

بررسی پارامترهای ژنراتور جدید تکنسیم-۹۹m (PARSTEC II) تولید شده در شرکت پارس ایزوتوپ

حسین، عباسی^{۱*}؛ عبدالناصر، توکلی^{۱*}؛ حمید رضا، خسرو نژاد^۱؛ ایمان، عبدالرسول نژاد^۱

۱. سازمان انرژی اتمی ایران-هلدینگ کاربرد پرتوها- شرکت پارس ایزوتوپ

۲. دانشگاه آزاد اسلامی - واحد علوم و تحقیقات تهران-دانشکده فنی و مهندسی-گروه مهندسی پرتوپزشکی

چکیده :

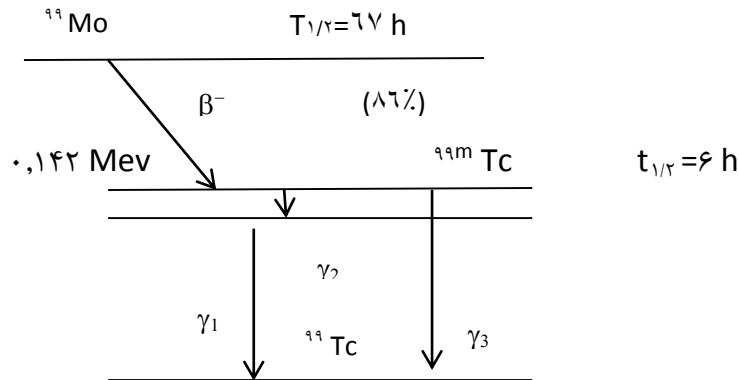
^{99m}Tc تک انرژی بوده و انرژی گامای حاصل از تبدیل آن 140 الکترون ولت می باشد که برای علوم پرتونگاری بسیار مناسب بوده و نیمه عمر آن $6/01$ ساعت می باشد. نیمه عمر کوتاه و نیز انرژی پایین گامای آن سبب شده است که حدود 80% مطالعات پزشکی هسته ای با استفاده از آن صورت گیرد. نوع کروماتوگرافی ژنراتور تکنسیم- $99m$ بر مبنای جاذب آلومینا سالیان درازی است که در ایران تولید می شود. ژنراتور جدید تک ستونی PARSTEC II تماما در داخل کشور طراحی و ساخته شده است. در این مقاله پارامترهای مختلف ژنراتور (PARSTEC II) مانند زمان دوشش، میزان نشت مولیبدن، راندمان و پروفایل شستشو برای یک هفته کاری ژنراتور بررسی و اندازه گیری شد.

کلمات کلیدی : PARSTECII - ژنراتور تکنسیم- $99m$ - راندمان ژنراتور- نشت مولیبدن- پروفایل شستشوی ژنراتور

۱- مقدمه :

امروزه ژنراتور $^{99}\text{Mo}/^{99m}\text{Tc}$ معمولترین ژنراتور به کار رفته در کاربرد های دارو سازی هسته ای و پزشکی هسته ای می باشد. ایزوتوپ مادر (^{99}Mo) یک رادیو ایزوتوپ محصول راکتور با نیمه عمر $66,7$ ساعت است که به روش گاما و بتا فروپاشی می کند (شکل ۱). 86 درصد مادر به ^{99m}Tc ایزوتوپ دختر مورد نظر فروپاشی می کند که تک انرژی بوده و انرژی گامای حاصل از تبدیل آن 140 الکترون ولت می باشد که برای علوم پرتونگاری بسیار مناسب بوده و نیمه عمر آن $6/01$ ساعت می باشد. [۱] تکنسیم- $99m$ با برخورداری از خصوصیات هسته ای ویژه مانند نیمه عمر کوتاه (6 ساعت) و پرتونگاری تک انرژی (140 الکترون ولت) گاما از رایج ترین رادیوایزوتوپ های مورد استفاده در پزشکی هسته ای به شمار می رود. ژنراتور مولیبدن- $99m$ /تکنسیم- $99m$ سیستمی متشکل از این دو رادیوایزوتوپ بوده و به علت خواص ذکر شده برای تکنسیم- $99m$ پرمصرفترین ژنراتور رادیو دارویی محسوب می شود. تاکنون روشهای گوناگونی برای تولید این ژنراتور معرفی شده اما روش کروماتوگرافی ستونی پراستفاده ترین روش در جهان است [۲]. در روش کروماتوگرافی ستونی تاکنون از جاذب های مختلفی چون آلومینیم اکسید [۳]، فریک هیدروکسید [۴]، منگنز دی اکسید [۵،۶] در مقادیر متفاوت استفاده و عملکرد جذب هر یک از آنها نسبت به مولیبدن بررسی شده است. اساس کار

