J. of Nucl Sci. and Tech.
72, 2015, 1-6

مجله‌ی علوم و فنون هسته‌ای
۷۲، ۱۳۹۴، ۱-۶

تعیین ضریب انتقال برخی رادیونوکلیدها از خاک به دانه‌ی برنج و دز جذبی سالانه‌ی ناشی از مصرف دو رقم برنج (هاشمی و خزر) در شمال ایران (سیاهکل- گیلان)

فاطمه نبات‌پور[۱]، میثم خیری ملومه*[۲]، حسن یوسف‌نیا[۲]، حمیدرضا درودیان[۱]، علی بهرامی سامانی[۲]، محمد قنادی مراغه[۲]
۱. گروه زراعت، دانشکده‌ی کشاورزی و منابع طبیعی، دانشگاه آزاد اسلامی واحد لاهیجان، صندوق پستی: ۱۶۱۶، گیلان ـ ایران
۲. پژوهشکده‌ی چرخه‌ی سوخت هسته‌ای، پژوهشگاه علوم و فنون هسته‌ای، سازمان انرژی اتمی ایران، صندوق پستی: ۸۴۸۶-۱۱۳۶۵، تهران ـ ایران

چکیده: در این مطالعه، به منظور سنجش میزان جذب رادیونوکلیدها در محصول برنج رقم‌های هاشمی و خزر شهرستان سیاهکل- استان گیلان و تعیین دز مؤثر سالانه‌ی ناشی از مصرف این دو رقم برنج، ۱۶ نمونه از محصول برنج و ۱۶ نمونه از خاک شالیزارهای مربوطه برداشت شد. پس از آماده‌سازی نمونه‌ها، نوع و فعالیت ویژه‌ی رادیونوکلیدهای موجود در آن‌ها به روش طیف‌سنجی گاما تعیین شد. نهایتاً ضریب انتقال و میزان دز مؤثر سالانه‌ی ناشی از استفاده‌ی این دو رقم برنج با استفاده از فرمول‌های مربوطه مشخص شد. خاک منطقه، حاوی رادیونوکلیدهای آکتینیم-۲۲۸ (^{228}Ac)، بیسموت-۲۱۴ (^{214}Bi)، سزیم-۱۳۷ (^{137}Cs)، سرب-۲۱۴ (^{214}Pb)، تالیم-۲۰۸ (^{208}Tl) و پتاسیم-۴۰ (^{40}K) با فعالیت میانگین به ترتیب، ۴۹٫۹۶، ۴۷٫۷۳، ۲۳٫۰۹، ۵۰٫۶۳، ۱۸٫۰۰ و ۷۱۱٫۳۰ Bq kg^{-1} بود. دانه‌های برنج، حاوی تنها رادیوایزوتوپ طبیعی ^{40}K در رقم‌های هاشمی و خزر با فعالیت میانگین به ترتیب، برابر ۱۲۸٫۲۳ و ۱۳۸٫۲۸ Bq kg^{-1} بودند. میانگین ضریب انتقال ^{40}K از خاک به برنج برای رقم هاشمی برابر ۰٫۱۹ و برای رقم خزر برابر ۰٫۲۱ به دست آمد که نشان می‌دهد این ضریب در هر دو رقم برنج مذکور، تقریباً مشابه است. هم‌چنین دز مؤثر سالانه‌ی ناشی از مصرف رقم‌های هاشمی و خزر به ترتیب، ۰٫۰۳۱ و ۰٫۰۳۴ μSv year^{-1} تعیین شد. براساس نتیجه‌های این پژوهش، دز مؤثر سالانه بسیار پایین‌تر از حد مجاز استاندارد (۱ mSv year^{-1}) برآورد شد. بنابراین استفاده از این دو رقم برنج، سلامت مصرف‌کننده را تهدید نخواهد کرد.

کلیدواژه‌ها: *ضریب انتقال، دز جذبی سالانه، برنج*

Transfer factors of some radionuclides from soil to rice and annual absorbed dose due to consuming of two types of rice (Hashemi, Khazar) in the north of Iran (Siyahkal city- Gilan Province)

F. Nabatpour[1], M. Kheiry Maloumeh*[2], H. Yousefnia[2], H.R. Doroudian[1], A. Bahrami Samani[2], M. Ghannadi Maragheh[2]
1. Department of Agronomy, College of Agriculture and Natural Resources, Islamic Azad University Lahijan, P.O.Box: 1616, Gilan – Iran
2. Nuclear Fuel Cycle Research School, Nuclear Science and Technology Research Institute, AEOI, P.O.Box: 11365-8486, Tehran – Iran

