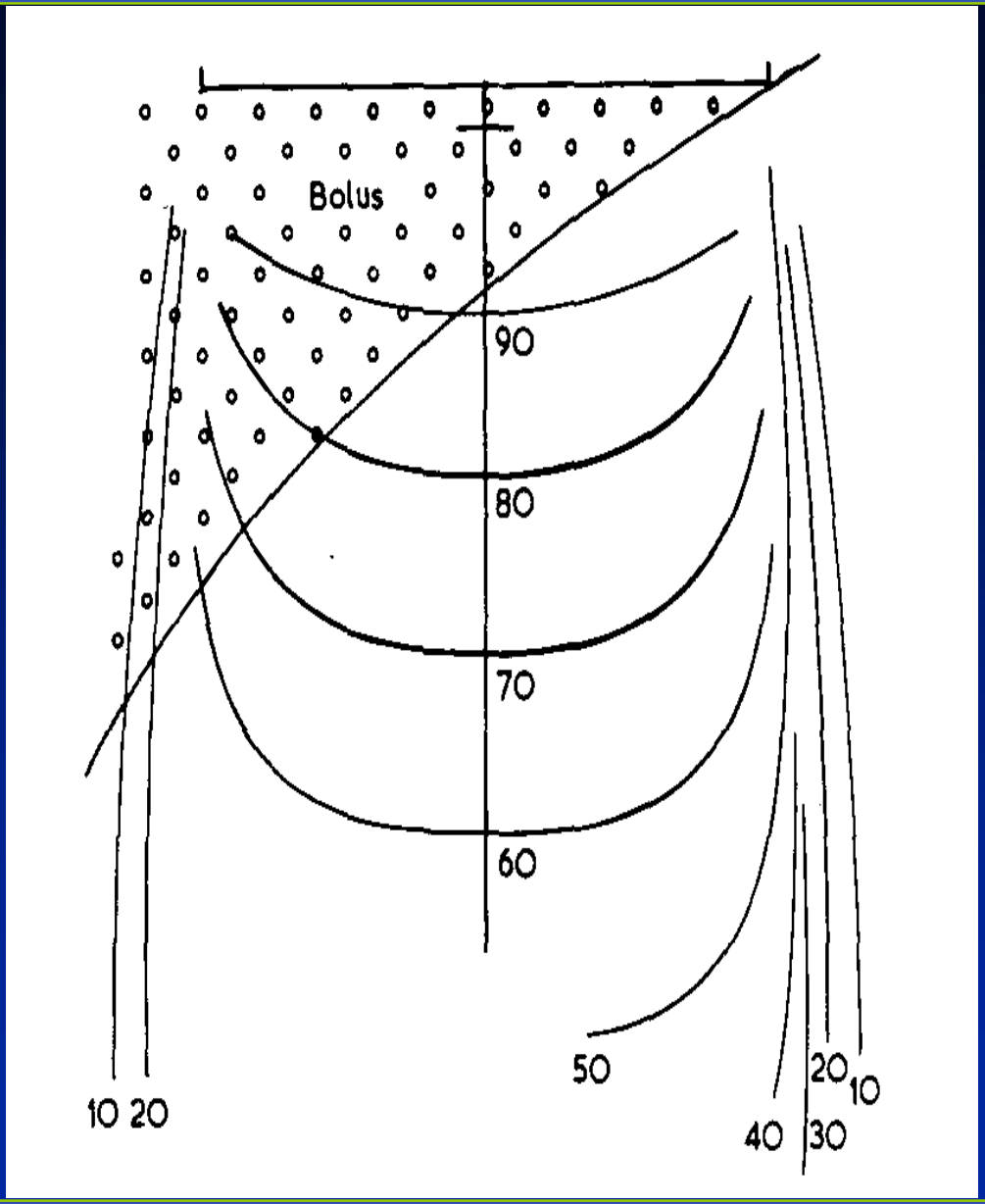

Deep x-ray isodose curve
200kV x-rays (hvl = 1mm Cu)
10 x 10 cm
Field at 50cm fsd
Megavoltage curves
60Co γ-rays
10 x 10cm
Field at 100cm ssd
4 MV x-rays
10 x 10cm
Field at 100cm fsd
Depth
0
4
8
12
16
20
24
100
90
80
70
60
50
40
30
20
15
10
5
100
90
80
70
60
50
40
30
20
10
100
90
80
70
60
50
40
30
20
10

