(۵)
تولید رادیونوکلوئیدها و ژنراتورهای مواد رادیو اکتیو در پزشکی

تولید رادیونوکلوئیدها

- بیشتر مواد رادیو اکتیوی که در پزشکی کاربرد دارند در اثر بمباران هسته های پایدار مورد نظر با نوترونهای آهسته و یا سریع و یا ذرات باردار پر سرعت به دست می آیند.

- نوترونها از تولید کننده های نوترون و یا راکتورها به دست می آیند.
- ذره های باردار بیشتر بوسیله سیکلترون و یا شتاب دهنده های خطی به دست می آیند.

رادیونوکلوئیدها محصول رآکتور

- رآکتور هسته ای چشمه بزرگی از نوترون هاست.
- نوترون آزاد (بیرون از هسته) رادیو اکتیو است و با نیم عمر ۱۲ دقیقه به پروتون و الکترون دگرگون می شود. نوترونها را از روی انرژی آنها دسته بندی می کنند.
- نوترونها با انرژی زیاد از عناصر رادیو اکتیو با عدد اتمی بزرگتر از ۸۲ تابش می شوند از(طریق شکافت). سپس با برخورد با ماده انرژی آنها کاهش یافته و با محیطی که در آن هستند به ترازمندی گرمایی می‌رسند (نوترون گرمایی).
- بعلاوه نوترون می تواند با بمباران برخی از عناصر به وسیله ذره ها یا فوتونهای پر انرژی تولید شود. یک نمونه از واکنشهای بمباران چنین است.

$$^{9}_{4}Be + \alpha \rightarrow ^{12}_{6}C + ^{1}_{0}n$$

رادیونوکلوئیدهایی که از طریق ربایش نوترون تولید می شوند

- در این روش نوترونهای گرمایی (آهسته) شرکت دارند و پس از ربایش نوترون، هسته، انگیخته شده و دارای انرژی $\leq 8Mev$ می‌شود.

- در برگشت به حالت پایه تابش گاما صورت می‌گیرد. عدد اتمی Z ثابت ولی عدد جرمی افزایش می‌یابد.

- این واکنش بصورت ${}^{A}_{z}X(n,\gamma){}^{A+1}_{z}Y$ می باشد. مانند چشمه کبالت در رادیوتراپی:

$$^{59}_{27}Co+^{1}_{0}n\rightarrow ^{60}_{27}Co+energy$$

- ممکن است واکنش (n,p) صورت بگیرد:

$$^{14}_{7}N+^{1}_{0}n\rightarrow ^{14}_{6}C+^{1}_{1}p+0.63Mev$$

محصولات دیگر که در پزشکی کاربرد دارند

- 51Cr برای نشاندار کردن گلبولهای قرمز و اسکن طحال:

$$^{50}_{24}Cr + ^{1}_{0}n \rightarrow ^{51}_{24}Cr + \gamma$$

Chromium

- 99Mo بعنوان ژنراتور 99mTc در پزشکی هسته ای:

$$^{98}_{42}Mo + ^{1}_{0}n \rightarrow ^{99}_{42}Mo + \gamma$$

- 133Xe برای بررسی تهویه ریه:

$$^{132}_{54}Xe + ^{1}_{0}n \rightarrow ^{133}_{54}Xe + \gamma$$

رادیونوکلوئیدها محصول شتابدهنده

- بصورت واکنشهای زیر صورت می گیرد:

(p,n)	(p,2n)
($^{2}_{1}$D,n)	($^{2}_{1}$D,2n) ($^{2}_{1}$D,p)
($^{3}_{2}$He,n)	($^{3}_{2}$He,p)
($^{4}_{2}$He,n)	($^{4}_{2}$He,2n)

