

فالتورهای مورد استفاده در محاسبات حفظ سزای در پزشکی هستند
 ۱- فالتور اشغال: کسری از زمان که احتمال اشغال همراهِ توسط افراد وجود داشته باشد.

مقدار فالتور اشغال براساس توصیه NCRP 147

T	دقت، آزادی نگاه، نزدیکی، آتای بر سر و پا، آتای حال معلولی، آتای باز کردن، و آنند جمع الملائق، آتای کنترل، و غیره
T=1	
T=0,2	راهروها - آتای بیماران - آتای استراحت کاغذها -
T=0,5	آتای معاینه بیماران، آتای درمان بیماران
T=0,05	توالی عمومی - آتای ذخیره ساز، فضای باز با منظر، آتای انتظار بدون مراقب، مناطق نگهداری بیمار
T=0,02	مناطق بیرون یا تردد کم، آتای عبور پیاده یا وسیله نقلیه - پارکینگ

۲ - P (weekly dose limit) مقدار P به نوع منطقه بستگی دارد. (حد در)

P values based on NRC 10 CFR 20.1201 & 10 CFR 20.1301

شغل	Occupational :	1000	$\frac{\mu Sv}{week}$	=	25	$\frac{\mu Sv}{h}$
معمول (تحت کنترل)	ALARA (typical):	100	$\frac{\mu Sv}{week}$	=	2,5	$\frac{\mu Sv}{h}$
عموم (غیر کنترل)	public :	20	$\frac{\mu Sv}{week}$	=	0,5	$\frac{\mu Sv}{h}$

۳ - فالتور ویژه گاما (قدرت ویژه گاما)

آفت پروتئوری تا جایی که گاما از هر جیبی نفوذ با فعالیت واحد را ثابت گسیل ویژه گاما می نامند.
 واحد $\frac{Sv}{h}$ در فاصله یک متری

$$I = 5,22 \times 10^{-8} \frac{Sv \cdot m^2}{MBq \cdot h} \times 10^6 \rightarrow 0,0522 \frac{\mu Sv \cdot m^2}{MBq \cdot h}$$

4- مقدار التوتيتي ورايو دارو تزريني بي بيته .

درين پروره رايو دارو مديت I^{131} بي بيته . حداث مقدار تزريني اين رايو دارو 5 mci است .

$$A_0 = 5 \text{ mci} = 185 \text{ MBq}$$

5- تعداد بيماران در هفته $N_w = 50$ per week $\rightarrow 10$ per day

6- فاصله منبع (در بخش تشریح بيماران بعد از تزریق بريد منبع متحرک تهليل بي گوه) تا ديوار

7- R_t فالتور خاصه در درون ح $R_t = 1,443 \times \frac{T_{1/2} \text{ h}}{t \text{ h}} \times \left[1 - e^{-\frac{0.693 \times t \text{ (h)}}{T_{1/2} \text{ (h)}}} \right]$

8- $F_{tot} = 1$ (no appreciable decay before entering room)

Barrier Transmission Factor

9- B . فالتور انتقال مانع

و آنه $B < 1$ بيته حفاظ ضروريست .

آنه $B > 1$ بيته حفاظ نياز نيست .

سقف $d = (4-1) + 0,5 = 3,5 \text{ m}$

سقف
اگر $T=1$ در نظر گرفته شود

$$B = \frac{P}{T} \cdot \frac{d^2}{\Gamma \cdot A_0 \cdot F_{\text{tot}} \cdot R_t \cdot t \times N_w}$$

$$B = \frac{20 \frac{\text{MSv}}{\text{week}}}{1} \cdot \frac{(3,5 \text{ m})^2}{0,522 \frac{\text{MSv m}^2}{\text{MBq h}} \cdot 185 \text{ MBq} \times 1 \times 0,9856 \times 8 \text{ h} \times 50 \frac{\text{Patient}}{\text{week}}} = 9,0643$$

$$n = \log\left(\frac{1}{B}\right) \Rightarrow n = \log\left(\frac{1}{9,0643}\right) = 1,1917$$

