



دانشگاه سقز

دانشکده علوم

پایان نامه کارشناسی ارشد فیزیک (هسته‌ای)

تولید رادیوایزوتوپ برم-۷۷ از طریق واکنش $^{nat}\text{Se}(p,xn)^{77}\text{Br}$ با استفاده از
شتابدهنده سیکلوترون

زهرا تقویان

اساتید راهنما

دکتر طیب کاکاوند

دکتر محمد میرزایی

استاد مشاور

دکتر سعید رجبی‌فر

تیرماه ۱۳۹۰

تقدیم به پدر و مادر مهربانم

تقدیر و تشکر

از اساتید عزیزم آقای دکتر محمد میرزایی و آقای دکتر طیب کاکاوند که زحمت راهنمایی اینجانب را در کار پایان نامه تقبل فرمودند، و نیز آقای دکتر سعید رجبی فر بخاطر مشاوره و راهنمایی‌شان در مدت انجام پروژه، و همچنین از اساتید محترم پژوهشکده‌ی انرژی اتمی کرج آقای دکتر خسرو آردانه و آقای یوسف فضائلی نژاد بخاطر همفکری‌ها و زحمات بی‌دریغشان در زمینه‌ی شیمی جداسازی و شیمی نشاندارسازی،

و از کلیه‌ی همکاران بخش سیکلوترون کرج، خانم مهندس بلوری، جناب آقای رحیمی نژاد، سرکار خانم مرادخانی، آقای مهندس اصلانی، آقای مهندس یوسفی، آقای مهندس شادان پور، آقای مهندس انصاف، خانم مهندس پیروزفر، آقای مهندس ذوالعطا، جناب آقای جعفری و خانم مهندس پورعبداللهی،

که اگر کمک‌های بی‌دریغشان نبود هرگز این پایان نامه به اتمام نمی‌رسید، کمال تشکر را دارم.

چکیده

برم-۷۷ یک عضو از خانواده‌ی رادیوهایالوژن‌ها می‌باشد که در امر تشخیص و درمان بیماری‌ها مورد استفاده قرار می‌گیرد. بیشترین تجمع برم-۷۷ در مغز می‌باشد و به میزان کمتری در کلیه‌ها، جگر و مثانه نیز جذب می‌شود. رادیو داروهای به دست آمده از برم برای درمان بعضی بیماری‌ها مثل پارکینسون و پروستات همچنین برای تصویربرداری از کلیه‌ها به کار می‌روند. رادیوایزوتوپ برم-۷۷ از بمباران پروتونی سلینیوم در سیکلوترون تولید می‌شود و بعد از اینکه با ترکیبات مناسب نشاندار شد به قسمت‌های مختلف بدن فرستاده می‌شود. سطح مقطع واکنش‌های هسته‌ای مختلف منجر به تولید برم-۷۷ با استفاده از کدهای محاسباتی ALICE/ASH و TALYS1.0 محاسبه می‌شود. نمودار سطح مقطع بر حسب انرژی ذره‌ی فرودی که تابع برانگیختگی نامیده می‌شود برای واکنش‌های مختلف رسم می‌شود. در نمودار تابع برانگیختگی واکنش $^{nat}\text{Se}(p,xn)^{77}\text{Br}$ بازه‌ای از انرژی که برای تولید برم-۷۷ مناسب است ۱۴ تا ۲۸ الکترون‌ولت می‌باشد. ضخامتی از سلینیوم که برای تامین این افت انرژی لازم است با استفاده از کد SRIM2006، ۲۳۴ میکرومتر به دست می‌آید. در این تحقیق سلینیوم با دو روش رسوب‌نشانی و قرصی برای بمباران آماده شد. هدف سلینیوم آماده‌شده با روش رسوب‌نشانی با جریان ۲۰ میکروآمپرساعت و هدف آماده‌شده با روش قرصی با جریان ۴۰ میکروآمپرساعت بمباران شدند. بازده تولید در روش رسوب‌نشانی ۵۰۰ میکروکوری و بازده تولید با روش قرصی ۱۴ میلی‌کوری به دست آمد.