$$ {}^{A}_{z}X + {}^{1}P \rightarrow {}^{A-1}_{z+1}Y + 2n $$

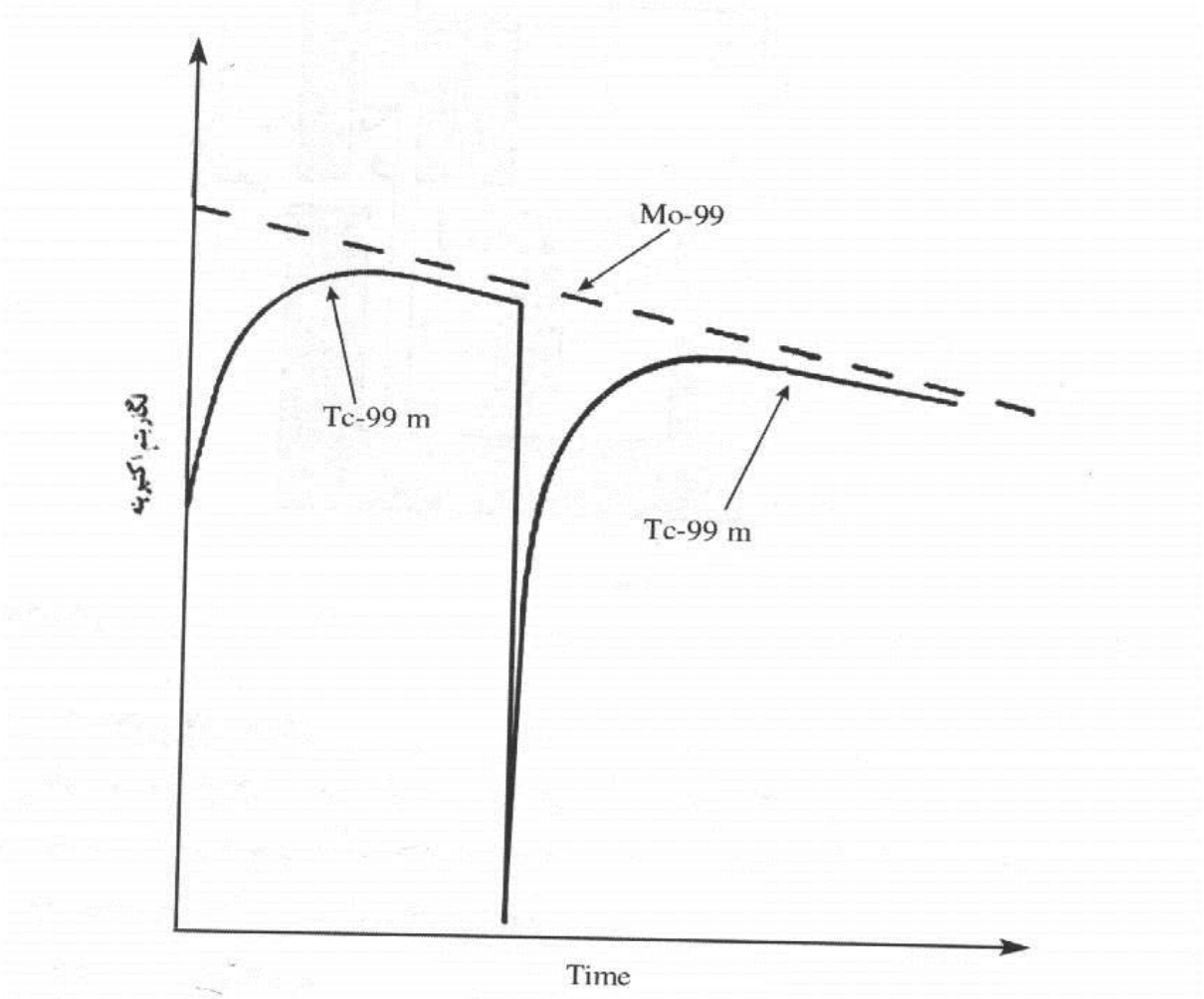
$$ {}^{A}_{z}X\,(p,2n)\,{}^{A-1}_{z+1}Y $$

ژنراتورهای مواد رادیو اکتیو

- رادیوایزوتوپهای پرکاربرد در پزشکی را بیشتر توسط ژنراتورها به دست می آورند. دو رادیو ایزو توپ بسیار پر کاربرد برای کارهای تشخیصی و درمانی ^{99}Tc و ^{131}I می باشند.
- در یک ژنراتور یک رادیو ایزو توپ دختر با نیم‌عمر کوتاه از یک رادیو ایزوتوپ مادر با نیم‌عمر طولانی بدست می‌آید.

