

## مقایسه آهنگ دوز ناشی از تابش اشعه گامای محیطی در فضاهای باز و بسته در استان کردستان

دکتر محمد تقی بحرینی طوسی<sup>۱</sup>، مهراں یاراحمدی<sup>۲\*</sup>

### خلاصه

مقدمه: بررسی تابش زمینه و دوز ناشی از آن از این لحاظ قابل اهمیت است که بشر همواره در معرض این پرتوها قرار دارد. پرتوهای یونیزان در برخورد با بدن انسان یا عبور از آن از خود انرژی به جا می گذارند و انتقال انرژی به بافت زنده، آثار سوء بیولوژیکی به جا می گذارد. با توجه به اینکه سطح تابش زمینه در فضاهای باز و بسته متفاوت است و افراد اغلب وقت خود را در فضای بسته صرف می کنند در این تحقیق میزان تابش گامای محیطی در شهرهای استان کردستان برای دو فضای باز و بسته به طور جداگانه مورد بررسی و مقایسه قرار گرفت.

روش: به منظور تعیین آهنگ دوز در فضای باز در هر شهر چهار ایستگاه در امتداد چهار جهت اصلی و یک ایستگاه در مرکز شهر انتخاب گردید. برای فضای بسته نیز در هر شهر با توجه به نوع ساختمان های موجود دو ایستگاه انتخاب گردید. در هر یک از ایستگاه ها آهنگ دوز با استفاده از دستگاه سرویتر RDS-110 در ارتفاع یک متری از سطح زمین، به مدت یک ساعت اندازه گیری گردید.

یافته ها: میانگین آهنگ دوز در فضای باز و بسته، برای شهرهای استان کردستان برحسب نانوسیورت در ساعت به ترتیب به صورت زیر به دست آمد: بانه (SD=۵) و ۱۳۴ (SD=۲۵)، بیجار (SD=۱۷) و ۱۱۳ (SD=۸) و ۱۴۱ (SD=۱۲) و دیواندره (SD=۸) و ۱۱۰ (SD=۱۲) و ۱۳۴ (SD=۱۱) و سنندج (SD=۱۲) و ۱۱۰ (SD=۴) و ۱۳۳ (SD=۲۰) و ۱۱۴ (SD=۴) و ۱۶۰ (SD=۴) و کامیاران (SD=۴) و ۹۲ (SD=۱۴) و ۱۱۵ (SD=۹) و ۱۱۰ (SD=۱۸) و ۱۲۲.

نتیجه گیری: میانگین آهنگ دوز فضای بسته در بانه ۲۴ درصد، در بیجار ۲۴ درصد، در دیواندره ۲۲ درصد، در سنندج ۲۸ درصد، در سنندج ۲۱ درصد، در قروه ۴۰ درصد، در کامیاران ۲۵ درصد و در میوان ۱۱ درصد بیشتر از میانگین آهنگ دوز در فضای باز این شهرها می باشد.

واژه های کلیدی: گامای محیطی، آهنگ دوز، فضای باز، فضای بسته

۱-استاد فیزیک پزشکی، مرکز تحقیقات فیزیک پزشکی، پژوهشکده بوعلی، دانشگاه علوم پزشکی مشهد ۲-مری گروه فیزیک پزشکی، دانشکده پزشکی، دانشگاه علوم پزشکی کردستان

\* نویسنده مسؤل، آدرس: گروه فیزیک پزشکی، دانشکده پزشکی، دانشگاه علوم پزشکی، سنندج • آدرس پست الکترونیک: Mehranyar@yahoo.com

## مقدمه

بشر همواره در معرض پرتوهای یونیزان قرار داشته است این پرتوها از منابع مختلفی سرچشمه می گیرند. پرتوهای یونیزانی که موجودات زنده همواره و به طور طبیعی در معرض آنها قرار دارند پرتوهای زمینه نامیده می شوند (۱). وجود هر مانعی بر سر راه پرتوها می تواند بر میزان پرتوگیری از تابش زمینه تأثیر بگذارد و بنابراین میزان تابش زمینه در دو فضای باز و بسته متفاوت خواهد بود. فضای باز محیطی است که غیر از هوا هیچ مانع دیگری بر سر راه پرتوها وجود ندارد.