Abstract: In this study, due to radionuclidic uptake evaluation by rice variety (Hashemi & Khazar types) in Gilan province-Siyahkal city and annual effective dose determination for the use of these two types of rice, 16 rice genotype samples and 16 samples from the related paddy soils were collected. After the sample preparation, the type of radionuclides and their specific activities were determined for each sample by the method of gamma spectrometry. Finally, the transfer factor and annual effective dose, due to the use of these two types of rice, were calculated via the related formulas. The soil of the area contained actinium-228 (^{228}Ac), bismuth-214 (^{214}Bi), cesium-137 (^{137}Cs), lead-214 (^{214}Pb), thallium-208 (^{208}Tl), and potassium-40 (^{40}K) with the average activities of 49.96, 47.73, 23.09, 50.63, 18.00 and 711.30 Bq/kg, respectively. The rice seeds contained only ^{40}K as a natural radioactive element with the average specific activities of 128.23 and 138.28 Bq/kg for Hashemi and Khazar types, respectively. The average transfer factor of ^{40}K from soil to rice was 0.19 for the Hashemi type and 0.21 for Khazar type. This factor for the both types of rice was approximately the same. Also, the annual effective dose for consuming these two types of rice was 0.031 and 0.034 μSv/year for Hashemi and Khazar types, respectively. The annual effective dose is much lower than the standard permissible limit (1 mSv/year). Therefore, from this point of view, the use of these two types of rice will not threaten the health of the consumers.

Keywords: *Transfer factor, Adsorbed annual dose, Rice*

*email: mkhairy@aeoi.org.ir
تاریخ دریافت مقاله: ۹۳/۲/۱۵ تاریخ پذیرش مقاله: ۹۳/۱۱/۲۹

Archive of SID
www.SID.ir

۱. مقدمه

با توجه به پراکندگی رادیونوکلیدهای ناشی از انفجار نیروگاه اتمی چرنوبیل (اوکراین ۱۹۸۶) در بیش‌تر نقاط جهان (مخصوصاً در نیم‌کره‌ی شمالی)، از جمله منطقه‌های شمال ایران و در شهرهایی چون لاهیجان [۱]، احتمال آلوده شدن منابع آب و خاک این منطقه‌ها و به دنبال آن آلودگی گیاهان و محصول‌های کشاورزی، چندان دور از انتظار نیست. انجام بررسی‌های زیست- بوم شناختی پرتوی کشاورزی بسیار لازم و ضروری به نظر می‌رسد.

با توجه به اثرهای زیانباری که خاک و گیاهان آلوده به رادیونوکلیدها، می‌تواند بر روی سلامتی انسان داشته باشد، مطالعه‌ی نوع و مقدار رادیونوکلیدهای طبیعی و مصنوعی وارد شده به خاک و گیاهان از اهمیت خاصی برخوردار است [۲]. برای تعیین مقدار رادیونوکلیدهای موجود در خاک و گیاه معمولاً از طیف‌سنجی گاما مجهز به آشکارساز ژرمانیم فوق خالص (HPGe) استفاده می‌شود. ضریب انتقال رادیونوکلیدها در گیاهان که نشان‌دهنده‌ی میزان جذب رادیونوکلیدها به وسیله‌ی گیاهان از خاک است یکی از مهم‌ترین شاخص‌ها در برآورد ایمنی محیط‌زیست [۳] و حساسیت گیاه به آلودگی‌های رادیونوکلیدی [۴] در خاک است. از این ضریب برای تعیین میزان انتقال رادیونوکلیدها از محیط به گیاهان، بدن جانوران و نیز فرآورده‌های آن‌ها نظیر شیر و تخم‌مرغ استفاده می‌شود.

برنج پس از گندم، مهم‌ترین محصول کشاورزی کشور ایران است، به‌طوری‌که نقش فوق‌العاده مهمی در سبد غذایی ساکنان منطقه‌های شمال ایران و سایر نقطه‌های کشور دارد. بیش از ۶۵ درصد از سطح زیر کشت برنج کشور، در شمال و به ویژه در استان گیلان است. از طرفی در بسیاری از مطالعه‌ها و بررسی‌های انجام شده بر روی گیاه برنج ثابت شده است که برنج یک گیاه پالاینده‌ی خاک از رادیونوکلیدها است، بدین‌معنی که، قادر است تا حد زیادی این رادیونوکلیدها را از طریق جذب ریشه‌ای به درون بافت‌های مختلف خود انتقال دهد [۲، ۳، ۴]. لذا سلامت و عدم آلودگی این ماده‌ی غذایی در سلامت جامعه بسیار تأثیرگذار بوده و همواره باید با جدیدترین روش‌های علمی، مورد پایش و کنترل کیفی باشد.