پس از بمباران جداسازی شیمیایی با بازده رادیوشیمیایی ۸۴٪ انجام شد و برم-۷۷ خالص تولید شد.

واژه‌های کلیدی: رادیوایزوتوپ، سیکلوترون، تابع برانگیختگی، سلینیوم، برم-۷۷

فهرست مطالب

..... فصل اول: برم-۷۷ و کاربردهای آن.....	
1-۱- مقدمه	1
۲-۱- رادیوایزوتوپ برم-۷۷	5
۳-۱- رادیوداروهای تولیدشده از برم-۷۷	6
فصل دوم: شتابدهنده ی سیکلوترون	8
۱-۲- توصیف سیکلوترون	9
۲-۲- ریاضیات حاکم بر سیکلوترون:	10
۳-۲- سیکلوترون کرج	12
فصل سوم: تئوری تولید رادیونوکلئید برم-۷۷	13
۱-۳- واکنش های هسته ای	14
۲-۳- سطح مقطع و توان ایستاندگی	15
۳-۳- محاسبه توان ایستاندگی	16
۴-۳- محاسبه ی بهره ی تولید	19
۵-۳- محاسبه ی ضخامت موردنیاز هدف	19
فصل چهارم: تابع برانگیختگی واکنش های منجر به تولید برم-۷۷	22
۱-۴- مطالعه ی واکنش های منجر به تولید برم-۷۷ با هدف سلنیوم	23
۱-۱-۴- تابع برانگیختگی واکنش $^{nat}\text{Se}(p, xn) ^{77}\text{Br}$	23
۲-۱-۴- تابع برانگیختگی واکنش $^{78}\text{Se}(p,2n) ^{77}\text{Br}$	24

- 2..... $^{77}\text{Se}(p, n)^{77}\text{Br}$ تابع برانگیختگی واکنش ۳-۱-۴
- 26..... $^{77}\text{Se}(\alpha, 4n)^{77}\text{Kr} \rightarrow ^{77}\text{Br}$ و $^{77}\text{Se}(\alpha, p3n)^{77}\text{Br}$ تابع برانگیختگی واکنشهای ۴-۱-۴
- 28..... $^{77}\text{Se}(\alpha, 3n)^{77}\text{Kr} \rightarrow ^{77}\text{Br}$ و $^{77}\text{Se}(\alpha, p2n)^{77}\text{Br}$ تابع برانگیختگی واکنشهای ۵-۱-۴
- 29..... $^{77}\text{Se}(d, 2n)^{77}\text{Br}$ تابع برانگیختگی واکنش ۶-۱-۴
- 29..... $^{76}\text{Se}(\alpha, p2n)^{77}\text{Br}$ و $^{76}\text{Se}(\alpha, 3n)^{77}\text{Kr} \rightarrow ^{77}\text{Br}$ تابع برانگیختگی واکنشهای ۷-۱-۴
- 31..... $^{76}\text{Se}(\alpha, pn)^{77}\text{Br}$ و $^{76}\text{Se}(\alpha, 2n)^{77}\text{Kr} \rightarrow ^{77}\text{Br}$ تابع برانگیختگی واکنشهای ۸-۱-۴
- 32..... $^{76}\text{Se}(d, n)^{77}\text{Br}$ تابع برانگیختگی واکنش ۹-۱-۴
- 33..... $^{74}\text{Se}(\alpha, p)^{77}\text{Br}$ و $^{74}\text{Se}(\alpha, n)^{77}\text{Kr} \rightarrow ^{77}\text{Br}$ تابع برانگیختگی واکنشهای ۱۰-۱-۴
- 33..... $^{nat}\text{Se}(\alpha, pn)^{77}\text{Kr} \rightarrow ^{77}\text{Br}$ و $^{nat}\text{Se}(\alpha, pxn)^{77}\text{Br}$ تابع برانگیختگی واکنشهای ۱۱-۱-۴
- 35..... مطالعه واکنشهای منجر به تولید برم-۷۷ با هدفهای ارسنیک و برم ۲-۴
- 35..... $^{75}\text{As}(\alpha, 2n)^{77}\text{Br}$ تابع برانگیختگی واکنش ۱-۲-۴
- 36..... $^{79}\text{Br}(p, p3n)^{77}\text{Br}$ و $^{79}\text{Br}(p, 3n)^{77}\text{Kr} \rightarrow ^{77}\text{Br}$ تابع برانگیختگی واکنشهای ۲-۲-۴
- 37..... $^{79}\text{Br}(d, p3n)^{77}\text{Br}$ و $^{79}\text{Br}(d, 4n)^{77}\text{Kr} \rightarrow ^{77}\text{Br}$ تابع برانگیختگی واکنشهای ۳-۲-۴
- 38..... $^{79}\text{Br}(\alpha, 2p4n)^{77}\text{Br}$ و $^{79}\text{Br}(\alpha, p5n)^{77}\text{Kr} \rightarrow ^{77}\text{Br}$ تابع برانگیختگی واکنشهای ۴-۲-۴
- 39..... $^{nat}\text{Br}(p, pxn)^{77}\text{Br}$ و $^{nat}\text{Br}(p, xn)^{77}\text{Kr} \rightarrow ^{77}\text{Br}$ تابع برانگیختگی واکنشهای ۵-۲-۴
- 40..... $^{81}\text{Br}(d, 6n)^{77}\text{Kr} \rightarrow ^{77}\text{Br}$ و $^{81}\text{Br}(d, p5n)^{77}\text{Br}$ تابع برانگیختگی واکنشهای ۶-۲-۴
- 41..... $^{81}\text{Br}(p, 5n)^{77}\text{Kr} \rightarrow ^{77}\text{Br}$ و $^{81}\text{Br}(p, p4n)^{77}\text{Br}$ تابع برانگیختگی واکنشهای ۷-۲-۴
- 42 انتخاب واکنش مناسب برای تولید برم-۷۷: ۳-۴
- 43..... فصل پنجم: طراحی هدف
- 46..... ۱-۵ آبکاری الکتریکی
- 46..... vapor-coating ۲-۵
- 46..... روش قرصی ۳-۵