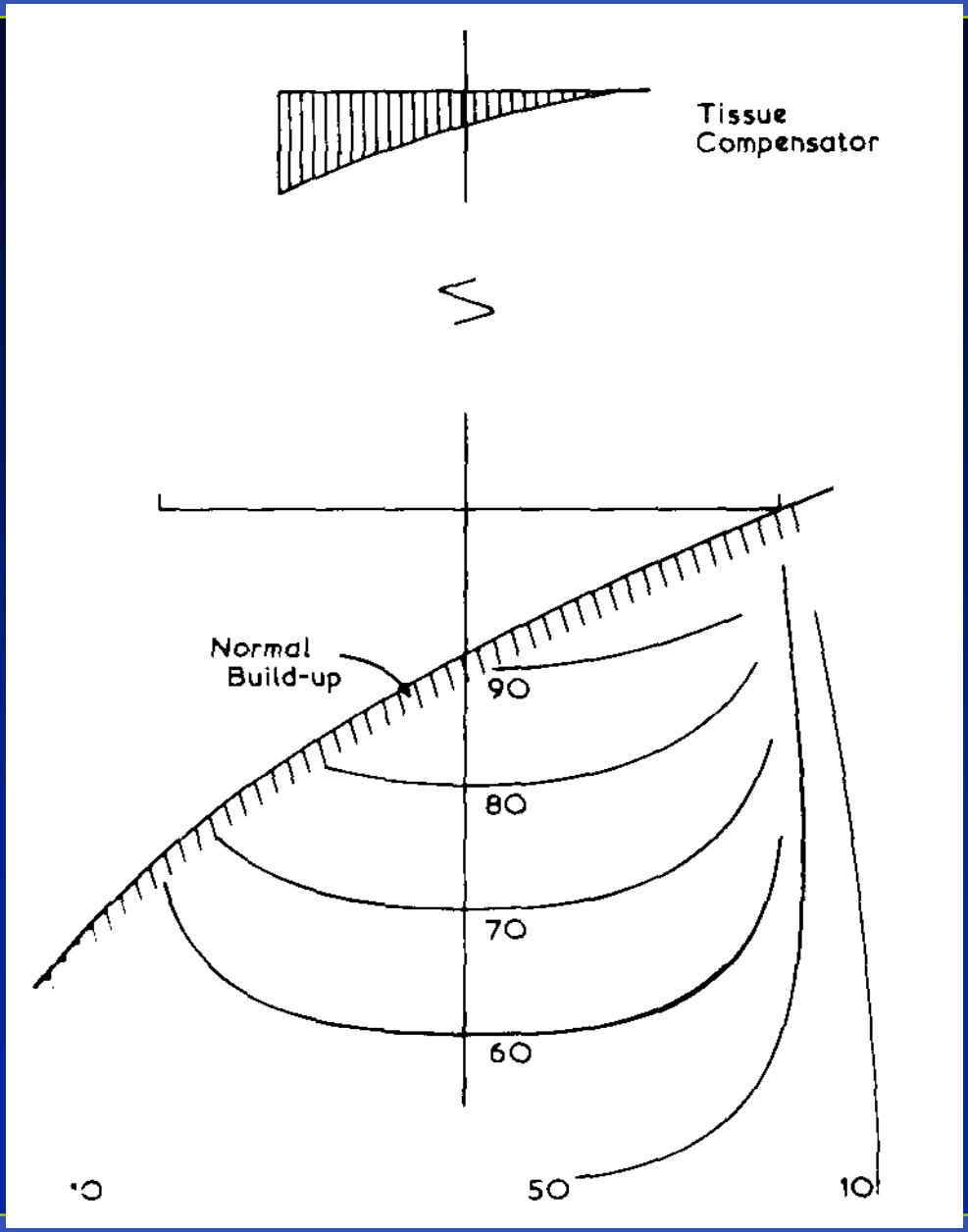

100.0
80.0
60.0
40.0
20.0
0.0
درصد دوز ژرفی
6MeV
9MeV
12 MeV
15 MeV
18 MeV
0.0
1.0
3.0
5.0
7.0
9.0
ژرفا (cm)

تأثیر فیلتر وج بر منحنی‌های همدوز



[1] Wedge filter


Bolus
90
80
70
60
50
40
30
20
10
10
20


Tissue
Compensator
Normal
Build-up
90
80
70
60
50
10

آرایش دهی میدان‌های تابش
جهت ایجاد بهترین توزیع دوز در تومور

باید:

۱- از میدانهای تابش با ابعاد مناسب استفاده کرد.

