مقاله کنفرانسی

مجله سنجش و ایمنی پرتو، جلد ۱۱، شمارهٔ ٤، زمستان (ویژه‌نامه) ۱٤۰۱، صفحه ٤٥-٥۰

ششمین کنفرانس سنجش و ایمنی پرتوهای یون‌ساز و غیریون‌ساز (مردادماه ۱٤۰۰)

تاریخ دریافت مقاله: ۱٤۰۰/۰۷/۱٤، تاریخ پذیرش مقاله: ۱٤۰۱/۰٥/۰۹

اندازه‌گیری آهنگ دز ناشی از تابش زمینه در فضای باز در شهر رشت با استفاده از دزیمتر گازی

علیرضا آزادبر[۱*]، حامد بیگلی[۲] و سعیده حسینی‌خرطومی[۱]

[۱]گروه مهندسی هسته‌ای-پرتوپزشکی، واحد لاهیجان، دانشگاه آزاد اسلامی، لاهیجان، ایران.

[۲]گروه مهندسی هسته‌ای-پرتو پزشکی، دانشگاه آزاد اسلامی واحد علوم تحقیقات، تهران، ایران.

*گیلان، لاهیجان، دانشگاه آزاد اسلامی واحد لاهیجان، گروه مهندسی هسته‌ای، کدپستی: ٤۱٦٦۷۱٦۹٥٥

پست‌الکترونیکی: azadbar@liau.ac.ir

چکیده

پرتوگیری خارجی انسان به واسطه پرتوهای حاصل از منابع طبیعی به‌مراتب بیشتر از منابع مصنوعی است. در این پژوهش میزان تابش زمینه در فضای باز نقاط مختلف شهر رشت اندازه‌گیری شد و آهنگ دز ناشی از آن محاسبه گردید. در این مطالعه مقطعی، از دستگاه RDS-۱۱۰ برای اندازه‌گیری میزان تابش زمینه استفاده شد. برای اندازه‌گیری تابش زمینه در ارتفاع یکسان، از یک پایه فلزی به ارتفاع یک متر استفاده شد و دستگاه روی آن قرار گرفت. میزان آهنگ دز معادل تابش زمینه برای فضای باز در نه منطقه (شمال، جنوب، شرق، غرب، مرکز، شمال غربی، شمال شرقی، جنوب غربی و جنوب شرقی) و برای هر نقطه دوازده مرحله در فواصل زمانی ٥ دقیقه اندازه‌گیری شد. میانگین آهنگ دز معادل تابش زمینه و انحراف معیار آن در فضای باز برابر با ۷۹/٥±۸۸/۷٤ nSv/h می‌باشد که ۳٤ درصد بیشتر از میانگین جهانی آهنگ دز معادل است. هم‌چنین آهنگ دز مؤثر سالانه در فضای باز شهر رشت 0/098 ±0/007 mSv/y می‌باشد که در مقایسه با میانگین جهانی آهنگ دز مؤثر در فضای باز مقدار بیشتری را نشان می‌دهد.

کلیدواژگان: تابش زمینه، آهنگ دز، فضای باز، دز مؤثرسالانه، شهر رشت.

۱. مقدمه

در سال‌های اخیر، تابش‌های طبیعی در محیط مورد توجه قرار گرفته است. دلیل این توجه، نگرانی عمومی ناشی از اثرات تابش بر روی سلامتی انسان است. بیش‌ترین سهم تابش بشر ناشی از پرتوهای زمینه طبیعی و پرتوهای کیهانی است. طبق گزارش کمیته علمی سازمان ملل متحد در مورد تأثیرات تابش‌های اتمی (UNSCEAR2000) وگزارش سازمان انرژی اتمی (IAEA) میانگین دز تابش زمینه برابر ۲/٤ میلی‌سیورت در سال است که از این مقدار سهم تابش‌گیری خارجی ناشی از منابع طبیعی زمینی به‌طور متوسط در سال ۰/٤۸ میلی‌سیورت است که ۰/٤۱ میلی‌سیورت مربوط به محیط داخل با فاکتور اشغال ۰/۸ و مقدار ۰/۰۷ مربوط به قرارگیری در هوای آزاد با فاکتور اشغال ۰/۲ است [۲،۱].