ژنراتورهای تولید شده مبتنی بر جداسازی مولیبدن و تکنسیم از یکدیگر در ستون‌های کروماتوگرافی بکار رفته در این ژنراتورهاست .



شکل (۱) : مدل فروپاشی مولیبدن-۹۹

ژنراتور PARSTEC II نسل جدید ژنراتورهای تک ستونه می باشد که برای اکتیویته های بالا (تا ۴ کوری) نیز استفاده می شود . در این ژنراتور از یک فیلتر در خروجی محلول استفاده می شود که این فیلتر از نوع آبدوست- آبگریز می باشد و به فیلتر محلول ژنراتور نیز معروف است. این فیلتر بین سوزن خروجی و ستون اصلی ژنراتور PARSTEC II قرار می گیرد و نقش اساسی آن افزایش کیفیت محصول نهایی می باشد این یکی از مزیت های اصلی ژنراتور محسوب می شود . همچنین در این تحقیق پروفایل دوشش نیز بررسی شد.

۲- روش کار :

ابتدا یک ژنراتور PARSTEC II در شرکت پارس ایزوتوپ به شرح زیر آماده گردید که برای تهیه ستون این ژنراتور از پودر آلومینای تجاری ساخت کمپانی مرک استفاده گردید .

ژنراتور PARSTEC II: این ژنراتور شامل یک ستون شیشه ای به ارتفاع ۶ سانتی متر و قطر حدود ۰,۷ سانتی متر در شیلد مخصوص سربی بوده که یک فیلتر محلول میلی پور ما بین سوزن خروجی و ستون اصلی ژنراتور قرار دارد. ستون ژنراتور به مدت یک ساعت در دستگاه Shaker قرار داده شد تا در نهایت ستون یکدست و یکنواختی حاصل شود. در نهایت ستون آماده شده در ژنراتور مربوطه تعبیه و جهت عملیات بارگذاری (Loading) با اکتیویته مولیبدن-۹۹ حاصل از فیشن به درون هات سل منتقل شد.

جدول ۱: میزان اکتیویته محلول ^{99m}Mo هنگام بارگذاری ژنراتور

ژنراتور PARSTEC II	ژنراتور
۷۱۳	میزان اکتیویته (mci)

یکی از فاکتورهای مهم در بررسی ژنراتور تکنسیم- ^{99m}Tc راندمان محلول دوشیده شده ^{99m}Tc از ژنراتور است که طبق رابطه (۱) می توان آن را محاسبه نمود.

$$(A_{\text{Tc}(m)}) / (A_{\text{Tc}(t)}) * 100 \quad (1)$$

$A_{\text{Tc}(m)}$ اکتیویته اندازه گیری شده ^{99m}Tc در محلول دوشیده شده است که بوسیله دستگاه دوز کالیبراتور اندازه گیری می شود و $A_{\text{Tc}(t)}$ اکتیویته تئوری ^{99m}Tc است که بر طبق اکتیویته ^{99}Mo جذب شده در ستون و زمان بارگذاری ژنراتور یا آخرین زمان دوشش محاسبه می شود. اکتیویته ^{99}Mo ژنراتور در هر زمان $A_{\text{Mo}(t)}$ از رابطه (۲) بدست می آید. مقدار اکتیویته مولیدن در زمان بارگذاری ژنراتور و t زمان گذشته از بارگذاری ژنراتور بر حسب ساعت است. λ نیز ثابت واپاشی ^{99}Mo و برابر 0.0105 hr^{-1} می باشد.

