

جداسازی رادیوشیمیایی ^{88}Y از استرانسیم با استفاده از نانوذرات پلیمر قالب یونی

به عنوان جاذب

پروین سرآبادانی^{۱*}، مهدی صادقی^۱، محمود پایقدر^۳، فاطمه بلوری نوین^۱، سعید رجبی فر^۱

۱- سازمان انرژی اتمی، پژوهشگاه علوم و فنون هسته‌ای، پژوهشکده تحقیقات کشاورزی، پزشکی و صنعتی

۲- دانشگاه پیام نور مشهد

۳- دانشگاه پیام نور کرج

چکیده:

جداسازی ^{88}Y از هدف استرانسیم توسط نانوذرات پلیمر قالب یونی سنتزی به عنوان جاذب انجام شد. ویژه گیهای جاذب توسط SEM , EDX , $FT-IR$, TGA و BET مورد مطالعه قرار گرفت. اثر پارامترهای مختلفی مانند pH ، وزن جاذب، نوع و حجم شوینده بر روی درصد استخراج ^{88}Y بررسی گردید. خلوص رادیو نوکلئیدی و شیمیایی ایتیریم به ترتیب توسط دتکتور $HPGe$ و $ICP-AES$ تعیین گردید. درصد بازیافت ^{88}Y ۹۹/۵٪ و مقدار استرانسیم موجود در محلول نهایی کمتر از ۴۵ ppm بدست آمد. کلیدواژه: ^{88}Y ، جداسازی، پلیمر قالب یونی، جاذب، نانوذرات

۱- مقدمه

^{88}Y ($t_{1/2} = 106.6 \text{ d}$) دارای کاربرد فراوانی در پزشکی هسته‌ای می باشد [۱]. روشهای متفاوتی مانند استخراج با حلال، تبادل یونی الکتروشیمیایی، [۲-۳] جهت جداسازی ^{88}Y از استرانسیم گزارش شده است. اما اغلب این روشها وقت گیر بوده و حلال مصرفی زیادی باشد. برای رفع این مشکل از روش استخراج با فاز جامد (SPE) که روشی ساده، سریع، کم مصرف، ارزان است، استفاده می گردد. اما اغلب فاز های جامد بکاررفته دارای انتخاب پذیری کمی می باشند. پلیمرهای قالب یونی (IIP) به عنوان جاذبهای انتخابی به دلیل ویژگیهای منحصر به فردش [۴] می تواند این مشکل را تا حد زیادی مرتفع نماید. اساس این پلیمرها بدان گونه است که در آن یک مونومر عاملی و یک اتصال دهنده عرضی در حضور قالب فلزی (ایتیریم طبیعی) پلیمریزه شده سپس قالب فلزی با استفاده از شوینده ذرات پلیمری خارج شده و حفره ای تشکیل می گردد و این حفره قادر است به طور کامل انتخابی توسط ^{88}Y که از نظر شکل و اندازه مشابه ^{nat}Y است، اشغال گردد. هدف از این کار دستیابی به روشی سریع و انتخابی جهت پیش تغلیظ و جداسازی ^{88}Y از هدف کربنات استرانسیم است. براساس مطالعات انجام شده این اولین تلاش جهت تهیه نانوذرات پلیمر قالب یونی ^{88}Y جهت جداسازی ^{88}Y از استرانسیم هدف می باشد.

