

Джамаль К. Альсааді, Нада М. Хасан*, Алі А. Абдулхасан

*Управління ядерних досліджень та програм
Міністерства вищої освіти, науки та технологій, Багдад, Ірак*

*Відповідальний автор: nada66_altai@yahoo.com

ПРИРОДНА РАДІОАКТИВНІСТЬ ЗРАЗКІВ ҐРУНТУ У ВИБРАНИХ РАЙОНАХ ПРОВІНЦІЇ НІНЕВІЯ, ІРАК

Активність природних радіонуклідів ^{232}Th , ^{226}Ra , ^{40}K та ^{137}Cs була визначена за допомогою гамма-спектрометрії у зразках ґрунту з чотирьох регіонів у провінції Ніневія на північному заході Іраку (Tall Kayf, Badush, Al-Hamdaniya, Hammam Al-alil). Використовувався детектор із германію високої чистоти (HPGe) з відносною ефективністю 50 %. Питома радіоактивність зразків знаходилася в межах 1,75 - 45,56, 8,63 - 43,72, 147,92 - 502,49 і MDL - 69,32 Бк/кг відповідно, на вибраних ділянках. Обчислені індекси потенційних радіологічних ризиків для здоров'я; еквівалентна активність радію (R_{eq}) знаходилася в межах 40,33 - 122,12 Бк/кг. Інтенсивність поглиненої дози в повітрі також була розрахована для зразків; вона була в межах 20,51 - 56,72 нГр/год. Індекс зовнішнього ризику (H_{ex}) знаходиться в діапазоні 0,11 - 0,33, індекс внутрішнього ризику (H_{in}) – у межах 0,13 - 0,4, а гамма-індекс – 0,32 - 0,89. Також було розраховано річну еквівалентну ефективну дозу (AEDE), річний еквівалент гонадної дози (AGDE) та надлишковий ризик раку (ELCR); їхні діапазони становили 25,15 - 69,56, 151,63 - 396,05 та $0,09 \cdot 10^{-3}$ - $0,24 \cdot 10^{-3}$ відповідно. Дане дослідження показало, що радіаційної небезпеки для населення, зумовленої природними радіонуклідами в обраних районах, не існує.

Ключові слова: концентрація активності, гамма-спектрометрія, індекси ризику, природна радіоактивність, детектор HPGe.

Джамаль К. Альсааді, Нада М. Хасан* Алі А. Абдулхасан

*Управление ядерных исследований и программ
Министерства высшего образования, науки и технологий, Багдад, Ирак*

*Ответственный автор: nada66_altai@yahoo.com

ЕСТЕСТВЕННАЯ РАДІОАКТИВНОСТЬ ОБРАЗЦОВ ҐРУНТА В ВЫБРАННЫХ РАЙОНАХ ПРОВИНЦИИ НИНЕВИЯ, ИРАК

Активность природных радионуклидов ^{232}Th , ^{226}Ra , ^{40}K и ^{137}Cs была определена с помощью гамма-спектрометрии в образцах почвы из четырех регионов в провинции Ниневия на северо-западе Ирака (Tall Kayf, Badush, Al-Hamdaniya, Hammam Al-alil). Использовался детектор из германия высокой чистоты (HPGe) с относительной эффективностью 50 %. Удельная радиоактивность образцов находилась в пределах 1,75 - 45,56, 8,63 - 43,72, 147,92 - 502,49 и MDL - 69,32 Бк/кг соответственно, на выбранных участках. Вычислены индексы потенциальных радиологических рисков для здоровья; эквивалентная активность радия (R_{eq}) находилась в пределах 40,33 - 122,12 Бк/кг. Интенсивность поглощенной дозы в воздухе также была рассчитана для образцов; она была в пределах 20,51 - 56,72 нГр/ч. Индекс внешнего риска (H_{ex}) находится в диапазоне 0,11 - 0,33, индекс внутреннего риска (H_{in}) – в пределах 0,13 - 0,4, а гамма-индекс – 0,32 - 0,89. Также была рассчитана годовая эквивалентная эффективная доза (AEDE), годовой эквивалент гонадной дозы (AGDE) и избыточный риск рака (ELCR); их диапазоны составляли 25,15 - 69,56, 151,63 - 396,05 и $0,09 \cdot 10^{-3}$ - $0,24 \cdot 10^{-3}$ соответственно. Данное исследование показало, что радиационной опасности для населения, обусловленной природными радионуклидами в выбранных районах, не существует.

Ключевые слова: концентрация активности, гамма-спектрометрия, индексы риска, естественная радиоактивность, детектор HPGe.