47	۴-۵ روش اسپره ی پلاσμα
47	۵-۵ روش اسپره ی سرد
48	۶-۵ روش رسوب نشانی
48	۱-۶-۵ دلیل استفاده از چسب:
48	۲-۶-۵ انجام آزمایش لایه نشانی با ماده ی هدف سلنیوم:
51	۳-۶-۵ چسب اتیل سلولز:
53	۴-۶-۵ انجام آزمایش با نمونه های اکسیدسلنیوم:
54	۵-۶-۵ چسب متیل سلولز:
55	۶-۶-۵ کنترل کیفیت نمونه های هدف آماده شده
55	۶-۶-۵ الف شوک حرارتی
55	۶-۶-۵ ب عکس SEM
57	فصل ششم: بمباران هدف و جداسازی شیمیایی
58	۱-۶ بمباران هدف آماده شده به روش رسوبنشانی
64	۲-۶ بمباران هدف آماده شده به روش قرصی
66	فصل هفتم: نتیجه گیری
69	پیشنهادات
۷۰	فهرست مراجع
۷۳	پیوست:

فهرست جدول‌ها:

- جدول 1-1. ویژگی‌های عنصر برم..... 5
- جدول 3-1. توان ایستاندگی ذره‌ی پروتون در برخورد به سلنیوم..... 18
- جدول 3-2. توان ایستاندگی و برد ذره‌ی فرودی پروتون در برخورد به سلنیوم..... 21
- جدول 5-1. روش‌های آزمایشگاهی به کار رفته برای طراحی هدف سلنیوم..... 45
- جدول 5-2. مقادیر مختلف اتیل سلولز برای 0.7 گرم پودر سلنیوم در 8 میلی‌لیتر استن..... 51
- جدول 5-3. مقادیر مختلف استن برای 0.7 گرم سلنیوم و 0.105 گرم اتیل سلولز..... 52
- جدول 5-4. مقادیر مختلف متیل سلولز برای 0.7 گرم سلنیوم..... 54
- جدول 5-5. نتایج تست شوک حرارتی برای نمونه‌های آماده‌شده برای بمباران..... 55
- جدول 6-1. پارامترهای بمباران هدف برای سلنیوم رسوب‌نشانی شده..... 59