HVL

TVL

$$X = 1,1917 \text{ TVL} \times 11 \frac{\text{mm}}{\text{TVL}} = 13,1087 \text{ mm for Lead}$$

$$X = 1,1917 \text{ TVL} \times 56 \frac{\text{mm}}{\text{TVL}} = 66,7352 \text{ mm for steel}$$

$$X = 1,1917 \text{ TVL} \times 100 \frac{\text{mm}}{\text{TVL}} = 119,17 \text{ mm for concrete}$$

کف $d = (4+1) - 1,7 = 3,3 \text{ m}$

کف $T=1$ در نظر بگیریم

$$B = \frac{20 \frac{\text{MSv}}{\text{week}}}{1} \cdot \frac{(3,3)^2}{0,522 \frac{\text{MSv m}^2}{\text{MBq h}} \times 185 \text{ MBq} \times 1 \times 0,9856 \times 8 \text{ h} \times 50 \frac{\text{patient}}{\text{week}}} = 0,0572$$

$$n = \log\left(\frac{1}{0,0572}\right) = 1,2426$$

HVL

TVL

$$X = 1,2426 \text{ TVL} \times 11 \frac{\text{mm}}{\text{TVL}} = 13,6686 \text{ mm for Lead}$$

$$X = 1,2426 \text{ TVL} \times 56 \frac{\text{mm}}{\text{TVL}} = 69,5856 \text{ mm for steel}$$

$$X = 1,2426 \text{ TVL} \times 100 \frac{\text{mm}}{\text{TVL}} = 124,26 \text{ mm for concrete}$$

اتاق بیدار تدریس ۱۰۰ هر دو ساعت بالا و پایین راهرو است

$$P = 1.5 \frac{\mu Sv}{h} = 20 \frac{\mu Sv}{week}$$

$$B = \frac{20 \frac{\mu Sv}{week}}{0.12} \cdot \frac{(3.675m)^2}{0.522 \frac{\mu Sv m^2}{m^2 h} \cdot 185 m^2 \cdot 1 \cdot 0.9856 \cdot 8h \cdot 100 \frac{patient}{week}} = 0.1773$$

ظرفیت اتاق بیدار تدریس ۱۰۰ نفر است به عبارتی ۲۰ نفر در هفته . ۱۰۰ نفر در هفته
 $n = 100$

$$n = \log\left(\frac{1}{0.1773}\right) = 0.7512$$

TVL .

$$X = 0.7512 TVL \times 11 \frac{mm}{TVL} = 8.2632 \text{ mm for Lead}$$

$$X = 0.7512 TVL \times 56 \frac{mm}{TVL} = 42.0672 \text{ mm for steel}$$

$$X = 0.7512 TVL \times 100 \frac{mm}{TVL} = 75.12 \text{ mm for concrete}$$

دیوار اتاق بیماران تزریق آمونیم

$$T=1$$

$$P=20 \frac{\mu\text{Sv}}{\text{week}}$$

$$B = \frac{20 \frac{\mu\text{Sv}}{\text{week}}}{1} \cdot \frac{(3,675 \text{ m})^2}{0,0522 \frac{\mu\text{Sv m}^2}{\text{MBq h}} \cdot 185 \text{ MBq} \cdot 0,9856 \times 8 \text{ h} \times 50 \frac{\text{patient}}{\text{week}}} = 9,0709$$

$$n = \log\left(\frac{1}{0,0709}\right) = 1,1493$$

TVL

$$X = 1,1493 \text{ TVL} \times 11 \frac{\text{mm}}{\text{TVL}} = 12,6423 \text{ mm for Lead}$$

$$X = 1,1493 \text{ TVL} \times 56 \frac{\text{mm}}{\text{TVL}} = 64,3608 \text{ mm for steel}$$

$$X = 1,1493 \text{ TVL} \times 100 \frac{\text{mm}}{\text{TVL}} = 114,93 \text{ mm for concrete}$$