پرتوهایی که در تابش زمینه نقش دارند، معمولاً تابش‌های گاما و ایکس می‌باشند. انرژی پرتو گامای محیطی غالباً کمتر از ۱/۵ MeV است و انرژی بالاتر از آن مربوط به تالیوم با انرژی ۲/٦١٤ MeV می‌باشد اما درصد فراوانی آن در محیط بسیار کم می‌باشد. طبق گزارش کمیته علمی سازمان ملل متحد بیشترین دز محیطی مربوط به عناصر موجود در خاک است که عمده‌ترین این عناصر رادیوم، توریوم و پتاسیم می‌باشند و بیش‌ترین انرژی متعلق به پتاسیم با مقدار ۱/٤٦ MeV می‌باشد [۳،۱]. به‌همین دلیل سقف انرژی قابل اندازه‌گیری در دزیمترهای محیطی ۱/۵ MeV درنظر گرفته می‌شود. غلظت عناصر پرتوزا در پوسته زمین براساس خصوصیات جغرافیایی منطقه و ساختار زمین‌شناسی در مناطق مختلف متفاوت است [٦٠٤] بنابراین اندازه‌گیری پرتوگیری از منابع طبیعی در هر منطقه یک امر ضروری است، زیرا می‌تواند مناسب بودن محیط برای یک زندگی سالم را تعیین نماید.

در ایران مطالعات متعددی در استان‌ها و شهرهای مختلف کشور نظیر لرستان، هرمزگان، سیستان و بلوچستان، همدان، تهران، رامسر، زنجان، یزد و اردبیل انجام گرفته است [۷-۱۱]. هم‌چنین در دنیا نیز اینگونه مطالعات در کشورها و شهرهای مختلف انجام گرفته است [١٤-١٢].

مطالعات مختلف سطح گامای زمینه ناشی از منابع طبیعی را برای ارزیابی دز مؤثر سالیانه جامعه، در فضای باز و هم در فضای بسته گزارش کرده‌اند. مقادیر میانگین جهانی آهنگ دز ناشی پرتوهای گاما در فضای باز برابر ۵۹ $nSv.h^{-1}$ با محدوده ۱۸ تا ۱۹۳ و برای فضای بسته ۸٤ $nSv.h^{-1}$ با محدوده ۲۰ تا ۲۰۰ گزارش شده است [۱۵،١٦].

نتایج مطالعات مرتبط با اندازه‌گیری آهنگ دز گامای زمینه‌ای با منشأ طبیعی و محاسبه میزان دز مؤثر سالیانه می‌تواند برای ارزیابی خطر بروز اتفاقی سرطان ناشی از این تابش در جامعه و تحلیل نتایج مطالعات اپیدمیولوژیک مرتبط با سرطان مفید باشد. هم‌چنین با ثبت داده‌های این مطالعات هرگونه تغییر احتمالی در رادیواکتیو محیطی به‌دلیل فعالیت‌های هسته‌ای، صنعتی و دیگر فعالیت‌های انسانی مشخص می‌شود. با توجه به اهمیت این موضوع مطالعه حاضر به‌منظور تعیین آهنگ دز گاما با منشأ طبیعی و محاسبه میزان دز مؤثر سالیانه و تخمین در این راستا، اندازه‌گیری آهنگ دز ناشی از تشعشعات زمینه در فضای باز در شهر رشت (مرکز استان گیلان) می‌تواند به‌عنوان یک مسأله قابل بررسی باشد.