سنتز پلیمر قالب یونی طی دو مرحله توسط روش پلیمریزاسیون رسوبی انجام شد. ابتدا کمپلکس ایتیریم از مخلوط نمودن لیگاند QZ (1 mmol) و نیترات ایتیریم آبدار (1 mmol) در 10 ml حلال ۲- متوکسی اتانول تشکیل گردیده و سپس محلول کمپلکس فلزی حاصله با متیل متاکریلات (mmol) ۵، اتیلن گلیکول دی متا کریلات (20 mmol) و ۲و۲-آزوبیس ایزوبوتیرو نیتریل (0.1 mmol) به ترتیب به عنوان مونومر عاملی، اتصال دهنده عرضی و آغاز کننده در 30 ml حلال ۲-متوکسی اتانول مخلوط گردیده و تحت دمای اتاق همزده شدند. مخلوط حاصله به مدت 20 دقیقه تحت اتمسفر گازازت قرارداد شده، سپس درب آن رابسته و در یک حمام روغنی تحت دمای 60°C به مدت 24 ساعت بر روی یک هیتر استایر با سرعت (1400 rpm) حرارت داده شد. بعد از پلیمریزاسیون مقدار اضافی حلال توسط سانتریفوژ حذف گردید. پلیمر حاصله چندین بار با مخلوط آب/متانول شسته شده و تحت دمای 80°C خشک گردید. این جاذب استحصال نشده که به رنگ بنفش می باشد را UnL-IIP نامگذاری نمودیم. سپس یون ایتیریم جذب شده با استفاده از 3M HCl, 10 mL از جاذب خارج گردید. نهایتاً جاذب توسط آب مقطر تا حصول pH خنثی شسته شد. این جاذب استحصال شده که به رنگ زرد می باشد L-IIP نامگذاری گردید. پودر زرد رنگ حاصله خشک گردیده و سپس جهت مطالعات جذب و واجذب مورد استفاده قرار گرفت. پلیمر کنترل کننده (CP) به طریق مشابه در غیاب نیترات ایتیریم آبدار تهیه و تحت دمای 80°C به مدت 2 ساعت حرارت داده شد.

۲-۵- جذب ⁸⁸Y روی جاذب

جهت مطالعه جذب ⁸⁸Y، ابتدا pH مربوط به 1 ml از محلولهای حاوی ⁸⁸Y توسط بافر کلرید آمونیم بر 8 تنظیم سپس در مجاورت 10/1g از جاذبهای L-IIP و CP قرار داده شدند. سوسپانسیونها به مدت 60 دقیقه هم زده شده و سانتریفوژ (5 min و 6000 rpm) گردیدند. محلولهای رویی خارج گردیده و مقدار ⁸⁸Y موجود در آنها توسط HPGe تعیین شدند. غلظت کل استرانسیم در محلول نهایی در طول موج 407/771 nm توسط ICP-AES اندازه گیری شد.

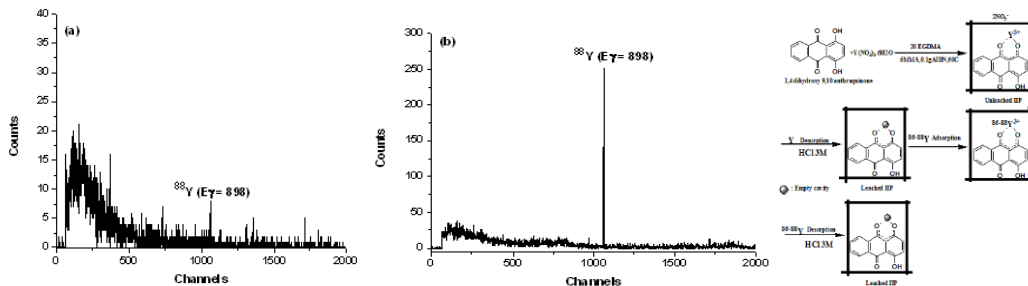
۲-۶- واجذب ⁸⁸Y از جاذب

^{88}Y جذب شده بر روی جاذبها از طریق افزایش $\text{HCl } 3\text{M}, 5\text{mL}$ به جاذبها و همزدن آنها به مدت ۶۰ دقیقه و سپس سانتریفوژ آنها (۵ min و ۶۰۰۰ rpm) واجذب شدند. مقدار ^{88}Y واجذب شده در محلول نهایی توسط دکتور HPGe تعیین شدند.