دیوار آهن، سرب، از آنکس نسبت رافرو

$$d = 7,2 \div 2 = 3,6 \text{ m}$$

$$d = 3,6 \text{ m} + 30 \text{ cm} = 3,9 \text{ m}$$

$$P = 20 \frac{\text{ASV}}{\text{week}}$$

$$T = 0,2$$

$$B = \frac{20 \frac{\text{ASV}}{\text{week}}}{0,2} \cdot \frac{(3,9 \text{ m})^2}{0,522 \frac{\text{ASV m}^2}{\text{mg h}} \cdot 185 \text{ mg} \times 1 \times 0,9856 \times 8 \text{ h} \times 50 \frac{\text{patient}}{\text{week}}} = 0,3995$$

$$n = \log\left(\frac{1}{0,3995}\right) = 0,3984$$

HVL

$$X = 0,3984 \text{ HVL} \times 3 \frac{\text{mm}}{\text{HVL}} = 1,1952 \text{ mm for lead}$$

$$X = 0,3984 \text{ HVL} \times 23 \frac{\text{mm}}{\text{HVL}} = 9,1632 \text{ mm for steel}$$

$$X = 0,3984 \text{ HVL} \times 30 \frac{\text{mm}}{\text{HVL}} = 11,952 \text{ mm for concrete}$$

TVL

$$X = 0,3984 \text{ TVL} \times 11 \frac{\text{mm}}{\text{TVL}} = 4,3824 \text{ mm for lead}$$

$$X = 0,3984 \text{ TVL} \times 56 \frac{\text{mm}}{\text{TVL}} = 22,31.4 \text{ mm for steel}$$

$$X = 0,3984 \text{ TVL} \times 100 \frac{\text{mm}}{\text{TVL}} = 39,84 \text{ mm for concrete}$$

spect 1

دیوار بالائی اتان Spect 1 جنب راهرو

$$B = \frac{20 \frac{mSv}{week} \times (3,3)^2}{0,2 \times 0,10522 \times 185 mBq \times 1 \times 0,9856 \times 8 \times 50} = 0,286$$

$$R_t = 1,443 \times \frac{192 h}{8 h} \times \left[1 - e^{-\frac{0,693 \times 8 h}{192 h}} \right] = 0,9856$$

$$n = \log\left(\frac{1}{0,286}\right) = 0,5436$$

$$T = 0,2 \text{ راهرو}$$

$$P = 20 \frac{mSv}{week} = 0,5 \frac{mSv}{h}$$

$$t = 8 h \text{ شیفت کامل}$$

TVL

$$X = 0,5436 \times 11 \frac{mm}{TVL} = 5,9799 \text{ mm for lead}$$

$$X = 0,5436 \times 56 \frac{mm}{TVL} = 30,4435 \text{ mm for steel}$$

$$X = 0,5436 \times 100 \frac{mm}{TVL} = 54,36 \text{ mm for concrete}$$

spect 1

52000 h

$$B = \frac{1000 \frac{\text{msv}}{\text{week}}}{1} \cdot \frac{(13,9)^2}{0,522 \frac{\text{msv} \cdot \text{m}^2}{\text{MBq} \cdot \text{h}} \times 185 \text{ MBq} \times 1 \times 0,9856 \times 8 \times 50} = 0,3995$$

$$w = \log\left(\frac{1}{0,3995}\right) = 0,3984$$

TVL

$$X = 0,3984 \times 11 \quad \frac{\text{mm}}{\text{TVL}} = 4,3824$$

$$X = 0,3984 \times 56 \quad \frac{\text{mm}}{\text{TVL}} = 22,31$$

$$X = 0,3984 \times 100 \quad \frac{\text{mm}}{\text{TVL}} = 39,84$$

Spect 4, 3, 2

روا، اعی

$$B = \frac{20 \frac{\text{msv}}{\text{week}}}{0.12} \times \frac{(2.55)^2}{\dots 522 \frac{\text{msv} \cdot \text{m}^2}{\text{MBq} \cdot \text{h}} \times 185 \text{MBq} \times 1 \times 0.9856 \times 8 \text{h} \times 50 \frac{\text{patient}}{\text{week}}}$$