- یک نمونه ژنراتور:

$$^{99}Mo(67hrs) \xrightarrow{\beta} {}^{99m}Tc(6hrs)$$

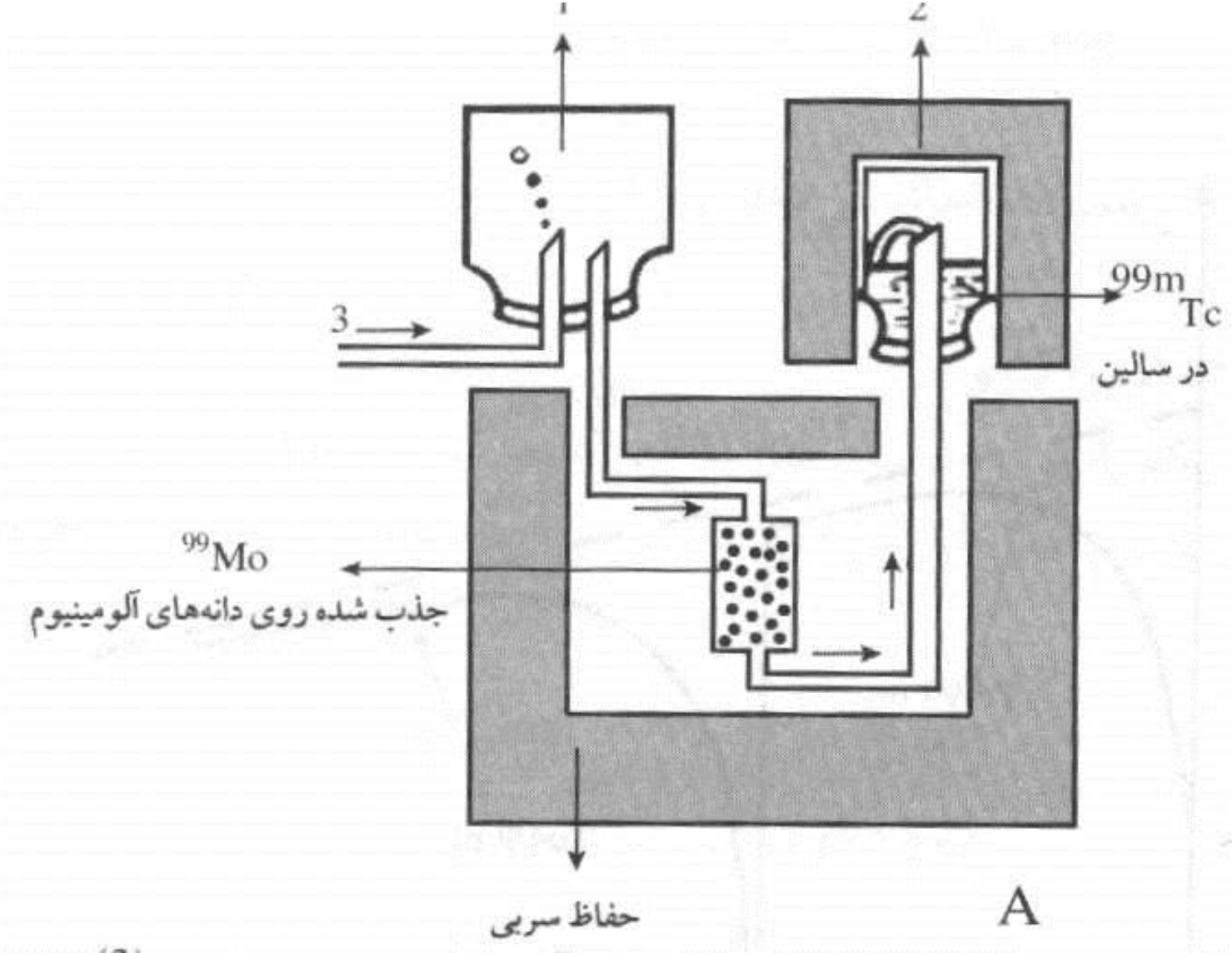


شکل (۲۶-۴) چگونگی تولید رادیوایزوتوپ دختر Mo 99 در ژنراتور Mo – Tc و مرحله‌های دوشیدن آن