فهرست شکل‌ها:

- شکل ۱-۱. سیستم تصویربرداری PET..... ۲
- شکل ۲-۱. سیستم PET در حال تصویربرداری از مغز بیمار..... ۳
- شکل ۳-۱. سیستم تصویربرداری SPECT..... ۴
- شکل ۱-۲. نمای یک سیکلوترون پزشکی 30 MeV ۹
- شکل ۲-۲. نمای یک سیکلوترون و اجزای آن..... ۱۰
- شکل ۱-۴. تابع برانگیختگی واکنش $^{nat}\text{Se}(p,xn)^{77}\text{Br}$ ۲۴
- شکل ۲-۴. تابع برانگیختگی واکنش $^{78}\text{Se}(p,2n)^{77}\text{Br}$ ۲۵
- شکل ۳-۴. تابع برانگیختگی واکنش $^{77}\text{Se}(p,n)^{77}\text{Br}$ ۲۶
- شکل ۴-۴. تابع برانگیختگی واکنش $^{77}\text{Se}(\alpha,p3n)^{77}\text{Br}$ ۲۷
- شکل ۵-۴. تابع برانگیختگی واکنش $^{77}\text{Se}(^3\text{He},p2n)^{77}\text{Br}$ ۲۸
- شکل ۶-۴. تابع برانگیختگی واکنش $^{77}\text{Se}(d,2n)^{77}\text{Br}$ ۲۹
- شکل ۷-۴. تابع برانگیختگی واکنش $^{76}\text{Se}(\alpha,3n)^{77}\text{Kr} \rightarrow ^{77}\text{Br}$ ۳۰
- شکل ۸-۴. تابع برانگیختگی واکنش $^{76}\text{Se}(^3\text{He},2n)^{77}\text{Kr} \rightarrow ^{77}\text{Br}$ ۳۱
- شکل ۹-۴. تابع برانگیختگی واکنش $^{76}\text{Se}(d,n)^{77}\text{Br}$ ۳۲
- شکل ۱۰-۴. تابع برانگیختگی واکنش $^{74}\text{Se}(\alpha,n)^{77}\text{Kr} \rightarrow ^{77}\text{Br}$ ۳۳
- شکل ۱۱-۴. تابع برانگیختگی واکنش $^{nat}\text{Se}(^3\text{He},xn)^{77}\text{Kr} \rightarrow ^{77}\text{Br}$ ۳۴
- شکل ۱۲-۴. تابع برانگیختگی واکنش $^{75}\text{As}(\alpha,2n)^{77}\text{Br}$ ۳۵
- شکل ۱۳-۴. تابع برانگیختگی واکنش $^{79}\text{Br}(p,3n)^{77}\text{Kr} \rightarrow ^{77}\text{Br}$ ۳۶
- شکل ۱۴-۴. تابع برانگیختگی واکنش $^{79}\text{Br}(d,4n)^{77}\text{Kr} \rightarrow ^{77}\text{Br}$ ۳۷
- شکل ۱۵-۴. تابع برانگیختگی واکنش $^{79}\text{Br}(\alpha,p5n)^{77}\text{Kr} \rightarrow ^{77}\text{Br}$ ۳۸
- شکل ۱۶-۴. تابع برانگیختگی واکنش $^{nat}\text{Br}(p,xn)^{77}\text{Kr} \rightarrow ^{77}\text{Br}$ ۳۹