$$B = 0.1707$$

$$n = \log\left(\frac{1}{0.1707}\right) = 0.7677$$

TVL

TVL

$$\begin{aligned} X &= 0.7677 \text{ TVL} \times 11 \frac{\text{mm}}{\text{TVL}} = 8.4447 \text{ mm for lead} \\ X &= 0.7677 \text{ TVL} \times 56 \frac{\text{mm}}{\text{TVL}} = 42.9912 \text{ mm for steel} \\ X &= 0.7677 \text{ TVL} \times 100 \frac{\text{mm}}{\text{TVL}} = 76.77 \text{ mm for concrete} \end{aligned}$$

$$P = 0.15 \frac{MSV}{h} = \frac{20 \frac{MSV}{week}}{1000000} - \text{spect 4} \text{ دیوار عمودی است} \text{ راهرو}$$

$$T = 0.2$$

$$B = \frac{20 \frac{MSV}{week}}{0.2} \cdot \frac{(3.9)^2}{0.522 \times 185 \times 1 \times 0.9856 \times 8 \times 50} = 0.13995$$

$$n = \log\left(\frac{1}{0.13995}\right) = 0.3984$$

TVL

$$X = 0.3984 \text{ TVL} \times 11 \frac{\text{mm}}{\text{TVL}} = 4,3824 \text{ mm for lead}$$

$$X = 0.3984 \text{ TVL} \times 56 \frac{\text{mm}}{\text{TVL}} = 22,3104 \text{ mm for steel}$$

$$X = 0.3984 \text{ TVL} \times 100 \frac{\text{mm}}{\text{TVL}} = 39,84 \text{ mm for concrete}$$

راهبردی بالارائه هار استن
به همراه روز امتحان تدریس

$$D_{wi} = 250,3074$$

$$250,3074 \times 4 = 1,001,2296$$

$$D_{wi} = \frac{1.522 \frac{\mu Sv}{m^2 h} \cdot 185 MBq \times 1 \times 0.9856 \times 8h \times 100 \frac{\text{patient}}{\text{week}}}{(3,675 m)^2} = 563,7911$$

(توزیع)

$$\sum D_{wi} = 1,001,2296 + 563,7911 = 1565,0207$$

$$B = \frac{\left(\frac{P}{T}\right)}{\sum D_{wi}} = \frac{20 \frac{\mu Sv}{\text{week}}}{0,2 \cdot 1565,0207} = 0,0638$$

$$n = \log\left(\frac{1}{0,0638}\right) = 1,1951$$

TVL

$$X = 1,1951 \text{ TVL} \times 11 \frac{\text{mm}}{\text{TVL}} = 13,1461 \text{ mm for Lead}$$

$$X = 1,1951 \text{ TVL} \times 56 \frac{\text{mm}}{\text{TVL}} = 66,9256 \text{ mm for steel}$$

$$X = 1,1951 \text{ TVL} \times 100 \frac{\text{mm}}{\text{TVL}} = 119,51 \text{ mm for concrete}$$

$$\beta = \frac{(P_T)}{\sum P_{w_i}} = \frac{\left(\frac{1.00 \frac{\mu Sv}{week}}{1}\right)}{1.001,2296} = 0,9998$$

• $T = 1$
 $P = 1.00 \frac{\mu Sv}{week}$

$$n = \log\left(\frac{1}{0,9998}\right) = 1,0008$$

TVL

$$X = 1,0008 \text{ TVL} \times 11 \frac{\text{mm}}{\text{TVL}} = 11,0088$$

$$X = 1,0008 \text{ TVL} \times 56 \frac{\text{mm}}{\text{TVL}} = 56,0448$$

$$X = 1,0008 \text{ TVL} \times 100 \frac{\text{mm}}{\text{TVL}} = 100,08 \rightarrow$$