$$A_{\text{Mo}(t)} = A_{\text{Mo}(0)} \times e^{-\lambda t} \quad (2)$$

با توجه به اینکه ۸۶ درصد ^{99}Mo به ^{99m}Tc ایزوتوپ دختر مورد نظر فروپاشی می کند [۱] بنابراین میزان اکتیویته تئوری تکنسیم- ^{99m}Tc از رابطه زیر به دست می آید.

$$A_{\text{Tc}(t)} = 0.86 \times A_{\text{Mo}(t)} \quad (3)$$

بمنظور بررسی پروفایل شستشو نیز به ترتیب هشت ویال که در هر کدام ۱CC از محلول سالین وجود داشت برای انجام عمل دوشش به صورت متوالی استفاده گردید.

۳- یافته ها :

با توجه به اینکه بیشترین مقدار اکتیویته ^{99m}Tc در ژنراتور تقریباً پس از گذشت ۲۴ ساعت از آخرین دوشش به دست می آید تمام دوشش ها هر روز یکبار و هر ۲۴ ساعت انجام شدند. ژنراتور روزانه با ۷ سی سی محلول ۰.۹٪ سدیم کلراید (سالین) دوشیده شد. (به مدت ۴ روز)

همچنین میزان اکتیویته تکنسیم- ^{99m}Tc و میزان نشت مولیدن-۹۹ به کمک دستگاه دز کالیبراتور مدل Capintec CRC-۲۰R اندازه گیری شدند که نتایج حاصل از آن در جدول ۳ آورده شده است.



جدول ۲- مقایسه و ارزیابی مقادیر تکنسیم- ۹۹m دوشیده شده از ژنراتور

مولیدن-۹۹ نفوذی (میکرو کوری)	اکتیویته Tc^{m99} (میلی-کوری)	ترتیب دوشش
ژنراتور PARSTEC II	ژنراتور PARSTEC II	
۰	۴۳۷	۱
۰	۳۵۵	۲
۰	۲۷۵	۳
۰	۲۱۳	۴

در ادامه میزان راندمان محاسبه شده ژنراتور و متوسط زمان های دوشش را می توان در جدول ۳ مشاهده نمود.

جدول ۳: متوسط بازده ژنراتور

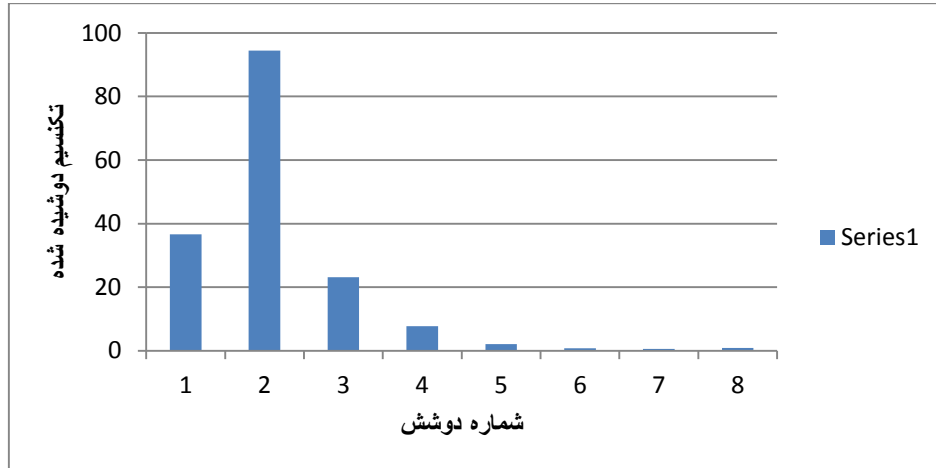
بازده ژنراتور PARSTEC II	متوسط زمان دوشش
۹۵٪	۶۰ ثانیه

در بررسی پروفایل شستشو نیز با توجه به اندازه گیری های به عمل آمده در تمامی دوشش ها میزان اکتیویته breakthrough مولیدن ۹۹ برابر با صفر بود. میزان اکتیویته Tc^{99m} اندازه گیری شده نیز به ترتیب در جدول ۴ نشان داده شده است.