منابع پرتوزا در فضای باز از دو منشأ کیهانی و زمینی سرچشمه می گیرند. همچنین مواد رادیواکتیوی که پس از آزمایشات هسته‌ای در فضا و نیز از طریق نیروگاه‌های هسته‌ای روی زمین ریزش می کنند، می توانند در پرتوزایی محیطی سهم باشند البته این مورد جزء منابع طبیعی به حساب نمی آید (۲).

در ارزیابی میزان پرتوگیری در فضای بسته دو نکته قابل توجه است. اول اینکه مصالح ساختمانی به عنوان یک محافظ در مقابل تشعشعات خارجی کیهانی و زمینی عمل می کنند و دیگر اینکه خود می توانند به عنوان یک منبع پرتوزا عمل کنند و باعث افزایش آهنگ دوز در داخل ساختمان‌ها گردند که میزان افزایش به غلظت رادیونوکلئوئیدهای طبیعی موجود در مصالح ساختمانی بستگی دارد (۳). با توجه به اینکه اغلب افراد نزدیک به ۸۰ درصد وقت خود را در فضای بسته می گذرانند، برآورد آهنگ دوز جذبی در این محیط‌ها نیز ضروری است. در این ارتباط پژوهش‌هایی انجام شده است که در زیر به برخی از آنها اشاره می شود.

آهنگ دوز جذبی برای خانه‌هایی که در سوئد با بتن سبک ساخته شده‌اند  $230 \text{ nGy/h}$  برآورد شده است (۴). آهنگ دوز خانه‌هایی که در چکسلواکی ساخته

شده و دیوارهای بیرونی حاوی ترکیبات اورانیوم است  $1000 \text{ nGy/h}$  گزارش شده است (۵). این مقدار برای خانه‌های ساخته شده با آجر گلی در جامائیکا  $200 \text{ nGy/h}$  (۶) و برای خانه‌های ساخته شده با سنگ گرانیت در انگلستان  $100 \text{ nGy/h}$  اعلام گردیده است (۷) همچنین آهنگ دوز در فضای باز و بسته شهر هنگ کنگ به ترتیب  $162 \text{ nGy/h}$  و  $186 \text{ nGy/h}$  و شهر شینزن به ترتیب  $129 \text{ nGy/h}$  و  $145 \text{ nGy/h}$  بوده است (۸). در تحقیقات مشابهی در ناحیه آموری ژاپن میانگین آهنگ دوز در فضای باز و بسته به ترتیب  $28 \text{ nGy/h}$  و  $41 \text{ nGy/h}$  اعلام گردیده است (۹). در ایالت کارناتا کای هند نیز میانگین آهنگ تابشی گامای محیطی در فضای باز  $74 \text{ nSv/h}$  برآورد گردیده است (۱۰). تحقیقات انجام شده در ایران نشان می دهد که میانگین آهنگ دوز سالانه شهر اصفهان در فضای باز  $1/16 \text{ mGy/y}$  می باشد (۱۱). همچنین این مقدار برای فضای بسته شهرهای تبریز و ارومیه در منطقه آذربایجان به ترتیب  $147 \text{ nGy/h}$  و  $154 \text{ nGy/h}$  و برای فضای باز در هر دو شهر  $114 \text{ nGy/h}$  گزارش شده است (۱۲). در استان خراسان نیز میانگین آهنگ دوز برای ۲۴ شهر اندازه گیری شده است که مقادیر آن برای دو فضای باز و بسته در بیرجند به ترتیب  $86/4 \text{ nGy/h}$  و  $124/2 \text{ nGy/h}$ ، در بجنورد  $69/8 \text{ nGy/h}$  و  $112/2 \text{ nGy/h}$ ، در نیشابور  $112/2 \text{ nGy/h}$  و  $136/2 \text{ nGy/h}$  بوده و میانگین آهنگ دوز برای کل استان خراسان در فضای باز  $87/1 \text{ nGy/h}$  و در فضای بسته  $118 \text{ nGy/h}$  اعلام شده است (۱۳). در مطالعه حاضر آهنگ دوز جذبی ناشی از تابش گامای محیطی در فضای باز و بسته شهرهای استان کردستان برآورد شده و نتایج با مناطق طبیعی و با چند نقطه جهان مقایسه گردیده است.