به علت وجود محصول‌های کشاورزی و رژیم غذایی متفاوت، مسیرها و غذاهای بحرانی برای ورود رادیونوکلیدها به گیاهان و جانوران، در کشورهای آسیایی با کشورهای غربی متفاوت است [۵]. مطالعه‌های گوناگونی بر روی مقدار رادیونوکلیدهای موجود در خاک و نیز ضریب انتقال آن‌ها به گیاهان انجام شده است. در این پژوهش‌ها، گیاه برنج به دلیل اهمیت فراوانی که در سبد غذایی افراد، به ویژه در آسیا دارد بسیار مورد ارزیابی قرار گرفته است [۶-۱۰]. در یک مطالعه‌ی انجام شده در کشور هند نشان داده شد که برنج می‌تواند از میان رادیونوکلیدهای مختلف موجود در خاک، ^{40}K را با ضریب انتقال متغیر و رادیم-۲۲۸ را با غلظت‌های پایین جذب کند [۲]. پژوهش‌گران ژاپنی نیز نشان دادند که مقدار ضریب انتقال عناصر پرتوزا در سبوس برنج در مقایسه با بخش سفید دانه‌های آن بیش‌تر است [۹]. در حالی‌که برخی از مطالعه‌ها به طور جداگانه به محاسبه‌ی مقدار پرتوزایی در خاک و برنج پرداخته و در ادامه ضریب انتقال را محاسبه نموده‌اند، برخی دیگر تنها به اندازه‌گیری مقدار رادیونوکلیدها در برنج اکتفا کرده‌اند [۱۱، ۱۲].

ورود هر کدام از رادیونوکلیدها به داخل بدن و تمرکز آن‌ها در بافت‌ها و اندام‌های مختلف، باعث بالا رفتن مقدار پرتوزایی داخلی شده و در صورت تجاوز از حد مجاز می‌تواند اثرهای زیان‌باری را بر روی فرد یا نسل‌های بعدی او داشته باشند. آژانس بین‌المللی انرژی اتمی (IAEA) و کمیته‌ی علمی ملل متحد در زمینه‌ی اثرهای تابش اتمی (UNSCEAR) مقدار مجاز پرتوگیری حاصل از ورود مواد خوراکی به بدن را ۱ $mSV\ year^{-1}$ اعلام نموده‌اند [۱۳، ۱۴].

در این مطالعه، به منظور تعیین مقدار رادیونوکلیدها در خاک شالیزارها و ضریب انتقال آن‌ها از خاک به دانه‌های برنج در شهرستان سیاهکل- استان گیلان، نمونه‌هایی جمع‌آوری شده و مورد بررسی قرار گرفت.

Archive of SID

www.SID.ir

۲. مواد و روش‌ها

در این مطالعه، به منظور تعیین مقدار رادیونوکلیدها در دانه‌های برنج شهرستان سیاهکل- استان گیلان، ابتدا ۱۶ نمونه دانه‌ی سفید شده‌ی برنج (۱۰ نمونه هاشمی و ۶ نمونه خزر) و ۱۶ نمونه خاک از شالیزارهای منطقه جمع‌آوری شد.

در مرحله‌ی آزمایشگاهی، به منظور آماده‌سازی نمونه‌ها برای انجام طیف‌سنجی گاما، نمونه‌های برنج و خاک به طور جداگانه، آسیاب و پودر شدند. سپس نمونه‌ها برای برقراری تعادل پرتوزایی بین هسته‌های مادر احتمالی و هسته‌های دختر (نظیر رادیم- ۲۲۶ و دختران آن) در ظرف‌های کاملاً بسته‌ی مارینلی (شکل ۱)، به مدت ۳ هفته نگه‌داری شدند. سپس به منظور اندازه‌گیری فعالیت پرتوزایی رادیونوکلیدها، نمونه‌ها به مدت حداقل ۲۵۰۰۰۰ ثانیه مورد شمارش قرار گرفتند. برای این منظور، از دستگاه طیف‌سنج گامای مبتنی بر آشکارساز ژرمانیم فوق خالص (HPGe) هم‌محور نوع p، ساخت شرکت کانبرا با بازده نسبی ٪۸۰ و قدرت تفکیک برابر با ۲ keV برای انرژی ۱۳۳۲ keV کبالت-۶۰، و مجهز به تحلیل‌گر بس کاناله و سامانه‌ی پردازنده‌ی تپ استفاده شد. با توجه به این که مقیاس‌بندی هندسه و انرژی لازمه‌ی طیف‌سنجی گاما است، از این‌رو در این مطالعه ترکیبی از چشمه‌های استاندارد ^{241}Am، ^{133}Ba، ^{137}Cs، ^{88}Y، ^{85}Sr و ^{152}Eu، با هندسه‌ای کاملاً مشابه با نمونه‌ها برای مقیاس‌بندی دستگاه طیف‌سنج استفاده شد.

