نشریه علمی سازمان انرژی اتمی ایران
شماره ۱۵، صفحات ۲۹ - ۲۵، (۱۳۷۶)

طراحی نیمه‌صنعتی جداسازی رادیوم به‌کمک باکتری *MGF-48*

حسین غفوریان، محمدرضا امامی، عباس فرازمند
مرکز تحقیقات استانداردهای هسته‌ای
سازمان انرژی اتمی ایران

چکیده

در ادامه طرح تحقیقاتی جداسازی رادیوم از آب چشمه‌های منطقهٔ رامسر، با استفاده از باکتری سودوموناس MGF-48، طراحی یک بیورآکتور نیمه‌صنعتی برای جداسازی رادیوم به وسیلهٔ آن باکتری انجام شد. بیورآکتوری که برای این منظور طراحی شده است می‌تواند در جداسازی رادیوم از آب در مقیاس نیمه‌صنعتی کاربرد داشته باشد.

مقدمه

فرآیندهای زی-فن‌شناسی (بیوتکنولوژی) که اخیراً برای زدودن آلودگی ناشی از فلزات سمی و عناصر رادیوآکتیو بکار می روند متنوعند. از جمله، می‌توان به بیورآکتورهایی نظیر کنتاکتورهای چرخان زیست‌شناختی، بیورآکتورهایی که بستر ثابت دارند، صافیهای چکنده، بیورآکتورهای با بستر شناور و بیورآکتورهای air-lift اشاره کرد.

میزان جذب رادیوم به توسط باکتری MGF-48، که حدود ۶۰۰۰۰ پیکوکوری در هر گرم از وزن خشک سلول است، ما را بر آن داشت که برای جداسازی رادیوم در مقیاس بالا، به طراحی یک بیورآکتور بپردازیم. لازم به ذکر است که بیورآکتور پیشنهادی در مقیاس آزمایشگاهی قابلیت خوبی برای جداسازی رادیوم نشان داده است*.

طراحی بیورآکتور نیمه‌صنعتی برای جداسازی رادیوم از آب

شکل ۱، طرح بیورآکتور پیشنهاد شده را نشان می‌دهد که هر یک از ستونهای آن تا ۲۰ کیلوگرم باکتری MGF-48، تثبیت شده در ژل آلژینات کلسیم به شکل گلوله‌های کوچک، ظرفیت دارد. تعداد ستونها را بسته به غلظت رادیوم موجود در آب چشمه‌ها و حجم آب می‌توان کاهش یا افزایش داد. در دهانه‌های ورود و خروج آب در هر ستون صافیهایی برای جلوگیری از ورود مواد اضافی به درون ستون و خروج باکتریهای تثبیت شده از آن در نظر گرفته شده است. به منظور جذب بیشینهٔ مقدار رادیوم

*- برای آشنایی با شرایط و نحوه جذب رادیوم توسط باکتری MGF-48 به شماره ۱۴ همین نشریه مراجعه شود.

بوسیله باکتری MGF-48 در محدودهٔ pH= ۷، باید قبل از ورود آب رادیوم‌دار به درون ستونها، pH آن خنثی شود. ضمناً دبی ورود و خروج آب به نحوی تنظیم گردد که مدت مجاورت آب رادیوم‌دار با باکتریها کافی باشد تا مقدار جذب رادیوم توسط باکتریها به حد اشباع برسد.

حذف یونهای کلسیم موجود در آب رادیوم‌دار، که موجب کاهش جذب رادیوم به وسیله باکتریها می‌شوند، ضروری است. این کار در ستونهای محتوی رزین‌های کاتیونی امکان‌پذیر است.

ظرفیت جذب هر ستون محتوی باکتری با محاسباتی که صورت گرفته، ۳۰ میکروکوری برآورد شده است.