## روش بررسی

به منظور برآورد آهنگ دوز جذبی از سرویتر RDS-110 که یک آشکارساز چندمنظوره برای اندازه گیری آهنگ دوز محیطی است استفاده می شود. دامنه اندازه گیری این وسیله از  $0.05 \mu\text{Sv/h}$  تا  $100 \text{mSv/h}$  و دقت آن یک صدم میکرو سیورت در ساعت می باشد. در فضای باز در هر کدام از شهرها پنج نقطه در امتداد جهات اصلی و مرکز شهر انتخاب گردید و با قراردادن دستگاه در ارتفاع یک متری از سطح زمین، در راستای شمال - جنوب و به صورت افقی، آهنگ دوز ناشی از گامای محیطی اندازه گیری شد (۱۴).

برای تعیین آهنگ دوز جذبی در فضای بسته با توجه به اینکه اکثر خانه های موجود در شهرهای استان کردستان دارای دیوارهایی از جنس آجر و ملات سیمان می باشند و سقف آنها از تیر آهن و آجر با ملات گچ و خاک ساخته شده، در هر شهر نمونه ای از این ساختمان ها انتخاب گردید. همچنین در هر یک از شهرها یک ساختمان با سقف تیر چوبی نیز انتخاب گردید که در این نوع ساختمان ها روی تیرهای چوبی لایه ای از گل قرار می گیرد. لازم به ذکر است که در هر دو نوع از خانه های فوق الذکر، دیوارهای داخلی با خاک - گچ و یک لایه گچ روی خاک - گچ پوشانده می شود. در این تحقیق خانه های با سقف تیر آهن، فضای بسته اول و خانه های با سقف تیر چوبی، فضای بسته دوم نام گذاری شده اند. در شهر بانه علاوه بر دو فضای بسته مذکور فضای بسته سوم که یک خانه تمام گلی با دیوارهای با ضخامت حدود یک متر بود انتخاب گردید. در شهر مریوان نیز کنار دریاچه زیر بار به عنوان یک ایستگاه انتخاب گردید. در هر یک از ایستگاه های انتخاب شده فضاهای باز و بسته، آهنگ دوز به مدت یک ساعت اندازه گیری گردید.

## نتایج

نتایج به دست آمده برای هر یک از شهرهای استان کردستان در جداول ۸-۱ درج گردیده اند. در این جداول مقادیر مینیمم، ماکزیمم، میانگین آهنگ دوز، انحراف معیار و اشتباه معیار برای پنج فضای باز و دو فضای بسته هر شهر ارائه گردیده است. نتایج به دست آمده برای شهرهای استان کردستان به ترتیب حروف الفبا به صورت زیر می باشد.

جدول ۱. مقادیر آهنگ دوز در شهر بانه

ایستگاه	کمیت / آهنگ دوز جذبی (nSv/h)				
	S.E	S.D	Mean	Max	Min
شماره ۱	۱/۸۳	۱۹	۱۳۵	۱۹۰	۹۰
شماره ۲	۲/۷	۲۷	۱۳۷	۱۹۰	۸۰
شماره ۳	۲/۶۲	۲۷	۱۳۶	۱۹۰	۹۰
شماره ۴	۲/۳۱	۱۹	۱۲۵	۱۷۰	۹۰
شماره ۵	۲/۹۵	۲۷	۱۳۵	۲۱۰	۹۰
فضای بسته اول	۳/۱۹	۳۰	۱۴۸	۲۴۰	۱۰۰
فضای بسته دوم	۳/۲	۳۴	۱۸۴	۲۹۰	۹۰
فضای بسته سوم	۲/۸۳	۳۱	۱۹۹	۲۸۰	۱۰۰