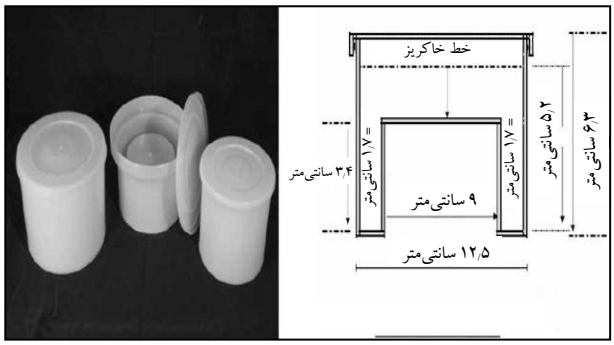
با اندازه‌گیری فعالیت ویژه‌ی هر کدام از نمونه‌های خاک و برنج، ضریب انتقال چنین محاسبه شد [۴]

$$TF=\frac{\text{فعالیت ویژه‌ی رادیونوکلید در گیاه } (Bq\ kg^{-1})}{\text{فعالیت ویژه‌ی رادیونوکلید در خاک } (Bq\ kg^{-1})} \quad (۱)$$

مقدار دز مؤثر سالانه‌ی ناشی از مصرف دو رقم برنج هاشمی و خزر نیز چنین محاسبه شد [۴]

$$D = A_S\ I\ E \quad (۲)$$

که در آن D دز مؤثر، A_S فعالیت ویژه $(Bq\ kg^{-1})$، I میزان مصرف سالانه‌ی برنج، که برای مردم ایران برابر با ۳۹ kg در سال در نظر گرفته شد [۱۵]، و E ضریب تبدیل دز است.



شکل ۱. مشخصه‌های ظرف‌های مارینلی ۲۵۰ میلی‌لیتری.

۳. نتیجه‌ها و بحث

نتیجه‌های طیف‌سنجی نمونه‌های خاک مورد بررسی نشان داد که خاک شالیزهای منطقه‌ی مورد مطالعه، دارای رادیونوکلیدهای مصنوعی ^{228}Ac (با حداکثر و حداقل مقدار پرتوزایی به ترتیب، ۵۹٫۸۱ و ۳۷٫۵۵ و میانگین پرتوزایی $^{-1}$ Bq kg ۴۹٫۹۶)، ^{214}Bi (با حداکثر و حداقل مقدار پرتوزایی به ترتیب، ۶۴٫۸۸ و ۳۳٫۸۴ و میانگین پرتوزایی $^{-1}$ Bq kg ۴۷٫۷۲)، ^{137}Cs (با حداکثر و حداقل مقدار پرتوزایی به ترتیب، ۳۵٫۹۳ و ۱۲٫۶۰ و میانگین پرتوزایی $^{-1}$ Bq kg ۲۳٫۰۹۶)، ^{214}Pb (با حداکثر و حداقل مقدار پرتوزایی به ترتیب، ۶۶٫۹۵ و ۳۲٫۱۵ و میانگین پرتوزایی $^{-1}$ Bq kg ۵۰٫۶۳)، ^{208}Tl (با حداکثر و حداقل مقدار پرتوزایی به ترتیب، ۲۲٫۶۱ و ۱۲٫۴۶ و میانگین پرتوزایی $^{-1}$ Bq kg ۱۸٫۰۰) و رادیونوکلید طبیعی ^{40}K (با حداکثر و حداقل مقدار پرتوزایی به ترتیب، ۹۰۲٫۸۸ و ۵۲۴٫۹۳ و میانگین پرتوزایی ۷۱۱٫۳۰) بود. مقدار فعالیت ویژه‌ی هر کدام از این رادیونوکلیدها در خاک مزرعه‌ها به تفکیک نوع برنج کشت شده در آن‌ها، در جدول‌های ۱ و ۲ ارایه شده است.

