



تعیین مقدار روی در گندم و سبوس آن از طریق تجزیه به روش فعال سازی نوترونی

مریم قاضی زاهدی^۱، علی بهرامی سامانی*^۲، محمود صداقتی زاده^۱، محمد قنادی مراغه^۲

۱. دانشکده علوم، دانشگاه صنعتی خواجه نصیرالدین طوسی، صندوق پستی: ۱۶۱۸-۱۶۳۱۵، تهران - ایران

۲. پژوهشکده چرخه سوخت هسته‌ای، پژوهشگاه علوم و فنون هسته‌ای، سازمان انرژی اتمی ایران، صندوق پستی: ۸۴۸۶-۱۱۳۶۵، تهران - ایران

چکیده: شناخت مقادیر عناصر موجود در مواد غذایی از اهمیت ویژه‌ای برخوردار است. یکی از پر مصرف‌ترین مواد غذایی در ایران غلات و به ویژه گندم است و فلز روی موجود در آن یکی از عناصر مهم و حیاتی به شمار می‌رود. از آن جایی که تعیین مقدار برخی از عناصر کم‌مقدار با روش‌های تجزیه‌ای متعارف به دلیل حد آشکار سازی پایین‌تر به طور دقیق امکان‌پذیر نمی‌باشد، برای تعیین و مقایسه‌ی مقدار روی در گندم بدون سبوس و سبوس گندم و مقایسه‌ی آن، از روش تجزیه‌ی هسته‌ای از طریق فعال‌سازی نوترونی استفاده شد. مقدار ۵۰mg از نمونه‌های گندم و سبوس آن به مدت ۲۴ ساعت پرتو دهی شده و پس از خنک‌سازی، با استفاده از دستگاه طیف‌سنجی گاما شمارش شدند. مقدار روی در گندم بدون سبوس و سبوس گندم به ترتیب 18.444 ± 0.656 ppm و 19.927 ± 0.698 ppm تعیین گردید. مقدار روی در گندم سبوس‌دار در مقایسه با مقدار آن در گندم بدون سبوس قابل ملاحظه بود که این امر نشان‌دهنده‌ی آن است که استفاده از گندم سبوس‌دار برای افرادی که بدن آن‌ها نیاز به روی دارد، بسیار مفیدتر از گندم پوست‌کنده یا بدون سبوس است.

کلید واژه‌ها: گندم، سبوس گندم، فلز روی، تجزیه به روش فعال سازی نوترونی، طیف‌سنجی گاما

Determination of Zinc in Wheat and Wheat Bran by Neutron Activation Analysis

M. Ghazi Zahedi¹, A. Bahrami Samani*², M. Sedaghati Zadeh¹, M. Ghannadi Maragheh²

1. Faculty of Sciences, K.N. Toosi University of Technology, P.O.Box: 16315-1618, Tehran - Iran

2. Nuclear Fuel Cycle Research School, Nuclear Science and Technology Research Institute, AEOL, P.O.Box: 11365-8486, Tehran - Iran

Abstract: The knowledge of concentration of elements in foodstuffs is of significant interest. Wheat is one of the most consumed food stuffs in Iran and zinc is also considered as one of the necessary and vital elements. Since the measurement of some trace elements is not practical by the conventional analytical methods, due to the lower detection limit, the neutron activation analysis (NAA) was applied to determine the zinc in wheat and wheat bran. Food sample of roughly 50mg was irradiated for 24h. After cooling, the interval samples were counted by a gamma spectrometry system. The concentration of zinc in wheat without bran and the wheat bran were 18.444 ± 0.656 and 19.927 ± 0.698 ppm, respectively. The amount of zinc in wheat bran was noticeable so it showed that consuming wheat with bran is more beneficial than the wheat with no bran for the human-beings' body requirements.