جدول ۲. مقادیر آهنگ دوز در شهر بیجار

ایستگاه	کمیت / آهنگ دوز جذبی (nSv/h)				
	S.E	S.D	Mean	Max	Min
شماره ۱	۱/۹۹	۱۸	۱۰۶	۱۴۰	۵۰
شماره ۲	۱/۵۱	۱۴	۱۱۷	۱۵۰	۹۰
شماره ۳	۱/۶۱	۱۳	۹۹	۱۳۰	۹۰
شماره ۴	۱/۱۶	۱۰	۱۰۳	۱۲۰	۸۰
شماره ۵	۳/۳۱	۳۳	۱۴۱	۲۵۰	۸۰
فضای بسته اول	۲/۵۸	۲۷	۱۳۵	۱۸۰	۹۰
فضای بسته دوم	۳/۵۵	۳۸	۱۴۶	۲۱۰	۸۰

جدول ۶. مقادیر آهنگ دوز در شهر قروه

آهنگ دوز جذبی (nSv/h)					کمیت ایستگاه
S.E	S.D	Mean	Max	Min	
۱/۸۳	۱۶	۱۱۰	۱۵۰	۸۰	شماره ۱
۱/۹۱	۱۹	۱۴۵	۱۸۰	۹۰	شماره ۲
۲/۳	۱۸	۱۱۶	۱۶۰	۹۰	شماره ۳
۳/۳۶	۲۵	۸۹	۱۴۰	۵۰	شماره ۴
۲/۵۱	۲۱	۱۱۰	۱۵۰	۷۰	شماره ۵
۲/۸۴	۲۶	۱۵۲	۱۹۰	۹۰	فضای بسته اول
۲/۲۵	۲۴	۱۶۷	۲۳۰	۹۰	فضای بسته دوم

جدول ۳. مقادیر آهنگ دوز در شهر دیواندره

آهنگ دوز جذبی (nSv/h)					کمیت ایستگاه
S.E	S.D	Mean	Max	Min	
۱/۸۹	۱۶	۱۱۰	۱۵۰	۸۰	شماره ۱
۲/۰۸	۱۶	۱۰۶	۱۴۰	۸۰	شماره ۲
۱/۷۵	۱۵	۹۸	۱۳۰	۷۰	شماره ۳
۲/۰۹	۱۸	۱۱۳	۱۵۰	۸۰	شماره ۴
۱/۷۵	۱۴	۱۲۱	۱۵۰	۱۰۰	شماره ۵
۳/۰۴	۲۵	۱۲۵	۱۹۰	۸۰	فضای بسته اول
۳/۳۹	۲۸	۱۴۲	۱۹۰	۸۰	فضای بسته دوم

جدول ۷. مقادیر آهنگ دوز در شهر کامیاران

آهنگ دوز جذبی (nSv/h)					کمیت ایستگاه
S.E	S.D	Mean	Max	Min	
۲/۸۴	۲۲۰	۸۷	۱۴۰	۵۰	شماره ۱
۲/۸۱	۲۱	۹۶	۱۵۰	۶۰	شماره ۲
۲/۵۱	۱۹	۹۷	۱۴۰	۷۰	شماره ۳
۲/۰۷	۱۶	۸۹	۱۲۰	۵۰	شماره ۴
۱/۸۴	۱۳	۹۱	۱۲۰	۷۰	شماره ۵
۲/۱۲	۱۷	۱۰۵	۱۴۰	۷۰	فضای بسته اول
۳/۸۶	۲۸	۱۲۵	۱۷۰	۷۰	فضای بسته دوم