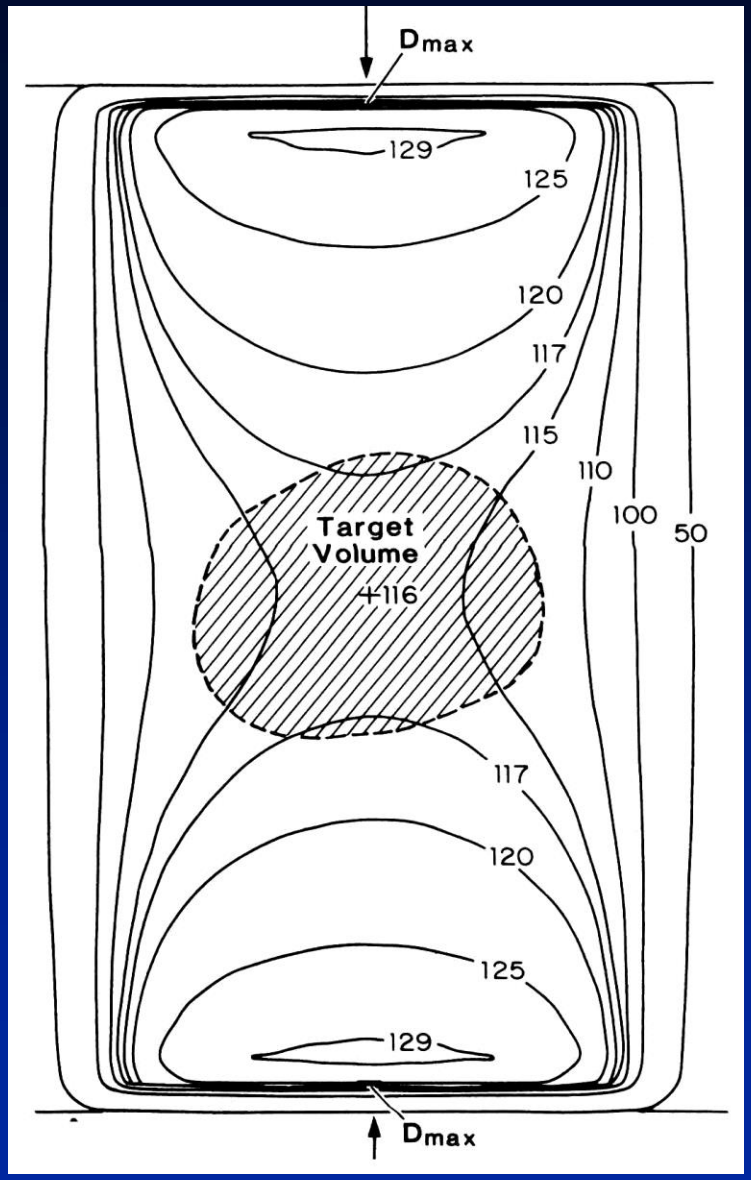
۲- جهت تابش اشعه در زاویه‌ای انتخاب شود که نقطه ورود اشعه تا تومور حداقل فاصله را داشته باشد و ارگانهای حساس در مسیر اشعه قرار نگیرند.

۳- در مواردی که تومور در عمق زیادی از سطح پوست قرار گرفته است، حتی‌الامکان از تعداد میدانهای بیشتری برای پوشاندن آن استفاده کرد.

٤- در صورت لزوم از تعدیل کننده‌هایی مثل وج فیلتر استفاده شود.

آرایش دهی میدان‌های تابش
جهت ایجاد بهترین توزیع دوز در تومور

الف) تک میدان تابش
ب) دو میدان متقابل
ج) تکنیکهای چند میدانه
د) درمان چرخشی



توزیع دوز در درمان با دو میدان تابش متقابل

تکنیکهای چند میدانه