Keywords: Wheat, Wheat Bran, Zinc, Neutron Activation Analysis, Gamma Spectrometry



۱. مقدمه

نوترونی اندازه‌گیری تا حدود ۳۵ عنصر در نمونه‌های کوچک از ۵ تا ۱۰۰ میلی‌گرم را امکان‌پذیر می‌سازد. حد پایین آشکارسازی (برحسب ppm یا ppb) به عنصر مورد بررسی بستگی دارد [۴]. تجزیه به روش فعال‌سازی نوترونی دارای مزایا و محدودیت‌های بسیاری است. از آن جایی که اکثریت نمونه‌ها برای کاوه (نوترون) و علامت تحلیلی (پرتو گاما) شفاف هستند، تجزیه به روش فعال‌سازی نوترونی کاملاً عاری از هر گونه تداخل ماترسی می‌باشد. هم‌چنین آلودگی‌های مربوط به معرف و آزمایشگاه به حداقل می‌رسد، زیرا این روش نیاز به آماده‌سازی نمونه مانند هضم و یا حل کردن ندارد. هنگامی که عناصر مختلف موجود در نمونه پرتوهای گامای مشابه گسیل کنند، امکان رخ دادن تداخل وجود دارد. این مشکل می‌تواند با انتخاب پرتوهای گامای متناوب و یا با انجام شمارش بعد از فروپاشی هسته‌های کوتاه-عمر برطرف شود. تداخل‌های دیگر فقط زمانی اتفاق می‌افتند که علاوه بر واکنش گیراندازی نوترون واکنش هسته‌ای دیگری به طور هم‌زمان به تولید رادیونوکلید موردنظر بیانجامد. حساسیت و دقت، به مقدار عنصر و پارامترهای هسته‌ای (به طور مثال، فراوانی ایزوتوپی هسته‌ی مادر، سطح مقطع جذب نوترون، نیم-عمر و درصد انشعاب پرتو گاما) بستگی دارد. حساسیت‌های عناصر از 10^{-3} تا 10^{-10} گرم بر گرم نمونه تغییر می‌کند. دقت اغلب بین ۲ و ۱۰ درصد گزارش شده است که به عنصر مورد بررسی و مقدار آن در نمونه بستگی دارد [۵]. اخیراً تجزیه به روش فعال‌سازی نوترونی به طور روزافزون برای تجزیه‌ی عناصر کم‌مقدار در غذاهای مختلف مورد استفاده قرار گرفته است [۶]. در این پژوهش نیز مقدار روی در گندم با و بدون سبوس با استفاده از این روش تعیین و مقایسه گردیده است.

۲.۲ آماده‌سازی و پرتودهی نمونه

نمونه‌ی گندم از مؤسسه‌ی تحقیقات اصلاح و تهیه نهال و بذر واقع در کرج تهیه و سپس سبوس آن جدا گردید. نمونه‌ی گندم بدون سبوس و سبوس گندم جدا شده از آن هر کدام به طور جداگانه توسط یک آسیاب با تیغه‌های استیل ضدزنگ به صورت پودر یکنواخت در آورده شد. پودر گندم و سبوس در ظروف پلی‌اتیلنی توزین و بسته‌بندی گردید. نمونه‌ی آرد گندم با کد ۱۵۶۷۸، تهیه شده از شرکت تکلاب^(۱) به عنوان ماده‌ی مرجع

غذا اولین منبع مواد مغذی ضروری برای انسان می‌باشد [۱]. یکی از پر مصرف‌ترین مواد غذایی در ایران غلات است. ترکیب عنصری غلات به دلیل ارزش غذایی آن‌ها از اهمیت ویژه‌ای برخوردار است [۲]. در میان غلات، گندم روزانه به شکل‌های گوناگون چون نان، بیسکویت، شیرینی، کیک، اسپاگتی، ماکارونی و ... مصرف می‌شود. شناخت مقادیر عناصر موجود در مواد غذایی از جمله گندم برای تعیین میزان جذب عناصر گوناگون توسط انسان و نیز ارزیابی احتمال قرار گرفتن انسان در معرض عناصر سمی، بسیار حیاتی و حایز اهمیت است [۳]. یکی از عناصر مهم و حیاتی موجود در گندم روی است که نقش مهمی را در رشد بدن ایفا می‌کند. از آن‌جا که تعیین مقدار برخی از عناصر کم‌مقدار در مواد غذایی با روش‌های تجزیه‌ای متعارف به دلیل حساسیت پایین آن‌ها به طور دقیق امکان‌پذیر نمی‌باشد، در این پژوهش از تجزیه به روش فعال‌سازی نوترونی برای تعیین مقدار روی در نمونه‌های گندم با و بدون سبوس استفاده شده است.