ژنراتور مولیبدن – تکنسیم

- با فرو پاشی هسته های مادر ^{99}Mo، هسته های دختر ^{99m}Tc تولید می گردد.
- در این جا بین این دو هسته ترازمندی گذرا وجود دارد و اکتیویته دختر پس از نزدیک به چهار نیم عمر با اکتیویته مادر به تعادل یا ترازمندی می رسد.
- در ژنراتور $^{99}Mo \longrightarrow {}^{99m}Tc$ مولیبدن به صورت پودر در ستونی از اکسیدآلومینیوم Al_2O_3 وجود دارد و اکتیویته ^{99}Mo نزدیک به GBq3 mci(100) میباشد.
- در ترازمندی میان مادر و دختر اگر محلول NaCl نرمال از ستون گذرانده شود، Tc در آن محلول بوده ولی مولیبدون در آن حل نمی‌شود.
- در این کار ^{99m}Tc شسته شده و گردآوری می‌شود.

ژنراتور مولیبدنون-تکنیسیوم



دوشیدن ژنراتور(Cow)

- کار شستشو یا دوشیدن ژنراتور(Cow) به گونه ای استریل صورت می‌گیرد که محلول قابل تزریق در رگ می باشد.
- پس از دوشیدن، اکتیویته دختر به صفر می رسد و تولید دختر در همان زمان آغاز می‌شود.
- کار دوشیدن تا ۵ بار انجام می‌گیرد و دیگر این ژنراتور بدرد نمی خورد.
- اکتیویته های ^{99m}Tc نزدیک به3GBq در روز نخست ترازمندی، 2GBq روز دوم، 1.5GBq در روز سوم و... به دست می آید.

رادیو دارو ها در پزشکی هسته ای

- رادیو ایزو توپها بیشتر به گونه ترکیب وارد بدن میشوند. ترکیب های یاد شده مولکولهای نشاندار هستند.

- با ارزشترین رادیو ایزو توپها در کار تشخیص ^{99m}Tc است که شمار فراوانی از ترکیبهای شیمیایی کار بردی را با آن نشاندار می کنند. تکنسیم به صورت پرتکنتات سدیم یا ($Na^{99m}TcO_4$) برای نشاندار کردن بکار می روند. در تهیه مولکولها در آغاز پرتکنتات به یون $^{99m}Tc^{4++}$ کاهش داده شده و سپس آنرا با ماده شیمیایی دلخواه بصورت کمپلکس در می آورند.

- این ترکیب در اثر تابش شدید پرتو می تواند دی ناتوره شود.

خصوصیات کاربردی رادیو دارو ها

- رادیو دارو ها باید از استاندارد های ویژه خالص بودن شیمیایی و دارویی برخوردار باشند.
- عدم ناخالصی به آلومنیم و غیره
- عدم آلودگی به رادیواکتیویته مادر
- کاهش آلودگی به حامل (ایزوتوپ پایدار)
- غلظت ویژه مناسب
- خواص و خصوصیات دارویی