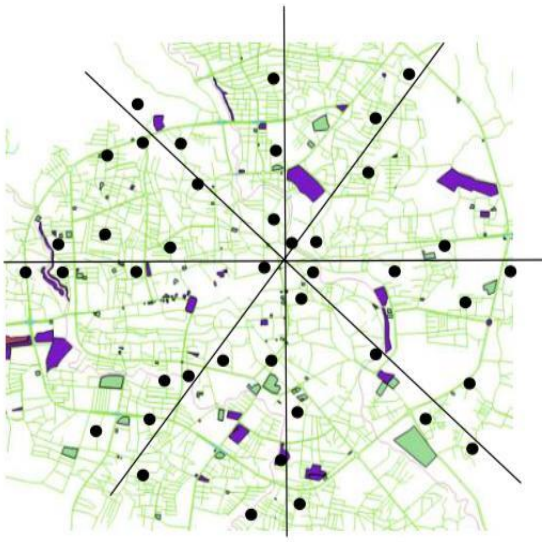
۲. روش انجام تحقیق

این مطالعه از نوع مقطعی می‌باشد که در زمستان سال ۱۳۹۹ انجام پذیرفت. اندازه‌گیری‌ها به وسیله پایش‌گر مدل RDS-۱۱۰ انجام گرفت. پایشگر RDS-۱۱۰ مدلی از آشکار سازهای گازی می‌باشد که در ناحیه گایگر مولر کار می‌کند و توانایی اندازه‌گیری آهنگ دز معادل درمحـدوده ۰/۰۵ µSv/h تا ۱۰۰ mSv/h با دقت یک صدم میکروسیورت را دارد.

این دستگاه بیشترین حساسیت را به سطوح کم ایکس، بتا و گاما نشان می‌دهد و پیش از انجام این مطالعه دستگاه توسط شرکت سازنده (رادوس فنلاند) برای مدت ۲ سال کالیبره گردید.

برای این که اندازه‌گیری آهنگ دز کلیه نقاط در شرایط یکسان انجام گیرد از یک چهارپایه فلزی به ارتفاع یک متر استفاده گردید. بر طبق پروتکل استاندارد، محلی که برای اندازه‌گیری آهنگ دز معادل انتخاب شد، در ارتفاع یک‌متری بالاتر از سطح زمین و در فاصله حداقل ۵ m با دیوارهای کناری یا ساختمان قرار گرفت و فضای بالای سر آن هیچ سقفی قرار نداشت. بر پایه نقشه جغرافیایی شهر رشت در موقعیت ۳۷ درجه و ١٦ دقیقه عرض شمالی و ٤٩ درجه و ٣٦ دقیقه طول شرقی قرار دارد و اندازه‌گیری‌ها در فضاهای باز برای ۹ منطقه جغرافیایی (شمال، جنوب، شرق، غرب، مرکز،

شمال غربی، شمال شرقی، جنوب غربی و جنوب شرقی) شهر رشت در طول روز صورت پذیرفت. اندازه‌گیری آهنگ دز معادل ناشی از تابش زمینه در فضای باز انجام گرفت.



شکل (۱): نقشه شهر رشت و تقسیم‌بندی آن به نه منطقه (شمال، جنوب، شرق، غرب، شمال شرقی، شمال غربی، جنوب غربی، جنوب شرقی، مرکز).

اندازه‌گیری آهنگ دز معادل گامای محیطی برای هر نقطه به‌مدت یک ساعت انجام گرفت و اعدادی که پایش‌گر نشان می‌داد هر پنج دقیقه یک‌بار یادداشت شد و در مجموع برای هر نقطه ۱۲ عدد به‌دست آمد، چون در فضای باز و در هر منطقه در شش نقطه این کار انجام گرفت مجموعاً ۷۲ عدد برای هر منطقه محاسبه شد. اطلاعات به‌دست آمده پس از طبقه‌بندی، توسط نرم‌افزار EXCEL و با آزمون آماری T(T test) مورد تجزیه و تحلیل قرار گرفت و میانگین آهنگ دز معادل و انحراف معیار محاسبه و استخراج قرار گرفت. برای محاسبه درصد تفاوت با میانگین جهانی آهنگ دز معادل از رابطه ۱ استفاده گردید که در این رابطه X برحسب درصد می‌باشد. D میانگین آهنگ دز معادل و A میانگین مجاز آهنگ دز معادل در فضای باز می باشد.

$$X=\frac{D-A}{A}\times ۱۰۰ \qquad (۱)$$

در ادامه برای محاسبه آهنگ دز مؤثر سالیانه در فضای باز از رابطه ۲ استفاده گردید [۱۷].

$$E= D_{out}\times Time\times OF\times CC \qquad (۲)$$

OF(Occupancy Factor) _ CC(Conversion coefficient)

که در آن E دز مؤثر سالیانه، D_{out} میانگین آهنگ دز جذب شده تابش گاما در هوا، CC فاکتور تبدیل دز جذبی به دز مؤثر که برای افراد بزرگسال Sv/Gy ۰/۷ درنظر گرفته شد، OF فاکتور اشغال است که در محیط باز برابر ۰/۲ درنظر گرفته شد [۹،۱۰،۱۵،۱۶] و Time تعداد ساعت در یکسال را نشان می‌دهد که برابر با ۸۷۶۰ ساعت قرار گرفت.