Jamal K. Alsaedi, Nada M. Hasan*, Ali A. Abdulhasan

*Directorate of Nuclear Research and Applications,
Ministry of Higher Education, Science and Technology, Baghdad, Iraq*

*Corresponding author: nada66_altai@yahoo.com

NATURAL RADIOACTIVITY IN SOIL SAMPLES FROM SELECTED AREAS IN NINEVEH GOVERNORATE, IRAQ

The activity distribution of natural radionuclides ^{232}Th , ^{226}Ra , ^{40}K and ^{137}Cs were determined in soil samples. The samples were collected from four different regions in Nineveh governorate north-west of Iraq (Tall Kayf, Badush,

Al-Hamdaniya, Hammam Al-alil) and measured by the gamma-ray spectrometry with high purity germanium (HPGe) detector with relative efficiency 50 %. The specific radioactive activity of the samples was in the range of 1.75 - 45.56, 8.63 - 43.72, 147.92 - 502.49 and MDL - 69.32 Bq/kg, respectively, at the selected areas. The calculated hazard indices that estimate the potential radiological health risk such as radium equivalent activity (Ra_{eq}) were in the range 40.33 - 122.12 Bq/kg. The absorbed dose rate in the air was also calculated for the samples and it was in the range 20.51 - 56.72 nGy/h. External hazard index (H_{ex}) is in the range 0.11 - 0.33, internal hazard index (H_{in}) is in the range 0.13 - 0.4 and gamma index was 0.32 - 0.89. The annual effective dose equivalent (AEDE), annual gonadal dose equivalent (AGDE), and excess lifetime cancer risk (ELCR) were also calculated and their ranges were 25.15 - 69.56, 151.63 - 396.05 and $0.09 \cdot 10^{-3}$ - $0.24 \cdot 10^{-3}$ respectively. This study showed that there is no radiation hazard to the public due to natural radionuclides in the selected areas.

Keywords: activity concentrations, gamma-ray spectrometry, hazard indices, natural radioactivity, HPGe detector.

REFERENCES

1. I. Sert et al. Estimation of sediment accumulation rates using naturally occurring ^{210}Pb models in Gul-bahce Bay, Aegean Sea. *J. Environ. Rad.* 107 (2012) 1.
2. G. Alzubaidi, F.B.S. Hamid, I. Abdul Rahman. Assessment of Natural Radioactivity Levels and Radiation Hazards in Agricultural and Virgin Soil in the State of Kedah, North of Malaysia. *Sci. World J.* (2016) 6178103.
3. R. Mehra, S. Surinder. Use of Gamma-Ray Spectroscopy Measurements for Assessment of the Average Effective Dose from the Analysis of ^{226}Ra , ^{232}Th and ^{40}K in Soil Samples. *Indoor Built Environ.* 18(3) (2009) 270.
4. M.C.A. Alvarez, M.T.D. Vivero. Natural radionuclide contents in Spanish coals of different rank. *Fuel* 77(13) (1998) 1427.
5. Ch.H. Lakehal, M. Randhane, A. Boucenna. Natural radionuclide concentration in two phosphate ores of east Algeria. *J. Environ. Rad.* 101(5) (2010) 377.
6. A.H. Taqi, L.A.A. Al-Ani, A.M. Ali. Assessment of the natural radioactivity levels in the Kirkuk oil field. *J. Radiat. Res. Appl. Sci.* 9(3) (2016) 337.
7. R.M. Yousuf, K.O. Abdullah. Measurement of natural radioactivity in soil collected from the eastern of Sulaiman governorate in Kurdistan-region, Iraq. *ARNP J. Sci. Techn.* 7 (2013) 749.
8. R. Kapsimalis, S. Landsberger, N. Reguigui. Measurement of uranium in small quantities in phosphates by use of gamma-ray spectrometry and the 1001 keV peak of $^{234\text{m}}\text{Pa}$. *J. Radioanal. Nucl. Chem.* 280(2) (2009) 293.
9. A.P. Yousaf et al. External gamma radiation levels and natural radioactivity in the soil around a phosphate fertilizer plant at Mumbai. *J. Radioanal. Nucl. Chem.* 300 (2014) 23.
10. S. Harb et al. Activity concentration for surface soil samples collected from Armant, Qena, Egypt. In: *Proc. of the 4-th Environmental Physics Conference, Hurghada, Egypt, 2010*, p. 49.
11. A. El-Taher, J.H. Al-Zahran. Radioactivity measurement and radiation dose assessment in the soil of Al-Qassim region, Saudi Arabia. *Indian Journal of Pure & Applied Physics* 52 (2014) 147.
12. B.A. Almayahi. Gamma Spectroscopic of Soil Samples from Kufa in Najaf Governorate, Iraq. *World Applied Sciences Journal* 31(9) (2014) 1582.
13. A.M. Saleh, A.H. Al-Mashhadani, M.A. Siyah. Natural Radioactivity Concentration and Estimation of Radiation Exposure in Environmental Soil Samples from Al-Sader City, Iraq. *International Journal of Computer Engineering and Technology* 4 (2014) 2902.
14. R. Veiga et al. Measurement of natural radioactivity in Brazilian beach sands. *Radiat Meas.* 41 (2006) 189.
15. D.A.E. Darwish, K.T.M. Abul-Nasr, A.M. El-Khayatt. The assessment of natural radioactivity and its associated radiological hazards and dose parameters in granite samples from South Sinai, Egypt. *J. Radiat. Res. Appl. Sci.* 8(1) (2015) 17.
16. A.A. Al-Hamidawi, H.H. Al-Gazaly, L.A. Al-Alasadi. Determination of natural radiation contamination for some types of legumes available in the Iraqi markets. *Adv. Appl. Sci. Res.* 4(5) (2013) 245.
17. A.O. Taiwo et al. Determination of radium equivalent activity from naturally occurring radionuclide around a superphosphate fertilizer factory in Nigeria. *Archives of Applied Science Research* 6(1) (2014) 28.
18. H.M. Diab et al. Evaluation of natural radioactivity in a cultivated area around a fertilizer factory. *J. Nucl. Rad. Phys.* 3(1) (2008) 53.
19. E.O. Agbalagba, G.O. Avwiri, Y.E. Chad-Umoreh. γ -Spectroscopy measurement of natural radioactivity and assessment of radiation, hazard indices in soil samples from oil fields environment of Delta State, Nigeria. *J. Environ. Rad.* 109 (2012) 64.
20. A.K. Ademola, A.K. Bello, A.C. Adejumbi. Determination of natural radioactivity and hazard in soil samples in and around the gold mining area in Itaganmodi, South-Western, Nigeria. *J. Radiat. Res. Appl. Sci.* 7(3) (2014) 249.
21. I.F Al-Hamarneh, M. Awadallah. Soil radioactivity levels and radiation hazard assessment in the high lands of northern Jordan. *Radiat. Meas.* 44 (2009) 102.
22. B.G. Jagadeesha, Y. Narayana. Natural radionuclide concentration in Hassan district of South India. *Radiation Protection and Environment* 41(1) (2018) 37.
23. N. Zaim, H. Atlas. Assessment of radioactivity levels and radiation hazards using gamma spectrometry in soil