هم‌چنین نتیجه‌های طیف‌سنجی نمونه‌های برنج مورد بررسی نشان داد که نمونه‌های برنج، تنها حاوی رادیونوکلید طبیعی ^{40}K (با حداکثر و حداقل مقدار پرتوزایی به ترتیب، ۱۶۶٫۳۸ و ۲۹٫۵۴، و میانگین پرتوزایی $^{-1}$ Bq kg ۱۲۸٫۲۳، در رقم هاشمی و حداکثر و حداقل مقدار پرتوزایی به ترتیب، ۲۳۰٫۱۹ و ۱۳۰٫۳۷ و میانگین پرتوزایی $^{-1}$ Bq kg ۱۳۸٫۲۸ در رقم خزر) بودند. ضریب انتقال این رادیونوکلید از خاک به دانه‌های برنج با استفاده از معادله‌ی ۱ محاسبه شد. بیش‌ترین و کم‌ترین مقدار و میانگین ضریب انتقال در رقم هاشمی به ترتیب، برابر با ۰٫۳۰۸، ۰٫۰۳۳ و ۰٫۱۹۱ و در رقم خزر ۰٫۲۶۸، ۰٫۰۷۰ و ۰٫۲۰۶ به دست آمد. شکل ۲ مقدار ضریب انتقال ^{40}K از خاک شالیزار به دانه‌های برنج نمونه‌های مختلف ارقام هاشمی و خزر را نشان می‌دهد.

Archive of SID

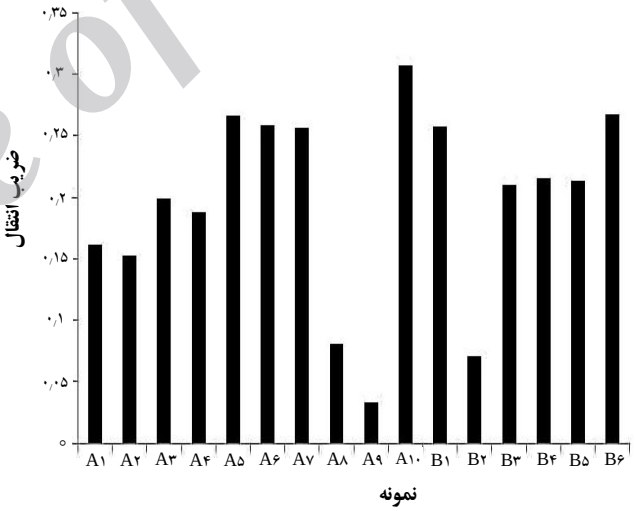
www.SID.ir

جدول ۱. مقدار (بکرل بر کیلوگرم) رادیونوکلیدهای موجود در نمونه‌های خاک محل کشت برنج رقم هاشمی

	توتکی	کشل	کلنادان	لیش	ازبرم	پنابندان	فشتال	لشکریان	بیدرون	دهبنه
آکتینیم- ۲۲۸	۵۷٫۲۳	۵۶٫۱۸	۴۷٫۰۷	۴۱٫۱۸	۵۸٫۳۹	۵۸٫۱۵	۵۹٫۸۱	۴۹٫۷۹	۴۹٫۴۷	۳۹٫۸۰
بیسموت- ۲۱۴	۵۱٫۱۲	۵۲٫۴۴	۳۳٫۸۴	۴۳٫۴۷	۵۳٫۴۵	۵۲٫۰۴	۵۳٫۰۴	۴۳٫۹۵	۴۷٫۱۸	۶۴٫۸۸
سزیم- ۱۳۷	۱۸٫۶۵	۱۶٫۲۴	۱۴٫۱۸	۳۱٫۵۱	۲۷٫۲۶	۲۲٫۳۷	۲۳٫۸۶	۳۵٫۹۳	۱۳٫۷۵	۲۴٫۳۴
پتاسیم- ۴۰	۸۹۱٫۳۵	۸۸۳٫۵۵	۶۹۲٫۳۵	۷۴۱٫۰۷	۵۳۰٫۲۷	۶۲۰٫۳۱	۶۳۹٫۳۱	۷۸۰٫۷۴	۹۰۲٫۸۸	۵۴۰٫۷۷
سرب- ۲۱۴	۴۷٫۶۵	۴۹٫۸۱	۳۲٫۱۵	۴۶٫۷۹	۶۰٫۵۷	۵۷٫۰۰	۵۸٫۷۶	۴۹٫۹۹	۵۲٫۱۷	۶۶٫۹۵
تالیم- ۲۰۸	۱۷٫۳۶	۱۹٫۵۷	۱۴٫۱۸	۱۲٫۴۶	۲۰٫۲۱	۲۲٫۶۱	۲۱٫۶۶	۱۸٫۱۵	۲۰٫۲۶	۱۶٫۳۷