۳- بحث و نتایج

۳-۱- مکانیسم عملکرد جاذب

ساختار شماتیکی فرضی پروسه حکاکی جهت سنتز Y - IIP و نقش آن در جذب و واجذب یون ^{88}Y در شکل ۱ نشان داده شده است.



شکل ۱- مکانیسم

جذب و واجذب شکل ۲- طیف گاما ^{88}Y جذب نشده بر 0.1g (a) - L-IIP و (b) - CP

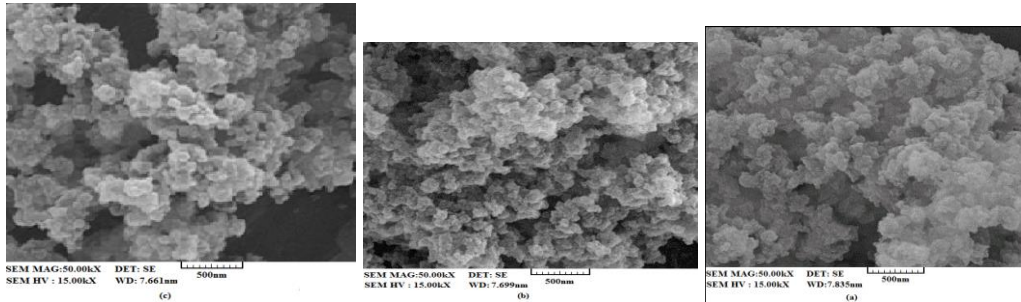
طیف گاما مربوط به ^{88}Y جذب نشده بر روی 0.1g L-IIP و CP در شکل ۲ نشان داده شده است. با توجه به شکل ۲، ^{88}Y جذب نشده بر IIP کمتر از CP است. دلیل آن مربوط به اثر حکاکی شدن است.

۳-۲- خصوصیت یابی حاذب

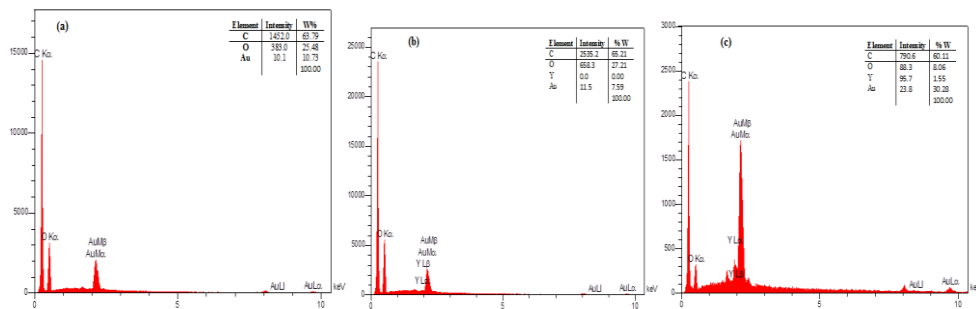
بررسی طیف مادون قرمز L-IIP و UnL-IIP نشان داد که وجود پیک در $500-800\text{ cm}^{-1}$ در UnL-IIP اشاره به پیوند Y-O می نماید [۴]. عدم حضور پیک در ناحیه $1635-1645\text{ cm}^{-1}$ که نشان دهنده گروه C=C (وینیل) است کامل شدن پلیمریزاسیون را تأیید می نماید. الگوی تقریباً یکسان در هر دو نمونه دال بر عدم خروج لیگاند از پلیمر به هنگام شستشوی آن می باشد.

موفولوژی سطح و آنالیز عنصری نمونه های CP, UnL-IIP و L-IIP توسط SEM, EDX بررسی و نتایج در شکل ۳ و ۴ به ترتیب نشان داده شده است. تصاویر SEM نشان می دهد که ذرات

پلیمرها در مقیاس نانو بوده و بعد از خروج یون ایتیریم تخلخل تغییر می کند. علاوه بر این وجود نانوحفره در پلیمر شسته شده اشاره به اندازه یون ایتیریم می نماید.