راهروی بالاس اتاق عمل استلین

$$D_{wi} = \frac{0.522 \frac{\text{mSv m}^2}{\text{MBq h}} \times 185 \text{ MBq} \times 8 \text{ h} \times 0.9856 \times 50 \frac{\text{patient}}{\text{week}}}{(3.9 \text{ m})^2} = 250,3074$$

$$250 \times 4 = 1,001,2296$$

$$B = \frac{\left(\frac{P}{T}\right)}{\sum D_{wi}} = \frac{\left(\frac{20}{12}\right) \frac{\text{mSv}}{\text{week}}}{1,001,2296} = 0,00998$$

$$n = \log\left(\frac{1}{0,00998}\right) = 1,0008$$

TVL

$$X = 1,0008 \text{ TVL} \times 11 \frac{\text{mm}}{\text{TVL}} = 11,0088 \text{ mm for Lead}$$

$$X = 1,0008 \text{ TVL} \times 56 \frac{\text{mm}}{\text{TVL}} = 56,0448 \text{ mm for steel}$$

$$X = 1,0008 \text{ TVL} \times 100 \frac{\text{mm}}{\text{TVL}} = 100,08 \text{ mm for concrete}$$

دیوار بالایی و بالینی آنتی-نورس (هر دو طرف را صرفاً)

$$P = 0,5 \frac{MSv}{h} = 20 \frac{MSv}{week}$$

$$T = 0,5 \times 2,1^2 \quad d = 8m \div 2 = 4 \quad 4 + 30cm = 4,3m$$

اصلاح ۲

$$B = \frac{20 \frac{MSv}{week}}{0,5} \cdot \frac{(4,3m)^2}{0,522 \frac{MSv \cdot m^2}{mBq \cdot h} \cdot 185 mBq \cdot 0,9856 \cdot 8h \cdot 50 \frac{patient}{week}} = 0,1942$$

$$n = \log\left(\frac{1}{0,1942}\right) = 0,7117$$

TVL

$$X = 0,7117 \text{ TVL} \times 11 \frac{mm}{\text{TVL}} = 7,8287 \text{ mm for Lead}$$

$$X = 0,7117 \text{ TVL} \times 56 \frac{mm}{\text{TVL}} = 39,85 \approx 40 \text{ mm for steel}$$

$$X = 0,7117 \text{ TVL} \times 100 \frac{mm}{\text{TVL}} = 71,17 \text{ mm for concrete}$$

$$T=1$$

دیوار اتاق پس از این نسبت اتاق همراه بیمار

$$d = 7,2 \div 2 = 3,6$$

$$d = 3,6 \text{ m} + 30 \text{ cm} = 3,9 \text{ m}$$

$$D = \frac{20450}{1} \cdot \frac{(3,9 \text{ m})^2}{0,0522 \frac{\text{mSv m}^2}{\text{mBq h}} \cdot 185 \text{ mBq} \times 1 \times 0,9856 \times 8 \text{ h} \times 50 \frac{\text{patient}}{\text{week}}} = 1,0799$$

$$n = \log\left(\frac{1}{0,0799}\right) = 1,0974$$

TVL

$$X = 1,0974 \text{ TVL} \times 11 \frac{\text{mm}}{\text{TVL}} = 12,0714 \text{ mm for Lead}$$

$$X = 1,0974 \text{ TVL} \times 56 \frac{\text{mm}}{\text{TVL}} = 61,4544 \text{ mm for steel}$$

$$X = 1,0974 \text{ TVL} \times 100 \frac{\text{mm}}{\text{TVL}} = 109,74 \text{ mm for concrete}$$

در این پروژه در فضای اتاق ها منبع رادیو اکتیو در مدولز اتاق در نظر گرفته شده است.

هری سهری حفاظ دیوار (طبق دستورالعمل ^{TG-108}) 30 سانتی متر به فاصله منبع تا دیوار اضافه می گردد.