جدول ۲. مقدار (بکرل بر کیلوگرم) رادیونوکلیدهای موجود در نمونه‌های خاک محل کشت برنج رقم خزر

	رادارپشته	کوجیل	لشکریان	بیدرون	خوبده	ازبرم
آکتینیم- ۲۲۸	۵۸٫۶۴	۵۷٫۸۰	۳۸٫۲۲	۳۹٫۵۵	۳۷٫۵۵	۵۰٫۵۵
بیسموت- ۲۱۴	۵۴٫۳۸	۴۵٫۸۳	۴۰٫۸۸	۴۱٫۸۴	۴۰٫۳۳	۴۵٫۰۰
سزیم- ۱۳۷	۱۳٫۷۴	۱۲٫۶۰	۳۲٫۲۳	۳۱٫۳۱	۳۲٫۲۵	۱۹٫۳۱
پتاسیم- ۴۰	۸۹۳٫۸۴	۸۷۷٫۰۰	۶۲۱٫۳۲	۶۱۹٫۷۳	۶۲۱٫۳۸	۵۲۴٫۹۳
سرب- ۲۱۴	۵۷٫۶۸	۵۰٫۷۶	۴۵٫۲۵	۴۳٫۴۰	۴۴٫۶۵	۴۶٫۴۶
تالیم- ۲۰۸	۲۰٫۸۴	۲۰٫۸۴	۱۶٫۶۴	۱۵٫۲۶	۱۶٫۲۶	۱۵٫۳۹



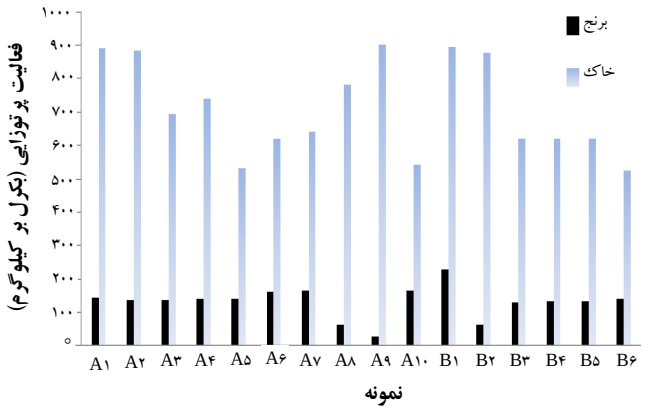
شکل ۲. ضریب انتقال ^{40}K از خاک شالیزار به دانه‌های برنج رقم هاشمی (A) و رقم خزر (B).

استدلالی که می‌توان در خصوص عدم جذب سایر رادیونوکلیدهای موجود در خاک، توسط برنج ارایه داد این است که این رادیونوکلیدها اولاً دارای مقدارهای بسیار پایینی در خاک بوده و ثانیاً براساس مطالعه‌های انجام شده، برنج و بسیاری از گیاهان دیگر به طور انتخابی رادیونوکلیدها را جذب می‌کنند، بدین‌معنی که به لحاظ زیست‌شیمیایی و ساختاری به گونه‌ای تکامل یافته‌اند که توانایی جذب انتخابی عناصر مورد نیاز خود را دارند. مقایسه‌ی مقدار ^{40}K در دو رقم برنج هاشمی و خزر و خاک‌های مربوطه، نشان داد که این دو رقم به لحاظ جذب این رادیونوکلید تقریباً مشابه هم عمل نموده‌اند (شکل ۳). مطالعه‌ی حاضر نشان داد که گیاه برنج، پتاسیم را به صورت انتخابی جذب کرده است. این جذب انتخابی می‌تواند به علل مختلفی از جمله نیاز زیاد برنج به این عنصر در مراحل مختلف رشد و نیز وابستگی بسیاری از فرایندهای زیست‌شیمیایی و فیزیولوژیکی گیاه برنج به پتاسیم باشد [۱۵]. نکته‌ی حایز اهمیت دیگر آن است که عنصرهایی مانند سزیم و سرب به دلیل جذب سریع‌تر و با شدت بالاتر در مقایسه با پتاسیم در سطح خاک نگه داشته شده و گیاه نمی‌تواند از سرب و سزیم استفاده نماید.