- شکل ۴-۱۷. تابع برانگیختگی واکنش $^{81}\text{Br}(d,p5n)^{77}\text{Kr} \rightarrow ^{77}\text{Br}$ ۴۰
- شکل ۴-۱۸. تابع برانگیختگی واکنش $^{81}\text{Br}(p,5n)^{77}\text{Kr} \rightarrow ^{77}\text{Br}$ ۴۱
- شکل ۵-۱. نمایی از دستگاه مورد استفاده در روش رسوب‌نشانی ۴۹
- شکل ۵-۲. عکس دستگاه مورد استفاده در روش رسوب‌نشانی ۵۰
- شکل ۵-۳. نمونه‌ی هدف آماده سلنیوم با اعمال شرایط بهینه ۵۳
- شکل ۵-۴. نمونه‌ی اکسیدسلنیوم آماده‌شده با چسب اتیل سلولز ۵۴
- شکل ۵-۵. عکس SEM سلنیوم رسوب‌نشانی شده $200\times$ ۵۶
- شکل ۵-۶. عکس SEM سلنیوم رسوب‌نشانی شده $250\times$ ۵۶
- شکل ۶-۱. نمای یک زیرلایه‌ی مسی ۵۸
- شکل ۶-۲. نقشه شماتیک پشت یک زیرلایه‌ی مسی ۵۹
- شکل ۶-۳. تصویر هدف سلنیوم بمباران‌شده ۵۹
- شکل ۶-۴. سیستم انحلال هدف ۶۰
- شکل ۶-۵. نمودار شمارش برحسب کانال برای نمونه‌ی استن ۶۱
- شکل ۶-۶. سیستم مخصوص جداسازی برم از سلنیوم ۶۲
- شکل ۶-۷. نمودار شمارش بر حسب کانال بعد از تبخیر ۶۲
- شکل ۶-۸. نمودار شمارش بر حسب کانال برای هدف قرصی اکسیدسلنیوم ۶۴

فصل اول

برم-۷۷

و کاربردهای آن

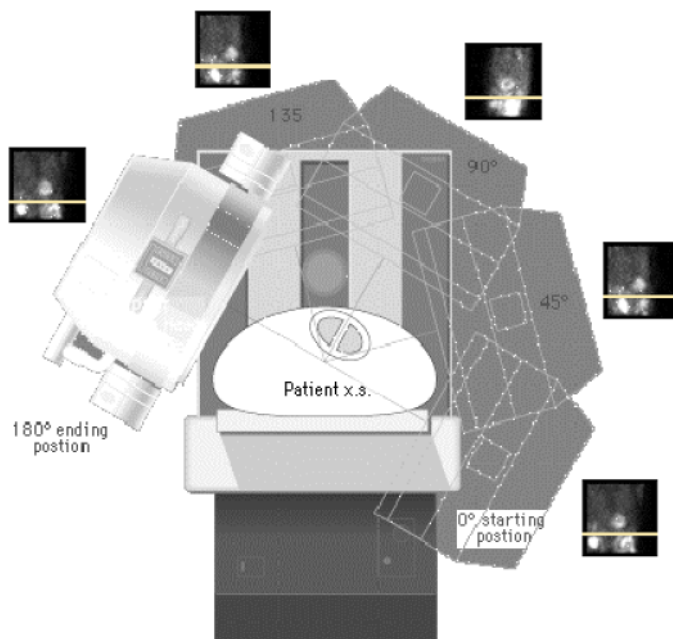
۱-۱ مقدمه

رادیوایزوتوپ ها نقش مهمی در زندگی بشر دارند. کاربرد آن ها در پزشکی، کشاورزی و صنعت شناخته شده است. از سال ۱۸۹۶ یعنی از زمان کشف پرتوایی توسط بکرل تا سال ۱۹۱۹ یعنی تا زمانی که رادرفورد نشان داد که می توان هسته های پایدار را با بمباران توسط ذرات پرتوای پرتوزا کرد، تنها از ایزوتوپ های پرتوای طبیعی در پزشکی هسته ای استفاده می شد. پس از آن با توجه به به نیاز روزافزون علم پزشکی به رادیوداروها، انواع شتابدهنده ها به منظور شتاب دادن به ذرات سبکی چون پروتون، دوترون، آلفا و ... پدید آمدند.

لارنس در سال ۱۹۳۰ سیکلوترون را اختراع کرد. سیکلوترون ذرات باردار را برای تولید ایزوتوپ های ناپایدار شتاب می دهد. این ایزوتوپ های ناپایدار بعد از اینکه با ترکیب مناسب نشاندار شدند به قسمت های مختلف بدن فرستاده می شوند و بر حسب نوع واپاشی و سایر ویژگی هایشان در امر تشخیص یا درمان مورد استفاده قرار می گیرند.