۲. بخش تجربی

۱.۲ تئوری روش

تجزیه به روش فعال‌سازی نوترونی یک روش تجزیه‌ای چندعنصری بسیار حساس برای تعیین مقادیر عناصر در گستره‌ی وسیعی از مواد شامل نمونه‌های زیستی و محیطی هم به صورت کمی و هم به صورت کیفی است. گام نخست در این روش، پرتودهی نوترونی نمونه در یک رآکتور هسته‌ای و در پاره‌ای از موارد با دیگر چشمه‌های نوترون است. در این فرایند، هسته‌های پایدار با جذب نوترون به هسته‌های پرتوزا تبدیل می‌شوند. مقدار عنصر پایدار موردنظر در نمونه‌ی تحت بررسی می‌تواند با بهره‌گیری از فرایند فروپاشی هسته‌های پرتوزای تولید شده اندازه‌گیری شود. هسته‌های پرتوزا عموماً گاما‌های با انرژی مشخص گسیل می‌کنند. گسیل پرتو گاما با انرژی معین نشان‌دهنده‌ی حضور یک عنصر مشخص می‌باشد. آشکارسازهای نیم-رسانای مناسب می‌توانند برای اندازه‌گیری‌های کمی مورد استفاده قرار گیرند. مقادیر عناصر مختلف موجود در نمونه از داده‌های مربوط به طیف پرتو گاما به دست می‌آیند. تجزیه به روش فعال‌سازی



می‌باشد، مدت پرتودهی ۲۴ ساعت تعیین گردید. برای پرتودهی‌های کوتاه مدت روی موجود در نمونه‌ی مورد بررسی فعال نشده و امکان تهیه‌ی طیف گامای آن وجود ندارد. طیف‌های گامای به دست آمده برای گندم بدون سیوس و سیوس گندم به ترتیب در شکل‌های ۱ و ۲ داده شده‌اند. مقدار روی با استفاده از طیف گاما و انجام محاسبات مربوطه به دست آمد. انرژی استفاده شده برای عنصر روی پس از شمارش، تعداد شمارش در واحد زمان در این انرژی و مقدار روی موجود در گندم بدون سیوس از راه مقایسه با سیوس گندم در جدول ۲ نشان داده شده است. حد آشکارسازی برای عنصر روی برابر ۰٫۳۰۰ محاسبه گردید.

جدول ۱. شرایط پرتودهی و خصوصیات روی پرتوزا

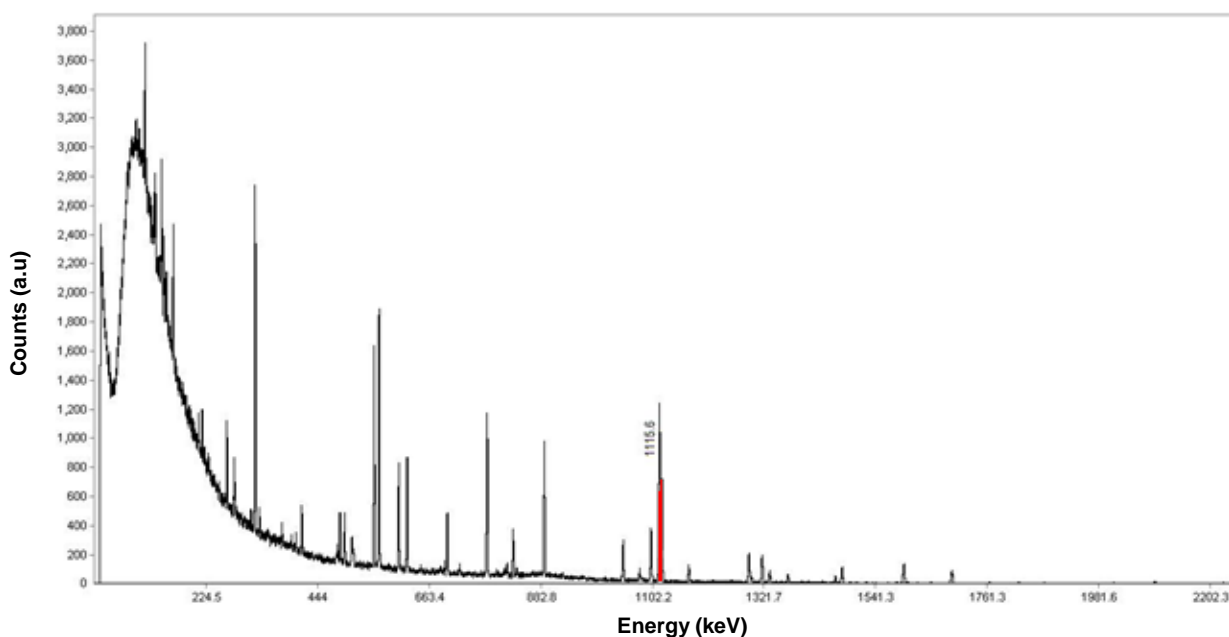
عنصر	مدت پرتودهی	رادیونوکلید	نیم-عمر	انرژی پرتو گاما (keV)
Zn	۲۴ ساعت	^{65}Zn	۲۴۵٫۷ روز	۱۱۱۵٫۵