۳. نتایج و بحث

تعداد ٦٤٨ اندازه‌گیری در فصل زمستان ۱۳۹۹ در نه منطقه شهر رشت (شمال، جنوب، غرب، شرق، مرکز، شمال شرق، شمال غربی، جنوب غربی و جنوب شرقی) و در هر منطقه شش نقطه مختلف در فضای باز انجام شد. جدول ۱ میانگین و انحراف استاندارد آهنگ دز معادل را در مناطق مشخص شده برحسب nSv/h و در ارتفاع یک متری را نشان می‌دهد. میانگین دز معادل در هر منطقه با میانگین جهانی آهنگ دز معادل در فضای باز ۵۹ nSv/h مقایسه شد [۱۸، ۱۹]. با استفاده از رابطه ۱ میزان اختلاف با میانگین جهانی آهنگ دز معادل تعیین شد و درصد بالاتر و پایین‌تر از میانگین جهانی با علامت مثبت و منفی به‌ترتیب مشخص گردید.

جدول (۱): میانگین آهنگ دز معادل در فضای باز مناطق مختلف شهر رشت برحسب nSv/h.

نام منطقه شهر رشت	میانگین آهنگ دز معادل برحسب nSv/h	انحراف معیار (SD)	تعداد اندازه‌گیری	مقایسه با میانگین جهانی درصد بالا(+) پایین(−)
شمال	۸۲	۸/۶۷	۷۲	٪+۳۸
جنوب	۷۶	۱۲/۲۲	۷۲	٪+۲۸
غرب	۸۲	۱۰/۶۱	۷۲	٪+۳۸
شرق	۷۱	۱۳/۱۵	۷۲	٪+۲۰
مرکز	۹۲	۶/۳۱	۷۲	٪+۵۶
شمال غرب	۸۰	۱۲/۲۱	۷۲	٪+۳۵
شمال شرق	۷۶	۱۱/۲۱	۷۲	٪+۲۸
جنوب غرب	۷۹	۸/۳۵	۷۲	٪+۳۳
جنوب شرق	۸۱	۹/۹۲	۷۲	٪+۳۷
میانگین شهر	۷۹/۸۸	۵/۷۴	۶۴۸	٪+۳۴

با استفاده از رابطه ۲ محاسبات دزیمتری انجام شد. مقدار دز مؤثر سالانه ناشی از تابش زمینه در فضای باز نقاط مختلف شهر رشت تعیین و در جدول ۲ درج شده است. مقدار مجاز دز ناشی از تابش زمینه در یکسال ۰/۴۸ mSv/y می‌باشد [۲۱،۲۰]. با احتساب ضریب اشغال ۰/۲ برای فضای باز، مقدار مجاز دز در فضای باز مقدار ۰/۰۷۲ mSv/y می‌باشد.

جدول (۲): مقدار آهنگ دز مؤثر در فضای باز شهرستان رشت و مقایسه آن با میانگین جهانی.

نام منطقه شهر رشت	دز در فضای باز بر حسب mSv/y	انحراف معیار	مقدار میانگین دز در فضای باز mSv/y
شمال	۰/۱۰۰	۰/۰۰۵۴	۰/۰۷۲
جنوب	۰/۰۹۳	۰/۰۱۸۵	۰/۰۷۲
غرب	۰/۱۰۰	۰/۰۰۵۴	۰/۰۷۲
شرق	۰/۰۸۷	۰/۰۹۶۹	۰/۰۷۲
مرکز	۰/۱۱۲	۰/۱۷۹۸	۰/۰۷۲
شمال غرب	۰/۰۹۸	۰/۰۰۱۱	۰/۰۷۲
شمال شرق	۰/۰۹۳	۰/۰۱۸۵	۰/۰۷۲
جنوب غرب	۰/۰۹۶	۰/۰۰۰۹	۰/۰۷۲
جنوب شرق	۰/۰۹۹	۰/۰۰۱۵	۰/۰۷۲
میانگین شهر	۰/۰۹۸	۰/۰۰۷	۰/۰۷۲