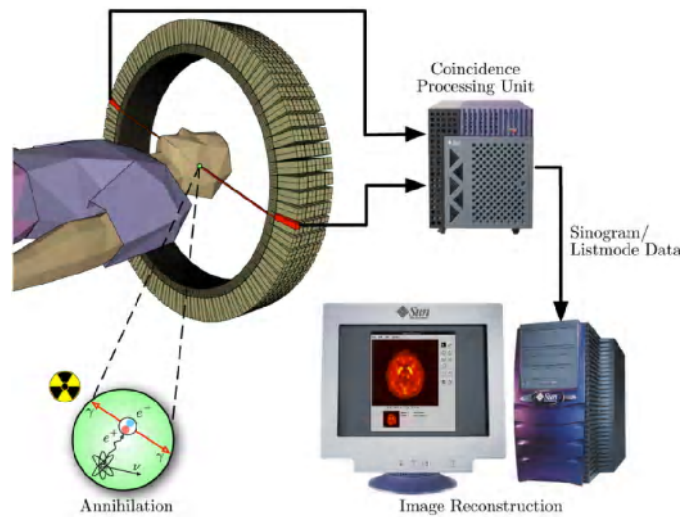
رادیوایزوتوپ های تشخیصی آن دسته از رادیوایزوتوپ ها هستند که برای تصویربرداری از بافت مورد نظر به کار می روند. این رادیوایزوتوپ ها باید با مولکول خاصی نشاندار شوند، که بافت مورد نظر برای تصویربرداری، گیرنده ای این مولکول خاص باشد، به عبارت دیگر بیشترین جذب این مولکول در بافت مورد نظر باشد.

در بخش تشخیصی از دو روش عمده PET^1 و $SPECT^2$ برای تصویربرداری استفاده می‌شود. در روش PET (توموگرافی تابش پزیترون) از خصوصیات واپاشی رادیوایزوتوپ‌های تابش‌کننده پزیترون استفاده می‌شود. ترکیبات خاص رادیوایزوتوپ گسیلنده پزیترون به بافت مورد نظر فرستاده می‌شود. پس از تابش پزیترون، دو فوتون 511 keV ناشی از نابودی زوج الکترون-پزیترون به طور همزمان با زاویه 180° نسبت به هم آشکارسازی می‌شوند که به وسیله پردازش کامپیوتری، تصویری از بافت مورد نظر را نشان می‌دهد که این تصاویر نشان‌دهنده عملکرد و ساختار بافت‌هاست. تصاویری از سیستم تصویربرداری PET در شکل‌های ۱-۱ و ۱-۲ نشان داده شده‌است.



شکل ۱-۱. سیستم تصویربرداری PET

-
- 1) PET: positron emission tomography
 - 2) SPECT: single photon emission computed tomography



شکل ۱-۲. سیستم PET در حال تصویربرداری از مغز بیمار

اما در روش SPECT (توموگرافی تابش تک فوتون) از رادیوایزوتوپ‌های گسیلنده‌ی گاما استفاده می‌شود. ترکیبات خاص رادیوایزوتوپ گسیلنده‌ی گاما به بافت مورد نظر فرستاده می‌شوند و سپس گامای تابش شده از بافت توسط آشکارساز، آشکارسازی می‌شود و به وسیله‌ی پردازش کامپیوتری به تصویر تبدیل می‌شود. گستره‌ی انرژی گاما برای رادیوایزوتوپ‌های مورد استفاده در این روش $70 < E < 250 \text{ keV}$ می‌باشد. در شکل ۱-۳ یک سیستم تصویربرداری SPECT آورده شده‌است.



شکل ۱-۳. سیستم تصویربرداری SPECT

برم-۷۷ یک رادیوایزوتوپ گسیلنده‌ی گاما می‌باشد که پرتوهای گامای عمده آن 239 keV و 520 keV می‌باشند و در روش تصویربرداری SPECT مورد استفاده قرار می‌گیرد.