جدول ۴. مقادیر آهنگ دوز در شهر سنقر

آهنگ دوز جذبی (nSv/h)					کمیت ایستگاه
S.E	S.D	Mean	Max	Min	
۱/۸۸	۱۵	۸۶	۱۲۰	۶۰	شماره ۱
۲/۸۱	۲۴	۱۱۸	۱۷۰	۸۰	شماره ۲
۲/۳۵	۲۳	۹۹	۱۶۰	۷۰	شماره ۳
۲/۰۴	۲۰	۱۰۸	۱۶۰	۷۰	شماره ۴
۲/۸۶	۲۳	۱۱۳	۱۶۰	۷۰	شماره ۵
۲/۱۴	۲۰	۱۲۶	۱۶۰	۹۰	فضای بسته اول
۳/۳۱	۲۶	۱۴۲	۱۹۰	۹۰	فضای بسته دوم

جدول ۸. مقادیر آهنگ دوز در شهر مریوان

آهنگ دوز جذبی (nSv/h)					کمیت ایستگاه
S.E	S.D	Mean	Max	Min	
۱/۹	۱۵	۱۱۴	۱۴۰	۸۰	شماره ۱
۱/۵۹	۱۴	۱۱۹	۱۴۰	۸۰	شماره ۲
۱/۲	۹	۱۰۶	۱۲۰	۹۰	شماره ۳
۱/۸۸	۱۵	۱۱۶	۱۵۰	۹۰	شماره ۴
۱/۹	۱۶	۹۶	۱۳۰	۷۰	شماره ۵
۳/۰۲	۲۵	۷۹	۱۴۰	۴۰	دریاچه زریبار
۲/۵۴	۲۲	۱۳۴	۱۹۰	۹۰	فضای بسته اول
۲/۸۳	۲۳	۱۰۹	۱۷۰	۸۰	فضای بسته دوم

جدول ۵. مقادیر آهنگ دوز در شهر سنندج

آهنگ دوز جذبی (nSv/h)					کمیت ایستگاه
S.E	S.D	Mean	Max	Min	
۱/۶	۱۴	۱۰۱	۱۳۰	۷۰	شماره ۱
۲/۸	۲۴	۱۰۹	۱۷۰	۷۰	شماره ۲
۲/۲	۲۱	۱۲۸	۱۸۰	۱۰۰	شماره ۳
۲/۶	۲۴	۱۱۵	۱۶۰	۷۰	شماره ۴
۲	۱۷	۹۹	۱۵۰	۷۰	شماره ۵
۲/۱	۲۰	۱۳۰	۱۷۰	۸۰	فضای بسته اول
۲/۹	۲۵	۱۳۶	۱۸۰	۸۰	فضای بسته دوم

## بحث و نتیجه گیری

میانگین آهنگ دوز در فضای باز و بسته برای شهرهای استان کردستان بر حسب نانو سیورت در ساعت به ترتیب به صورت زیر به دست آمد:

بانه (SD=۵) ۱۳۴، (SD=۲۵) ۱۶۶، بیجار (SD=۱۷) ۱۱۳، (SD=۸) ۱۴۱، دیواندره (SD=۸) ۱۱۰، (SD=۱۲) ۱۳۴، سقز (SD=۱۲) ۱۰۵، (SD=۱۱) ۱۳۴، سنندج (SD=۱۲) ۱۱۰، (SD=۴) ۱۳۳، قروه (SD=۲۰) ۱۱۴، (SD=۴) ۱۶۰، کامیاران (SD=۴) ۹۲، (SD=۱۴) ۱۱۵، مریوان (SD=۹) ۱۱۰ و (SD=۱۸) ۱۲۲.

نتایج به دست آمده نشان دهنده آن است که میانگین پرتوزایی فضای بسته در کلیه شهرهای استان کردستان از میانگین پرتوزایی فضای باز بیشتر است به طوری که میانگین آهنگ دوز فضای بسته در بانه ۲۴ درصد، در بیجار ۲۴ درصد، در دیواندره ۲۲ درصد، در سقز ۲۸ درصد، در سنندج ۲۱ درصد، در قروه ۴۰ درصد، در کامیاران ۲۵ درصد و در مریوان ۱۱ درصد بیشتر از میانگین آهنگ دوز در فضای باز این شهرها می باشد. افزایش میانگین آهنگ دوز در فضای باز در ساختمانها نسبت به فضای باز، با وجود تضعیف پرتوهای کیهانی به وسیله مصالح به کار برده شده در دیوارها و سقف این ساختمانها، نشان دهنده عملکرد هر یک از دیوارها، سقف و کف ساختمان به عنوان منبع پرتوزای زمینی در شش طرف می باشد.