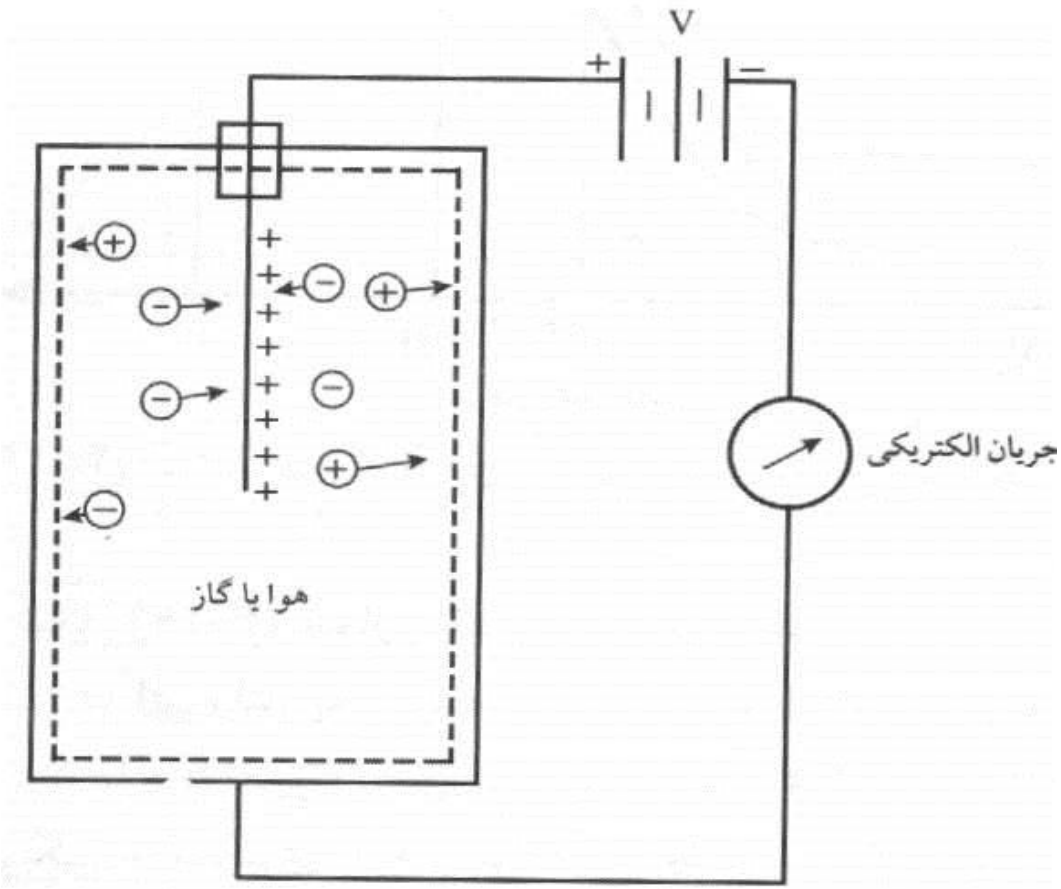
(۶)
آشکارسازی پرتوها در پزشکی هسته ای

روشهای آشکارسازی پرتوها

- الف) جهت تعیین اندازه رادیو اکتیویته در نمونه یا حجمی معین
- ب) جهت تعیین چگونگی پخش رادیو اکتیو در بدن، سینتی‌گرافی یا اسکن ایزوتوپی

اتاقک یونیزاسیون یا یونش:

- ولتاژی مناسب به دو صفحه موازی(خازن)وصل می‌شود. سپس یونهای ایجاد شده توسط یونیزاسیون به سوی الکترودهای مخالف کشیده می شود.
- شمار یو نهای گردآوری شده متناسب با میزان اشعه جذب شده است.



شکل (۲۸-۴) نمایش یک اتاقک یونش و چگونگی کار آن

آشکار ساز یا کنتور گایگر مولر

- این آشکار ساز یک اتاقک یونش است که در ولتاژ و شرایط الکتریکی بخصوصی کار می کند.

- آشکار ساز گایگر به علت آشکار کردن پرتو های گاما و بتا و حساسیت زیاد آن در پزشکی هسته ای برای پی بردن به آلو دگیهای رادیو اکتیو بسیار سودمنداست.
- یک گاز خنثی مثل هلیوم، نئون، یا آرگون پس از برخورد پرتو و یونیزه شدن، در یک میدان پتانسیل بزرگ قرار می گیرند و در مسیر حرکت باعث برخورد و یونیزه شدن گازهای دیگر می شوند. این امر باعث ایجاد یک توده گازهای یونیزه بهمنی می شود و سیگنال زیادی را در مدار ایجاد می نماید.
  - به عبارت دیگر، در این آشکارساز، جریان الکتریکی در یک پروسه آبشاری از طریق شکست دی الکتریک گاز، جرقه می زند و جریان زیادی را در الکترودها ایجاد می نماید.

A typical Geiger Mueller tube