شکل ۳- تصاویر SEM : (a) CP - (b) L-IIP - (c) UnL-IIP



شکل ۴- طیفهای EDX : (a) CP - (b) L-IIP - (c) UnL-IIP

نتایج EDX وجود و عدم وجود ایتیریم رابه ترتیب در نمونه های UnL-IIP و L-IIP و CP نشان می دهد. منحنی های TGA با الگوی مشابه برای L-IIP و UnL-IIP نشان داد که L-IIP با دمای تجزیه 255°C دارای پایداری حرارتی بالاتری نسبت به UnL-IIP با دمای تجزیه 193°C می باشد. آنالیز BET جاذبها با استفاده از مطالعات جذب و واجذب نیتروژن نشان داد که اولاً وجود حفره هایی با اندازه ۱۰-۸ nm در L-IIP تأییدی بر آن است که در هنگام شستشوی پلیمر UnL-IIP با ۳M HCl فقط یون ایتیریم از جاذب خارج می گردد.

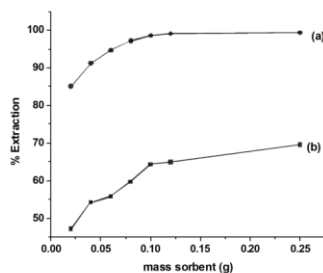
۳-۳- بهینه نمودن جذب و واجذب یون رادیو ایتیریم

به منظور دستیابی به بهترین شرایط جذب و واجذب یون ^{88}Y پامترهای مختلفی مانند pH، وزن جاذب، نوع و حجم شوینده مورد بررسی قرار گرفت. بنابراین، pH یکسری محلول ^{88}Y (۱ mL) با کتیوئیت یکسان رادر محدوده ۴-۱۰ تنظیم نموده و سپس به آنها ۰/۱g جاذب L-IIP اضافه نموده و سوسپانسیونهای حاصله همزده و سانتریفوژ گردیده و محلول رویی جدا شده و محتوی ^{88}Y آن توسط HPGe تعیین گردید. نتایج این بررسی در شکل ۵ نشان می دهد که ماکزیمم استخراج در ۸

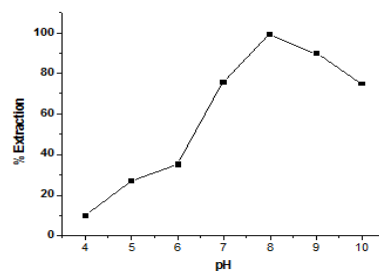
pH روی می دهد. دلیل کاهش استخراج در pH اسیدی و pH بیشتر از ۸ به ترتیب به پروتونه شدن مکانهای فعال لیگاند در محیط اسیدی و تشکیل هیدروکسید ایتريم در محیط بازی شاه می نماید. بنابراین برای مطالعات بعدی، pH تمامی نمونه ها با افزایش بافر کلرید آمونیم بر ۸ تنظیم گردید. اثر وزن جاذب روی درصد استخراج با استفاده از وزنهای مختلفی از جاذب مورد بررسی قرار گرفت (شکل ۶). همانطور که در شکل ۶ دیده می شود جهت دستیابی به جذب کمی به حداقل ۰/۱ از جاذب نیاز می باشد. سایر پارامترهای موثر بر جذب ^{88}Y مورد مطالعه قرار گرفته و نتایج در جدول ۱ نشان داده شده است. مطابق با این جدول، $3,0 \text{ M HCl}$ ، $1,0 \text{ mL}$ ، بهترین شرایط برای استخراج کمی ^{88}Y از جاذب میباشد. در مقایسه با روشهای گزارش شده قبلی [۲-۳] که جهت جداسازی ^{88}Y از استرانسیم بکاررفته است این روش سریع، آسان و به حلال کمتری مورد نیاز می باشد. علاوه بر این درصد بازیافت ^{88}Y (میانگین ۹۹/۵) نسبت به سایر روشها بیشتر بود.