استاندارد استفاده شد. برای انجام پرتودهی از ظروف پلی‌اتیلنی استفاده شد. هر ظرف حاوی ۵۰ میلی گرم ماده بود. درب همه‌ی ظروف کاملاً بسته شده و برای پرتودهی یکسان در یک ظرف آلومینیمی بزرگ‌تر قرار داده شدند.

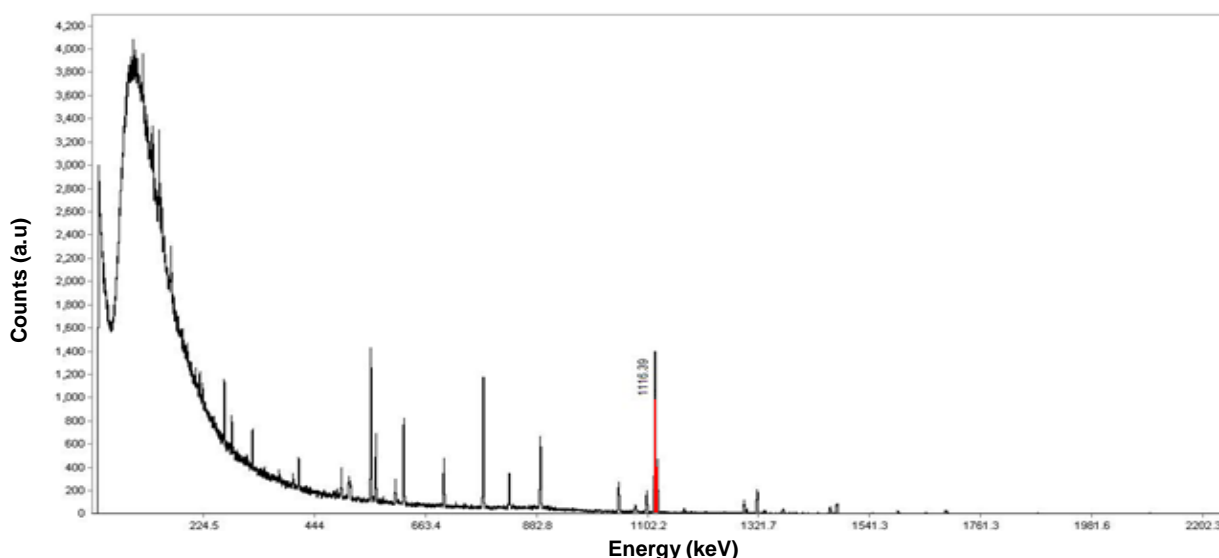
پرتودهی نمونه‌ها در قلب رآکتور تحقیقاتی تهران با توان ۵MW به مدت ۲۴ ساعت در شار $3 \times 10^{13} \text{ n cm}^{-2} \text{ s}^{-1}$ انجام شد (جدول ۱). پس از گذشت ۱ هفته و فروپاشی رادیونوکلیدهای کوتاه-عمر تولید شده، هر یک از نمونه‌ها به مدت ۱۰۰۰۰ ثانیه مورد شمارش قرار گرفت. طیف‌های پرتو گاما به وسیله‌ی طیف‌سنج پرتو گاما مجهز به آشکارساز HPGc با بازده ۸۰ درصد و قدرت تفکیک بالا تهیه شدند.