رادیوایزوتوپ‌های درمانی باید گسیلنده ذرات باشند (آلفا، بتا، الکترون اوژه). چون برد ذرات کوتاه است تنها محدوده‌ی بافت ناسالم را از بین می‌برد و به بافت سالم آسیبی نمی‌رساند. رادیوایزوتوپ‌ها را یا درون بافت ناسالم قرار می‌دهند (براک‌تراپی) یا اینکه پس از نشاندارسازی با مولکولی خاص آن را به بیمار تزریق کرده و یا می‌خورانند.

نیمه‌عمر مؤثر مناسب برای رادیوایزوتوپ‌های درمانی ۶ ساعت تا ۷ روز می‌باشد تا در این مدت اثرات درمانی مؤثر واقع شود، از طرفی رادیوایزوتوپ‌های درمانی باید دارای LET (انتقال خطی انرژی) مناسب باشند تا بتوانند به طور مؤثر در بافت بدن نفوذ کنند.

عنصر حاصل از واپاشی رادیوایزوتوپ درمانی باید پایدار باشد و در صورت ناپایداری نیمه عمر بسیار کوتاهی داشته باشد تا به سرعت واپاشی کرده و اثرات مخرب آن به حداقل برسد.

۲-۱ رادیوایزوتوپ برم-۷۷

برم یکی از عناصر خانواده ی هالوژن ها می باشد. این عنصر سمی می باشد و سمیت آن موجب بروز مشکلاتی مثل جوش های پوستی و آکنه های شدید، کاهش اشتها و دردهای شکمی، خستگی و اختلال در ضربان قلب در انسان می شود. ویژگی های فیزیکی این عنصر در جدول ۱-۱ آورده شده است.

جدول ۱-۱. ویژگی های عنصر برم

عدد اتمی	۳۵
عدد جرمی	۷۹/۹ گرم بر مول
الکترونگاتیویته	۲/۸
چگالی در دمای 20°C	۳/۱ گرم بر سانتیمتر مکعب
دمای ذوب	$-7/3^{\circ}\text{C}$
دمای جوش	$58/8^{\circ}\text{C}$
کشف شده توسط	آنتونی بالارد، سال ۱۸۲۶
تعداد ایزوتوپ ها	۱۰

هالوژن ها از مهم ترین گروه های جدول تناوبی برای استفاده در رادیوداروها می باشند و مولکول های فراوانی از جمله استیروئید و پروتئین ها در مراکز عصبی با رادیوهالوژن ها نشاندار می شوند [۱]. نیمه عمر ۵۶/۴ ساعت برم-۷۷، این امکان را فراهم می کند که بتوان در مراکز درمانی یا SPECT دور از مکان تولید از آن استفاده کرد.

برم-۷۷، ۹۹/۳ درصد گیراندازی الکترون دارد که گسیل الکترون‌های اوزه را در پی دارد و در امر درمان مور استفاده قرار می‌گیرد. و ۰/۷ درصد با گسیل پزیترون واپاشی می‌کند که رادیوداروهای به‌دست آمده از این رادیوایزوتوپ در امر تشخیص نیز مورد استفاده قرار می‌گیرند. نوعی از ترکیبات نشاندار با آن با ایجاد هایپوکسی در تومورها در درمان سرطان به کار می‌روند [۲].

برم-۷۷ اکتیویته‌ی ویژه‌ی بالایی دارد و پرتوهای گامای عمده‌ی آن برای تصویربرداری با دستگاه‌های متداول مناسب هستند. نیمه‌عمر ۵۶ ساعت آن باعث می‌شود که رادیوایزوتوپ مناسبی برای مطالعات *in-vivo* انسانی به‌شمار آید [۳].

میزان دزی از برم که به‌وسیله‌ی نشاندارسازی پلاسما وارد کل بدن می‌شود $0.4 \text{ mrad}/\mu\text{Ci}$ محاسبه شده‌است، که این میزان ۱/۱۰ میزان دزی است که به وسیله‌ی ید-۱۲۵ یا ید-۱۳۱ جذب می‌شود [۴].