- samples of Edirne, Turkey. *J. Radioanal. Nucl. Chem.* 310(3) (2016) 959.
24. R.D. Senthilkumar, R. Narayanaswamy. Assessment of radiological hazards in the industrial effluent disposed soil with statistical analysis. *J. Rad. Res. Appl. Sci.* 9 (2016) 449.
 25. K.R.S. Dizman, F.K. Gorur. Determination of radioactivity levels of soil samples and the excess of lifetime cancer risk in Rize province, Turkey. *Int. J. Radiat. Res.* 14(3) (2016) 237.
 26. S. Harb et al. Radioactivity Levels and Soil-to-Plant Transfer Factor of Natural Radionuclides from Protectorate Area in Aswan, Egypt. *World Journal of Nuclear Science and Technology* 4 (2014) 7.
 27. A. Osouli, F. Abbasi, M. Naseri. Measurement of ^{137}Cs in soils of Tehran province, Iran. *Int. J. Radiat. Res.* 7(3) (2009) 141.
 28. T. Nasir, H. Al-Sulaiti, H.R. Patrick. Assessment of Radioactivity in Some Soil Samples of Qatar by Gamma-Ray Spectroscopy and the Derived Doses Rate. *Pakistan Journal of Scientific and Industrial Research. Series A: Physical Sciences* 55(3) (2012) 128.
 29. A.S. Alaamer. Characterization of ^{137}Cs in Riyadh Saudi Arabia Soil Samples. *World Journal of Nuclear Science and Technology* 2 (2012) 161.
 30. S. Harb et al. Natural Radioactivity of soil samples from some areas of Aden governorate, south of Yemen Region. *Int. J. Curr. Microbiol. App. Sci.* 3(11) (2014) 640.
 31. A. Durusoy, M. Yildirim. Determination of radioactivity concentrations in soil samples and dose assessment for Rize Province, Turkey. *J. Radiat. Res. Appl. Sci.* 10 (2017) 348.
 32. I.O.T. Yassine. Natural radioactivity in the Syrian environment. *J. Sci. Total. Environ.* 170(1) (1995) 119.
 33. O. Abu-Haija. Determination of Natural Radionuclides Concentrations in Surface Soil in Tafila, *Jordan. Mod. Appl. Sci.* 6(3) (2012) 87.
 34. H.H. Al-Gazaly et al. Natural radioactivity in the soil at regions around the uranium mine in Abu-Skhair Najaf Province, Iraq. *J. Adv. Appl. Sci. Res.* 5(1) (2014) 13.
 35. N.F. Tawfiq, H.L. Mansour, M.S. Karim. Natural Radioactivity in Soil Samples for Selected Regions in Baghdad Governorate. *International Journal of Recent Research and Review* 8(1) (2015) 1.
 36. United Nations Scientific Committee on the Effects of Atomic Radiation. *UNSCEAR 2000 Report to the General Assembly, with Scientific Annexes. Vol. 1. Sources and Effects of Ionizing Radiation* (New York, United Nations, 2000).

Надійшла/Received 07.08.2019