۳. نتایج

در این تحقیق از روش فعال‌سازی نوترونی مقایسه‌ای استفاده شد. استاندارد گندم به عنوان ماده‌ی مرجع برای مقایسه به کار رفت. با توجه به نیم-عمر رادیونوکلید ^{65}Zn که برابر ۲۴۵٫۷ روز



شکل ۱. طیف پرتو گامای به دست آمده با آشکارساز HPGc برای گندم بدون سیوس.



شکل ۲. طیف گامای به دست آمده با آشکارساز HPGe برای سبوس گندم.

References:

1. D.K. Adotey, Y. Serfor-Armah, J.R. Fianko, P.O. Yeboah, "Essential elements content in core vegetables grown and consumed in Ghana by instrumental neutron activation analysis," *African Journal of Food Science*, 3(9), 243-249 (2009).
2. Montira Parengam, Kunchit Judprasong, Songsak Sriantujata, Sitima Jittinandana, Sirinart Laoharajanaphand, Arporn Busamongko, "Study of nutrients and toxic minerals in rice and legumes by instrumental neutron activation analysis and graphite furnace atomic absorption spectrophotometry," *Journal of Food Composition and Analysis*, 23, 340-345 (2010).
3. K. Soliman, L. Zikovsky, "Determination of Br, Ca, Cl, Co, Cu, I, K, Mg, Mn, Na, Rb, S, Ti and V in Cereals, Oils, Sweeteners and Vegetables Sold in Canada by Neutron Activation Analysis," *Journal of Food Composition and Analysis*, 12, 85-89 (1999).
4. Vladimir Zaichick, "Instrumental neutron activation analysis of minor and trace elements in food in the Russian region that suffered from the chernobyl disaster," *Food and Nutrition Bulletin*, Vol. 23, 3 (2002).
5. David Tin Win, "Neutron Activation Analysis (NAA)," *AU J.T.* 8(1), 8-14 (2004).
6. R. Kapsimalis, S. Landsberger, Y.A. Ahmed, "The determination of uranium in food samples by Compton suppression epithermal neutron activation analysis," *Applied Radiation and Isotopes*, 67, 2097-2099 (2009).

جدول ۲. مقدار روی موجود در گندم بدون سبوس و در سبوس گندم

مقدار روی (ppm)	شمارش در ثانیه (cps)	انرژی استفاده شده در طیف (keV)	گندم بدون سبوس
۱۸,۴۴۴±۰,۶۵۶	۱,۲۹۸	۱۱۱۵,۶	سبوس گندم
۱۹,۹۲۷±۰,۶۹۸	۱,۴۰۲	۱۱۱۶,۳۹	سبوس گندم

۴. تحلیل نتایج

میزان روی موجود در نمونه‌های گندم بدون سبوس از راه مقایسه با سبوس گندم اندازه‌گیری شد. تجزیه به روش فعال‌سازی نوترونی یک روش غیرمخرب است که نیاز به محلول‌سازی نداشته و توانایی اندازه‌گیری تا ۳۰ نمونه را دارد. همان‌طور که در جدول ۲ مشاهده می‌شود مقدار روی موجود در سبوس گندم با مقدار آن در گندم بدون سبوس تقریباً برابر و حتی اندکی بیش‌تر است که این نشان‌دهنده آن است که میزان روی در گندم سبوس‌دار بیش از ۲ برابر گندم بدون سبوس است و در نتیجه استفاده از گندم سبوس‌دار برای افرادی که بدن آن‌ها نیاز به روی دارد، بسیار مفیدتر از گندم پوست‌کنده یا بدون سبوس است.

تشکر و قدردانی

بدین وسیله از همکاری صمیمانه آقایان مجتبی کاکایی، معین مفتاحی، رضا حاصلی، قدرت باقری و وحید بنی‌هاشمیان سپاسگزاری و قدردانی می‌شود.

پی‌نوشت:

۱. Techlab