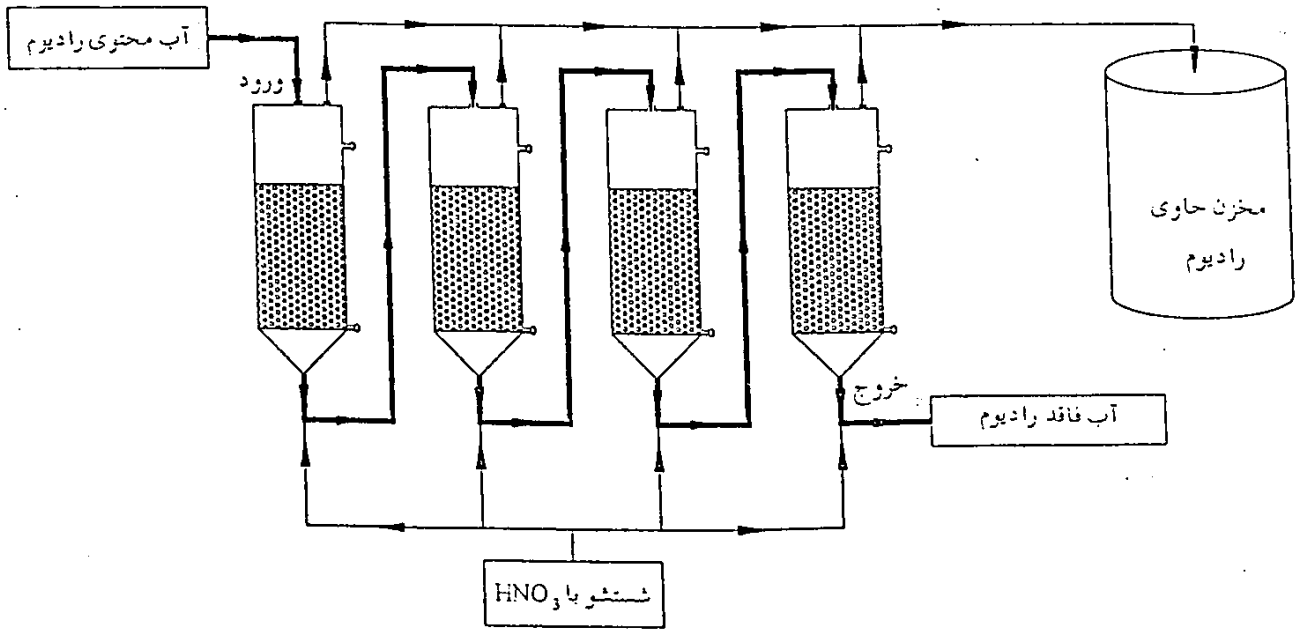
هنگامی که جذب رادیوم بوسیله باکتریهای تثبیت شده MGF-48 به حد اشباع برسد، برای جداکردن رادیوم می توان این باکتریها را با محلول اسیدنیتریک شستشو داد و رادیوم جداشده از باکتریها را به تانکی که به همین منظور تعبیه شده است هدایت کرد تا در صورت لزوم جداسازی نهایی به طریق شیمیایی انجام گیرد. در این صورت، باکتریهای عاری از رادیوم تثبیت‌شده درون ستونها، برای جذب مجدد رادیوم آمادگی دارند و این عمل تا چندین بار تکرارپذیر است.

طراحی ستونهای جذب‌کننده به گونه‌ای است که دو ستون در حال جذب کردن و یک ستون در حال آمادگی باشد. همینکه یک ستون از رادیوم اشباع شد ستون دیگر وارد مدار می‌گردد و برروی ستون اشباع‌شده عمل شستشو و تخلیه رادیوم اجرا می‌شود. اولین ستون برای رزین کاتیونی بمنظور حذف یونهای مزاحم کلسیم در نظر گرفته شده است. با افزودن تعداد ستونها می‌توان هر یک از آنها را به نوبت از مسیر جریان آب به آسانی خارج کرده و باکتریهای ضعیف‌شده آن را با باکتریهای جدید تعویض نمود بدون اینکه وقفه‌ای در جداسازی رادیوم پیش آید.

در اینجا یادآور می‌شویم که باکتریهای زنده و فعال پس از مرگ هم به عمل جذب تا اندازه‌ای ادامه می‌دهند، بنابراین، از ستونهای حاوی باکتریهای تثبیت شده می‌توان مدت نسبتاً طولانی استفاده کرد.