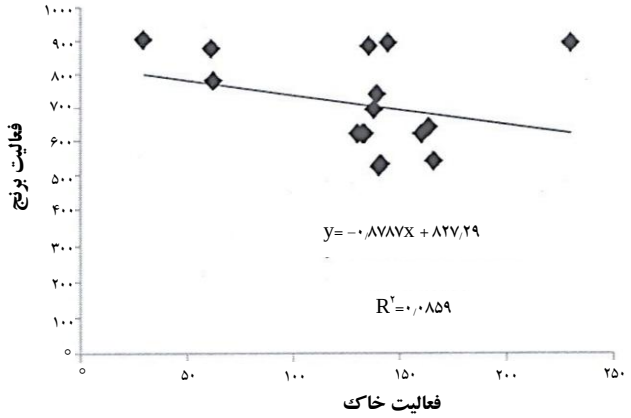
با توجه به جذب انتخابی ^{40}K در برنج از بین رادیونوکلیدهای موجود در خاک، تنها ضریب انتقال این رادیونوکلید محاسبه شد. این محاسبه نشان داد که تفاوت خاصی در ضریب انتقال رادیونوکلید ^{40}K در بین ارقام هاشمی (به عنوان یک رقم بومی) و خزر (به عنوان یک رقم اصلاح شده) وجود ندارد.

Archive of SID

www.SID.ir



شکل ۳. مقایسه‌ی مقدار ^{40}K در دو رقم برنج هاشمی (A) و خزر (B) و خاک‌های مربوطه.



شکل ٤. نمودار همبستگی بین مقدار پرتوزایی خاک و دانه‌های برنج.

در مطالعه‌ی مشابهی، سعید و همکاران [۱۲]، در مالزی، به بررسی غلظت رادیونوکلیدهای موجود در رقم‌های مختلف برنج با استفاده طیف‌سنجی گاما با آشکارساز ژرمانیم فوق خالص (HPGe)، پرداختند و به این نتیجه رسیدند که مقدار رادیونوکلیدهای مختلف در این رقم‌ها کم و نزدیک به هم است [۱۲]. هم‌چنین کاروناکارا و همکاران [۲]، در منطقه‌هایی از هندوستان، ضریب انتقال رادیونوکلیدهای ^{226}Ra، ^{137}Cs، ^{40}K، ^{210}Pb، ^{228}Ra از خاک به اندام‌های مختلف گیاه برنج را بررسی کردند. در این بررسی مشخص شد که ضریب انتقال ^{40}K متغیر بوده و میانگین آن $۰٫۱۵\times۱۰^{-۱}$ به دست آمد. هم‌چنین آن‌ها نشان دادند که انتقال ^{40}K به اندام‌های هوایی برنج بیش‌تر از ریشه‌ی آن است. به منظور بررسی ارتباط بین مقدار رادیونوکلید ^{40}K در دانه‌های برنج و مقدار آن در خاک شالیزارهای مربوطه، همبستگی آماری خطی آن‌ها با یک‌دیگر بررسی و نمودار آن رسم شد (شکل ۴). این نمودار همبستگی، رابطه‌ای معنی‌دار بین مقدار ^{40}K دانه‌ی برنج و خاک شالیزار نشان نمی‌دهد، بدین‌معنی که کاهش یا افزایش این رادیونوکلید در برنج، از الگوی کاهش یا افزایش آن در خاک پیروی نمی‌کند.

مقدار دز مؤثر سالانه برای مصرف سالانه‌ی ۳۹ kg از رقم‌های برنج هاشمی و خزر به ترتیب، ۰٫۰۳۱ و ۰٫۰۳۴ $\mu Sv\ year^{-1}$ محاسبه شد؛ این مقدار بسیار پایین‌تر از حد مجاز استاندارد (۱ $mSv\ year^{-1}$) است. بنابراین استفاده از این دو رقم برنج منطقه، از نظر پرتویی، سلامت مصرف‌کننده را تهدید نخواهد کرد. سعید و همکاران (۲۰۱۱)، نیز میانگین دز مؤثر سالانه‌ی ناشی از رادیونوکلیدهای مختلف را ۰٫۰۲ تا ۰٫۰۳ $\mu Sv\ year^{-1}$ به دست آوردند [۱۲].

٤. نتیجه‌گیری

این پژوهش و آزمایش‌های طیف‌سنجی دانه‌های برنج، مقدار میانگین ^{40}K جذب شده به وسیله‌ی هر دو رقم هاشمی و خزر شمال ایران (گیلان- سیاهکل) را به ترتیب، برابر ۱۳۸٫۲۸ و ۱۲۸٫۲۳ $Bq\ kg^{-1}$ به دست داد. میانگین مقدار ضریب انتقال ^{40}K از خاک به دانه‌ی برنج در رقم هاشمی برابر با ۰٫۱۹۱ و در رقم خزر ۰٫۲۰۶ به دست آمد. هم‌چنین دز مؤثر سالانه‌ی ناشی از مصرف ۳۹ kg از رقم‌های برنج هاشمی و خزر به ترتیب، برابر با ۰٫۰۳۱ و ۰٫۰۳۴ $\mu Sv\ \ year^{-1}$ تعیین شد که در مقایسه با استانداردها پایین بوده و تهدیدی برای سلامتی مصرف‌کننده ایجاد نمی‌کند.