همان‌طور که از نتایج مشخص است میانگین آهنگ دز معادل در فضای باز شهر رشت ۷۹/۸۸ nSv/h به‌دست آمد و با توجه به این که شهر رشت در ارتفاع کمتری از سطح دریا قرار دارد آهنگ تابش زمینه کمتری نسبت به نقاط با ارتفاع بالاتر دارد. هر چند مقدار آن در مقایسه با مقدار میانگین جهانی که ۵۹ nSv/h است بیشتر می‌باشد و این روند در پژوهشی که در سایر نقاط کشور در اندازه‌گیری تابش زمینه در فضای باز انجام شده است هم‌خوانی دارد. در پژوهشی که در استان لرستان توسط غلامی و همکاران صورت گرفت، آهنگ دز در فضای باز ۱۰۸ nSv/h [۱۰]، در پژوهشی در استان کردستان توسط بحرینی طوسی و همکاران آهنگ دز در فضای باز مقدار ۱۱۱ nSv/h [۲۲] و در پژوهشی در شهر بجنورد میانگین آهنگ دز در فضای باز ۱۳۳/۷ nSv/h [۲۳] و در پژوهشی که در بوشهر توسط پاشازاده و همکاران انجام گرفت، آهنگ دز

معادل در فضای باز ۵۲ nSv/h [۱۷] به‌دست آمد که نشان می‌دهد آهنگ دز در نقاط مرتفع‌تر بیشتر و در نقاط کم‌ارتفاع کم‌تر است. هم‌چنین دز مؤثر دریافتی سالانه ناشی از پرتوهای زمینه برابر با ۰/۰۹۸ میلی‌سیورت به‌دست آمد که کمی بیشتر از میانگین جهانی که حدود ۰/۰۷ میلی‌سیورت است می‌باشد. این مقدار دز دریافتی از مشهد (۰/۱۰ میلی‌سیورت) [۲٤] و تبریز و ارومیه(۰/۱٤ میلی‌سیورت) [۲۵] کمتر است. اختلاف مشاهده شده بین نتایج این تحقیق و سایر مطالعات را می‌توان به اختلاف جنس لایه‌های زمین‌شناختی و اختلاف ارتفاع و عرض جغرافیایی نسبت داد. با توجه به اندازه‌گیری انجام شده شهر رشت را می‌توانیم جز مناطق با زمینه نرمال درنظر بگیریم یعنی میزان آهنگ دز جذبی آن با استانداردهای بین‌المللی حد مجاز دز جذبی مطابقت دارد.

٤. نتیجه‌گیری

میانگین آهنگ دز معادل در فضای باز شهر رشت ۷۹/۸۸ nSv/h به‌دست آمد، در مقایسه با مقدار میانگین جهانی که ۵۹nSv/h است بیشتر می‌باشد و این روند در پژوهشی که در سایر نقاط کشور در اندازه‌گیری تابش زمینه در فضای باز انجام شده است هم‌خوانی دارد. هم‌چنین دز مؤثر دریافتی سالانه ناشی از پرتوهای زمینه برابر با ۰/۰۹۸ میلی‌سیورت به‌دست آمد که کمی بیشتر از میانگین جهانی که حدود ۰/۰۷ میلی‌سیورت است می‌باشد، با این وجود با توجه به اندازه‌گیری انجام شده شهر رشت را می‌توانیم جز مناطق با زمینه نرمال در نظر بگیریم.