آزمایشهای بعمل آمده برروی بیورآکتوری که در مقیاس آزمایشگاهی طراحی شده بود نشان داده‌اند که با افزایش غلظت رادیوم محلول، مقدار رادیوم جذب شده نیز در هر گرم از وزن خشک سلول افزایش می‌یابد.

از مزایای این بیورآکتور این است که می‌توان به اقتصادی بودن ان در مقیاس نیمه صنعتی اشاره نمود.



شکل ۱- طرحی از یک بیورآکتور جهت جداسازی رادیوم

بیورآکتور با بستر ثابت

فرآیند: جذب به طریق زیستی

بیوماس: باکتری MGF-48 تثبیت شده در آلژینات کلسیم

مقدار بیوماس برای هر ستون: ۲۰ کیلوگرم

ماکزیمم ظرفیت جذب رادیوم: ۳۰ میکروکوری برای هر ستون

References

۱- نشریه علمی سازمان انرژی اتمی ایران، شماره ۱۴، صفحات ۷۳-۸۸ (تابستان ۷۶) حسین غفوریان، محمدرضا امامی، عباس فرازمند.

۲-نشریه علمی سازمان انرژی اتمی ایران، شماره ۱۱ و ۱۲ صفحات ۱۰۲-۹۷ (۱۳۷۲) هدایت‌اله میرزایی، مسعود بیت‌اللهی.

3- ALVARO ALBERTO DE ARAUJO AND MARIA HELENA ANDRADE SANTANA, Applied Biochemistry and Biotechnology, Vol. 57/58:543-550 (1996).

4- V. Bruno, J.Y. Gal, and B. Descamps, Etude experimental de la fixation du ^{226}Ra par une alga planctonique Scendesmus obliquus, Radiioprotection GEDIM, 24,99 (1989).

5- R.W. Durham, and G.R. joshi, Radionuclide concentrations in two sewage treatement plans on Western Lake Ontario, Canada, J. Radioanal. chem . 54, 367 (1979).

6- G. M. Gadd, and C. White, Microbial treatement of metal pollution- a working biotechnology, TIBTECH, 11:353-359 (1993).

7- H. Ghafourian, et al., New microbiol MGF-48 for Accumolation and separation of uranium of waste, MT AA-9, Seoul (1995)

8- H. Ghafourian, A. Farazmand, M. Emami, 'Removal of Radium By a New Bacterium MGF-48' Fourth international Conference of Methods and Application of Radioanalytical chemisty (abstract), Hawaii (1997).

9- High Levels of Natural Radiation, Ramsar, iran, 3-7 November (1990), IAEA Proceeding series, (1993).

10- L.E. Maccaskie, The application of biotechnology to the treatment of wastes produced from the nuclear fuel cycle: biodegradation and bioaccumulation as a means of treating radionuclide - containing streams, Critical Reviews in Biotechnology, 11(1), 41-112 (1991).

11- Biotechnology 56:9-17 (1996).

12- J. Stamberg, K. Jilek, and K. Stamberg, Czechoslolvak Atomic Energy Symposium Pra Comika Banskeho Preumyslu, cited in M. Tsezos, and D.M. Keller, Biotechnol. Bioeng., 25,201 (1983).

13- The Environmental Behaviour of Radium (Vol.1,2), Technical Reports series No. 310, International Atomic Energy Agency, Vienna (1990).

14- M. Tsezos, and D.M. Keller, Adsorption of radium-226 by biologicae origin adsorbent, Biotechnol. and Bioeng., 25,201 (1983).

15- Xavier Roca, Ana M. Marques, M. Dolores Simon, Pujal,M. Carmen Fuste, and Francisco Congregado, "Uranium accumulation by Pseudomonas Sp. EPS-5028" Applied Microbiology and Biotechnology, 35:406-410 (1991).

DESIGN OF SEMI INDUSTRIAL RADIUM SEPARATOR BY A NEW BACTERIUM, MGF-48

H. Ghafourian, M. R. Emami, A. Farazmand
Research center for Nuclear Standards
Atomic Energy Organization of Iran

Abstract

Following of a research work which has been recently published in AEOI Scientific Bulletin No. 14, a semi industrial bioreactor has been designed for separation of radium using a new bacterium MGF-48.

This bioreactor could be utilized for a high rate separation of radium in semi industrial scale.