۴- نتیجه گیری

روش جداسازی بر پایه استخراج با فاز جامد با استفاده از پلیمر قالب یونی به عنوان فاز جامد جهت جداسازی رادیو شیمیایی ^{88}Y از استرانسیم بکار گرفته شد. ساده گی گزینش پذیری سرعت بالای جذب و واجذب مهمترین ویژگیهای این روش نسبت به سایر روشهای منتشر شده است. این فاز جامد توانست به طور کاملا موفق جهت جداسازی ایتريم از استرانسیم با بازیافت ۹۹/۵٪ بکار رود. مقدار استرانسیم در محلول نهایی کمتر از ۴۵ ppm بود.



شکل ۶- اثر وزن جاذب (a) CP-



شکل ۵- اثر pH بر % استخراج ^{88}Y

(b) L-IIP- بر % استخراج ^{88}Y

جدول ۱- اثر پارامترهای مختلف بر % استخراج ^{88}Y توسط (a) CP- (b) L-IIP-

19 th Iranian's Nuclear Conference

| پارامتر | استخراج ^{88}Y | | پارامتر | استخراج ^{88}Y | | پارامتر | استخراج ^{88}Y | |
|--|-------------------------|-----|--------------------|-------------------------|-----|---------------------------|-------------------------|-----|
| | (%) | | | (%) | | | (%) | |
| | CP | IIP | | CP | IIP | | CP | IIP |
| نوع شوینده (۱۰ mL, ۳M) | | | شوینده (M, HCl) | | | HCl حجم شوینده ۳M (mL) | | |
| HNO ₃ | ۹۸/۲ | ۵۸ | ۰/۱ | ۵۰ | ۴۳ | ۵ | ۹۱ | ۳۵ |
| HCl | ۹۹/۵ | ۶۳ | ۱ | ۷۸ | ۴۷ | ۱۰ | ۹۹/۵ | ۶۳ |
| C ₇ H ₈ O _v | ۹۵/۲ | ۵۱ | ۳ | ۹۹/۵ | ۶۳ | ۲۰ | ۹۹/۴ | ۶۸ |
| - | - | - | ۷ | ۹۸/۱ | ۸۷ | - | - | - |

References

1. Reischl G, et al, "Electrochemical separation and purification of yttrium- ^{86}Y ", Radiochim Acta, ۹۰, ۲۲۵-۲۲۸(۲۰۰۲).
2. Rosch F, et al, " Production of the Positron Emitting Radioisotope ^{86}Y for Nuclear Medical Application", Appl Radiation Isotopes ۴۴(۴), ۶۷۷-۶۸۱(۱۹۹۳).
3. Kandil SA, et al, "A Comparative Study on the Separation of Radioyttrium from Sr- and Rb-Targets via Ion-Exchange and Solvent Extraction Techniques, with Special Reference to the Production of No-Carrier-Added ^{86}Y , ^{87}Y and ^{88}Y Using a Cyclotron". J Radioanal Nucl Chem ۲۷۹, ۸۲۳-۸۳۲ (۲۰۰۹).
4. Aardaneh K, et al, "Radiochemical separation of ^{88}Y from a SrCl₂ target using chelating resin Chelex ۱۰۰". J Radioanal Nucl Chem, ۲۷۰(۳), ۶۴۱-۶۴۳(۲۰۰۶).
5. Sadeghi M, et al, "Accelerator production nuclear aspects of ^{88}Y : an efficient radiotracer", Nuclear Technology Radiation Protection ۲۶, ۲۰۱-۲۰۸(۲۰۱۱).
6. Yin WO, et al, "Interaction of ۱,۴- Dihydroxyanthraquinone and Its Yttrium Coordination Polymer with DNA". ACTA CHIMICA SINICA ۶۸: ۱۳۴۳-۱۳۴۸(۲۰۱۰).