۵. مراجع

1. UNSCEAR. Sources and effects of ionizing radiation-report to general assembly. New York: United Nations Scientific Committee on the effects of Atomic Radiation; 2000.
2. Agency IAE. Protection of the public against exposure indoors due to radon and other natural sources of radiation: International Atomic Energy Agency, 2015.
3. United Nations Scientific Committee on the Effects of Atomic Radiation. Sources, effects and risks of ionizing radiation. United Nations Pub. 2016.
4. M. Pérez, E. Chávez, M. Echeverría, R. Córdova, C. Recalde. Assessment of natural background radiation in one of the highest regions of Ecuador. *Radiat. Phys. Chem*. 146 (2018) 73-76.
5. H. T. Abba, W. M. S. W. Hassan, M. A. Saleh, A. S. Aliyu, A. T. Ramli. Assessment of terrestrial Gamma radiation dose levels and isodose mapping of some selected areas of Jos Plateau, Nigeria. *Adv. Sci. Lett*. 24 (2018) 3592-3596.
6. M. Haghparast, M. Afkhami, M. Navaser, S. Refahi M. Najafzadeh, H. Ghaffari, M. Masoumbeigi. Assessment of background radiation levels in the southeast of Iran, *Med. J. Islam. Repub. Iran* 34 (1) (2020) 404-407.
7. F. Bouzarjomehri, M. H. Ehrampoush. Gamma background radiation in Yazd province; A preliminary report. *Iran J. Radiat. Res*. 3 (1) (2005) 17-20.
8. S. Hazrati, A. N. Baghi, H. Sadeghi, M. Barak, S. Zivari, S. Rahimzadeh. Investigation of natural effective gamma dose rates case study: Ardebil Province in Iran. *Iran. J. Environ. Health Sci. Eng*. 9 (1) (2012) 1-6.
9. A. Eslami, A. Shahsavani, M. H. Saghi, L. Akhoondi, A. Goorani. Outdoor gamma radiation measurment in order to estimate the annual effective dose and excess lifetime cancer risk for residents of tehran, *Iran. J. Air. Pollut. Health* 1 (4) (2016) 243-250.
10. M. Gholami, S. Mirzael, A. Jomehzadeh. Gamma background radiation measurement in Lorestan province. *Iran. J. Radiat. Res.* 9 (2) (2011) 89-93.
11. N. Rostampour, T. Almasi, M. Rostampour, M. Mohammadi, K. Ghazikhanlou Sani, H. R. Khosravi, S. M. Hosseini Pooya, B. Golzar, N. Jabari Vesal. An investigation of gamma background radiation in Hamadan province, *Iran. Radiat. Prot. Dosimetry* 152 (4) (2012) 438-443.
12. M. K. Jindal, S. K. Sar, T. Baghel, D. S. Wadhwa. Statistical study of the factors affecting out door Gamma dose rate and impact of season, *J. Geo. Soc. India* 97 (2021) 85-93.
13. S. Harb. Natural radioactivity and external gamma radiation exposure at the coastal Red Sea in Egypt. *Radiat. Prot. Dosimetry* 130 (2008) 376.
14. B. Goddard, E. Bosc, S. Al Hasani, C. Lloyd. Evaluation of background radiation dose contributions in the United Arab Emirates. *J. Environ Radioact*. 189 (2018) 191-196.
15. United Nations Scientific Committee on the Effects of Atomic Radiation. Sources,effects and risks of ionizing radiation. United Nations Pub. 2016.

16. R. Ahmed. Measurement the average gamma rate radiation for some regions in Baghdad city. *J. Kufa Phys*. 4 (1) (2012) 48-55.
17. A. M. Pashazadeh, M. Aghajani, I. Nabipour, M. Assadi. Annual effective dose from environmental gamma radiation in Bushehr city. *J. Environ. Health Sci. Eng*. 12 (2014) 1-4.
18. R. Wakeford. Radiation in the workplace a review of studies of the risks of occupational exposure to ionizing radiation. *J. Radiol. Prot*. 29 (2009) 61-79.
19. S. A. Carpy, W. Kobel, J. Doe. Health risk of low-dose pesticides mixtures: a review of the 1985-1998 literature on combination toxicology and health risk assessment. *J. Toxicol. Environ Health B Crit. Rev*. 3 (2000) 1-25.
20. D. Laurier, D. Gay. Risks associated to ionizing radiation from natural sources. *Rev. Part*. 65 (2015) 74-78.
21. K. Satio, N. Petoussihenss, M. Zank. Calculation of the effective dose and its variation from environmental gamma ray sources. *Health Phys*. 74 (1998) 698-706.
22. M. T. Bahrenitoosi, M. Yarahmadi. Comparison of indoor and outdoor dose rates from environmental gamma radiation in Kurdistan provinvce. *Kerman Uni. Med. Sci. J*. 16 (2005) 255-262.
23. H. R. Sadoughi, M. Khosroabadi, M. Bakhshabadi, H. Rezaei Moghaddam. Environ mental gamma dose rate in the open space of Bojnourd City, *J. North Khorasan Uni*. 7 (1) (2015) 93-100.
24. M. T. Bahreini, M. H. Arooji. Assessment of environmental gamma radiation in Mashhad and the surrounding areas, *Iran. J. Basic Med. Sci*. 2 (3) (1998) 117-121.
25. M. T. Bahreini, A. Sadeqzade-Aghdam.Assessment of environmental gamma radiation in the region of Azerbaijan, *J. Med. Sci*. 2 (2) (1999) 1-7.