۱-۳ رادیوداروهای تولیدشده از برم-۷۷

مشتقات گلوکز و مانوز که با برم-۷۷ نشاندار می‌شوند، می‌توانند به عنوان ردیاب، در قلب و مغز مورد استفاده قرار بگیرند [۲].

این رادیوایزوتوپ جهت نشاندارسازی بعضی پروتئین‌ها در مطالعات فیزیولوژیک بدن به کار می‌رود [۵]، همچنین برای تعیین آب خارج سلولی مناسب است [۶].

ترکیبی از برم به نام $^{77}\text{Br-Bromo-spiro peridol}$ به سرعت در بدن انتشار می‌یابد و با پیوندی قوی به گیرنده‌های دوپامین در مغز متصل می‌شود. $\text{Br-}77$ در بافت‌های مغزی انسان سالم متمرکز می‌شود و می‌تواند برای اسکن از مغز به کار رود [۲].

رادیوداروی 4-Bromo-2,5-dimethoxyphenylamine نیز در مغز متمرکز می‌شود. این دارو محرک سیستم عصبی است و عمل آن نیز به متابولیسم‌های دوپامین در مغز مربوط می‌شود [۲].

ترکیب $^{77}\text{Br-p-Bromo-spiperon}$ با بازده رادیوشیمیایی بالایی تولید می‌شود و از طریق مایع خارج سلولی در بدن توزیع می‌شود [۵].

این رادیوایزوتوپ علاوه بر مغز، به مقدار کمتری در بافت‌های ماهیچه‌ای، استخوان و غدد بزاقی نیز متمرکز می‌شود. ترکیب 4-Br-DPIA ابتدا به وسیله‌ی جگر جذب و سپس از طریق پلاسما به مغز منتقل می‌شود. انواع مختلف تومورهای مغز، این ترکیب را جذب می‌کنند [۷].

از ترکیبی از برم به نام Bromine-77-deoxyuridine در درمان رادیویی تومورها استفاده می‌شود [۸].

خصوصیات شیمیایی برم شبیه ید است ولی خصوصیات فیزیکی آن مثل الکترونگاتیوی و شعاع وان‌دروالس آن بین فلئور و ید می‌باشد. واکنش‌پذیری شیمیایی برم کمتر از فلئور و بیشتر از ید می‌باشد. قدرت پیوند C-Br، 59kcal/mol و قدرت پیوند ید و فلئور، به ترتیب ۴۵ و 114kcal/mol است. انرژی پیوند کربن-هیدروژن عامل مهمی برای پایداری *in-vivo*، در ترکیبات نشاندار شده می‌باشد [۲].

ترکیب Br-SHPP-Albumin در مطالعات هیدرولیز *invitro* از پایداری بالایی برخوردار است و آن نیز بدین علت است که برم پیوند بسیار قوی با کربن تشکیل می‌دهد. قدرت پیوند C-Br از قدرت پیوند I-Br بیشتر است به همین علت بیومولکول‌ها با برم بهتر نشاندار می‌شوند نسبت به ید [۲]. در بسیاری از موارد، ترکیب Br-77 BFB خیلی سریع در ریه، کلیه و قلب جذب می‌شود، اما بیشترین مقدار جذب آن در مغز می‌باشد [۱۰].

برم-۷۷ همچنین برای نشاندارسازی رادیویی پادماده‌ها برای تصویربرداری تومورها به کار می‌رود [۱۱].

رادیوداروی غیرآلی به دست آمده از برم-۷۷، برمیدسدیم می باشد که به مقدار بسیار زیادی در مایع خارج سلولی متمرکز می شود و رادیوداروهای آلی به دست آمده از آن DOPA و Tetraacetyl-3-deoxy-glucose می- باشند که به ترتیب برای اسکن گیرنده های دوپامین و کارکرد مغز به کار می روند [۱۲].

برم-۷۷ همچنین در "مطالعات همبستگی های زاویه ای مختل شده با تغییرات زمان" نیز مورد استفاده قرار گرفته است [۱۳].