جدول ۴- مقادیر تکنسیم- ۹۹m دوشیده شده از ژنراتور

ژنراتور II PARSTEC	ترتیب دوشش
اکتیویته Tc^{m99} (میلی-کوری)	
۳۶,۶	۱
۹۴,۴	۲
۲۳,۱	۳
۷,۶۸	۴
۲,۱۲	۵
۰,۷۴۹	۶
۰,۵۲۸	۷
۰,۸۹۶	۸

شکل زیر پروفایل دوشش تکنسیم دوشیده شده از ژنراتور در هر سی سی سالیان را نمایش می دهد و همانطور که مشخص است بیشترین میزان تکنسیم در یک سی سی دوم دوشش بدست آمده است .



شکل ۲: نمودار ستونی تکنسیم دوشیده شده از ژنراتور در هشت سی سی سالیان

۴- بحث و نتیجه گیری :

با توجه به جدول ۳ زمان های دوشش ژنراتور PARSTEC II حدود یک دقیقه و کاملاً مناسب می باشد. راندمان ژنراتور نیز با توجه به جدول ۳ در حدود ۹۵ درصد می باشد. این راندمان نسبت به نوع دو ستونی افزایش قابل ملاحظه ای را نشان می دهد. بر اساس جدول ۴ و شکل ۲ تقریباً کل اکتیویته ژنراتور با ۴ سی سی اول دوشش استحصال شده است. این مسئله نشان دهنده آن است که در زمان هایی که غلظت اکتیویته بالا مورد نیاز است می توان به جای حجم سالیان استاندارد ۸ سی سی از سالیان با حجم ۴ سی سی استفاده کرد. این کار باعث افزایش غلظت اکتیویته استحصال شده از ژنراتور PARSTEC II به خصوص در روزهای پایانی استفاده از آن خواهد شد .

در کل با توجه به نتایج به دست آمده از این بررسی می توان نتیجه گرفت که PARSTEC II دارای پارامترهای بهینه تری نسبت به انواع قبلی ژنراتورهای تولید شده در ایران می باشد و قابلیت رقابت با سایر ژنراتورهای تکنسیم-۹۹m تولید شده در جهان را دارد .



۵- مراجع :

- ۱- کمال یآوری - محمد قنادی مراغه " داروسازی هسته ای / مفاهیم و کاربردها " چاپ ۱۳۹۲ صفحه ۱۲۱.
- ۲- صالحی -حجت الله, عباسی -حسین, ذوقی -معصومه, موحد -حسین, شیبانی -شهاب, بررسی تأثیر pH های اسیدی آلومینا بر عملکرد ژنراتور تکنسیم -۹۹m هجدهمین کنفرانس هسته ای ایران, یزد, ۳ و ۴ اسفند ماه ۱۳۹۰.
- ۳- R.E. Weiner, M.I, "Metalical radionuclides: Application in diagnostic and therapeutic nuclear medicine" Radiochem,Acta, ۷۰/۷۱, ۲۷۳ (۱۹۹۵).
- ۴- L. Linder, "Anion Exchange on Iron hydroxide Report".KPK-۲۱۶ (۱۹۶۳).
- ۵- S.Meloni, A.Brandon. "Anew technetium-۹۹m generator using manganese dioxide" Int, j.Appl. Radial.Isot. ۱۹:۱۶۴ (۱۹۸۸).
- ۶- Y.Maki, Y.Murakami. "۹۹mTc generator by silica gel as adsorbent." Nippon kagaku zasshi. ۹۲:۱۲, jan ۰۱ (۱۹۷۱).