تشکر و قدردانی

بدین‌وسیله نویسندگان مراتب سپاس و قدردانی خود را از همکاری و مساعدت‌های آقایان مهدی یعقوبی، عباس آقانژاد و سجاد مهرگان اعلام می‌دارند.

Archive of SID
www.SID.ir

مرجع‌ها

[1] V. Changizi, R. Nazari, S. Naseri, Measuring radionuclides concentration in rice field soils using Gamma Spectroscopy in northern Iran, Iranian Journal of Public Health, 41 (2012) 94-99.

[2] N. Karunakara, C. Rao, P. Ujwal, I. Yashodhara, S. Kumara, P.M. Ravi, Soil to rice transfer factors for ^{226}Ra, ^{228}Ra, ^{210}Pb, ^{40}K and ^{137}Cs: a Study on rice growing India, Journal of environmental Radioactivity, (2013) 80-92.

[3] S. Chibowski, Studies of Radioactive Contaminations and Heavy Metal Contents in Vegetables and Fruit from Lublin, Poland. Polish. Jornal. Environmental. Studies., 9 (4) (2000) 249-253.

[4] M.A. Saeed, S. Sarah Yusof, I. Hossain, R. Ahmed, H. Abdullah, M. SHahid, A.T. Ramli, Soil to rice transfer factor of the natural radionuclides in Malaysia, 57 (2011) 1417-1424.

[5] S. Uchida, K. Tagami, Z.R. Shang, Y.H. Choi, Uptake of radionuclides and stable elements from paddy soil to rice: a review, Journal of Environmental Radioactivity, 100 (2009) 739-745.

[6] R. Chandrajith, S. Senieviratna, K. Wick-ramaarachchi, T. Attanayake, T.N.C. Aturaliya, C.B. Dissanayake, Natural radionuclides and trace elements in rice field soils in relation to fertilizer application: study of a choronickindey disease area in srilanka, Journal of Enviromental Earth Sciences, 60 (2010) 193-201.

[7] J.R. Twining, T.E. Payne, T. Itakura, Soil–water distribution coefficients and plant transfer factors for ^{134}Cs, ^{85}Sr and ^{65}Zn under field conditions in tropical Australia, Journal of Environmental Radioactivity, 71 (2004) 71-87.

[8] Y.H. Choi, K.M. Lim, H.G. Park, D.W. Park, H.S. Kang, H.S. Lee, Transfer of ^{137}Cs to rice plants from various paddy soils contaminated under flooded conditions at different growth stages, Journal of Environmental Radioactivity, 80 (2005) 45-58.

[9] S. UShida, K. Tagami, Soil-to-plant transfer factors of fallout ^{137}Cs and native ^{133}Cs in various crops collected in Japan, Jornal. Radioanalytical and Nuclear Chemistry, 273 (1) (2007) 205-210.

[10] Y.H. Choi, K.M. Lim, I. Jun, D.K. Keum, M.H. Han, I.G. Kim, Transport behavior and rice uptake of radiostrontium and radiocesium in flooded paddy soils contaminated in two contrasting ways, Science of the Total Environment, 412 (2011) 248–256.

[11] T. Alrefae, T.N. Nageswaran, Radioactivity of long lived gamma emitters in rice consumed in Kuwait, Journal of the Association of Arab Universities for Basic and Applied Sciences, 13 (2013) 24–27.

[12] M.A. Saeed, N.A.A. Wahab, I. Hossain, R. Ahmed, Y. Abdullah, A.T. Ramli, B.A. Tahir, Measuring radioactivity level in various types of rice using hyper pure germanium (HPGe) detector, 6 (32) (2011) 7335-7340.

[13] International Atomic Energy Agency (n.d) Radiation in Everyday Life, Available from: http://www.iaea.org/publications/Factsheets/English/radlife.html.

[14] UNSCEAR. Effects and Risks of Ionizing Radiations, New York: United Nations; (2006) Available from: http://www.unscear.org/unscear/en/ publications/2006.

[15] K. Zamani, M.R. Alizadeh, Properties and production of different varieties of Iranian rice, Tehran: Pelk;, (2007) 4 (in persian).

Archive of SID

www.SID.ir