HotLab $d = (4,7 \text{ m} \div 2) + 30 \text{ cm} = 2,65 \text{ m}$ ← دیوار یا شینی HotLab

دیوار کناری
HotLab $d = (7,9 \text{ m} \div 2) + 30 \text{ cm} = 4,25 \text{ m}$ جنب اتاق معاینه

$$B = \frac{P}{T} \cdot \frac{d^2}{\Gamma \cdot A_0 \cdot F_{tot} \cdot R_t \cdot t \cdot N_w}$$

نقطه علامت ضرب ←

$$d = (7,9 \text{ m} \div 2) + 30 \text{ cm} = 4,25 \text{ m}$$

$$B = \frac{20 \frac{\mu\text{Sv}}{\text{week}}}{9,2} \cdot \frac{(4,25 \text{ m})^2}{0,0522 \frac{\mu\text{Sv} \cdot \text{m}^2}{\text{MBq} \cdot \text{h}} \cdot 185 \text{ MBq} \cdot 1 \cdot 0,9856 \cdot 8 \text{ h} \cdot 50 \frac{\text{Patient}}{\text{week}}}$$

$$B = 0,4744 \quad n = \log_{10} \left(\frac{1}{B} \right) \Rightarrow n = \log_{10} \left(\frac{1}{0,4744} \right) = 0,3238$$

TVL

$$X = 0,3238 \text{ TVL} \times 111 \frac{\text{mm}}{\text{TVL}} = 3,5618 \text{ mm for Lead}$$

$$X = 0,3238 \text{ TVL} \times 56 \frac{\text{mm}}{\text{TVL}} = 18,1328 \text{ mm for steel}$$

$$X = 0,3238 \text{ TVL} \times 100 \frac{\text{mm}}{\text{TVL}} = 32,38 \text{ mm for concrete}$$

Hot lab

~~تعداد بیماران در سال~~
→ T = 0.5

$$B = \frac{P}{T} \cdot \frac{d^2}{P.A. \cdot F_{tot} \cdot R_t \cdot t \cdot N_w}$$

$$d = (4,7m \div 2) + 30cm = 2,65m$$

$$B = \frac{100 \frac{MSV}{week}}{0,5} \cdot \frac{(2,65m)^2}{0,522 \frac{MSV \cdot m^2}{MBq \cdot h} \cdot 185 MBq \cdot 1 \cdot 0,98 \cdot 8h \cdot 50 \frac{patient}{week}}$$

$$B = 0,3689$$

$$n = \log \left(\frac{1}{0,3689} \right) = 0,433$$


TVL

$$X = 0,433 TVL \times 11 \frac{mm}{TVL} = 4,763 mm \text{ for Lead}$$

$$X = 0,433 TVL \times 56 \frac{mm}{TVL} = 24,248 mm \text{ for Steel}$$

$$X = 0,433 TVL \times 100 \frac{mm}{TVL} = 43,3 mm \text{ for concrete}$$

این فرمول اول هر صفحه قبل از محاسبه باید بیاد

$$B = \frac{P}{T} \cdot \frac{d^2}{(\Gamma \cdot A_0 \cdot F_{tot} \cdot R_t \cdot t) N_w}$$


P targets :

- 1) controlled areas $100 \frac{\mu\text{Sv}}{\text{week}}$
- 2) uncontrolled areas $20 \frac{\mu\text{Sv}}{\text{week}}$

$$\Gamma : 0,0522 \frac{\mu\text{Sv} \cdot \text{m}^2}{\text{MBq} \cdot \text{h}}$$

$N = 50$ per week $\Rightarrow 10$ per day

$$d = 1 \text{ m}$$

$$A_0 = 5 \text{ mCi} = 185 \text{ MBq}$$

$$T = 1$$

$F_{tot} = 1$ (no appreciable decay before entering room)

$$R_t = \text{Dose reduction factor over time } t = 1,443 \times \frac{T_{1/2}}{t} \times \left[1 - e^{-\frac{0,693t}{T_{1/2}}} \right]$$

$$R_t = 1,443 \times \frac{192 \text{ h}}{8 \text{ h}} \times \left[1 - e^{-\frac{0,693 \times 8 \text{ h}}{192 \text{ h}}} \right] = 0,9856$$

محاسبه‌ی Shielding بخش پزشکی هسته‌ای با 4 دستگاه spect (طبقه 2)