در کلیه شهرهای استان (غیر از شهر مریوان) آهنگ دوز در خانه های با سقف تیر چوبی از آهنگ دوز در خانه های با سقف تیر آهنی بیشتر است. با توجه به اینکه میانگین جهانی ارائه شده برای ضریب عبور پرتوهای کیهانی از سقف و دیوارها برابر ۰/۸ می باشد (۲) این امر ممکن است نشان دهنده بیشتر بودن این ضریب در ساختمانهای با سقف تیر چوبی باشد یعنی به خاطر ضریب جذب کمتر سقفهای با تیر چوبی نسبت به سقفهای با

تیر آهنی، تضعیف صورت گرفته به وسیله این سقفها برای پرتوهای کیهانی کمتر از سقفهای با تیر آهنی بوده و درصد بیشتری از پرتوهای کیهانی وارد این ساختمانها می شوند.

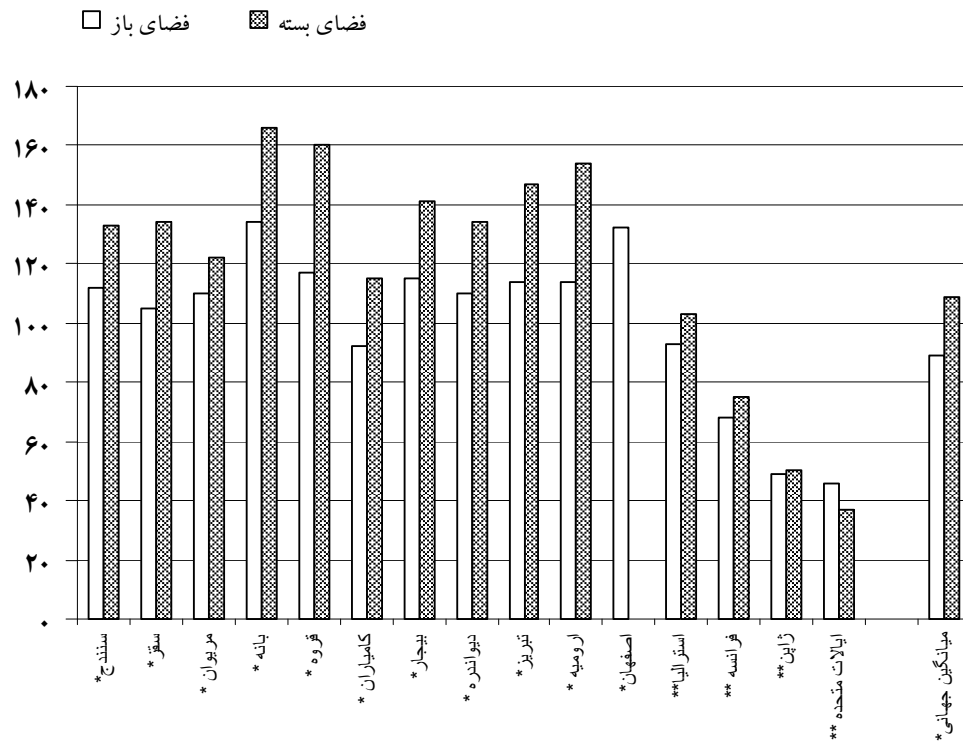
با توجه به اینکه میانگین آهنگ دوز گامای محیطی در فضای باز و بسته برای میانگین جهانی به ترتیب ۸۹ و ۱۰۹ نانوسیورت در ساعت می باشد (۱۵) در شهر بانه که بیشترین پرتوزایی را در استان کردستان دارد آهنگ دوز در فضای باز ۵۰ درصد و در فضای بسته ۵۲ درصد بیشتر از میانگین جهانی است. همچنین فضای بسته سوم در شهر بانه (خانه با دیوارها و سقف گلی) با آهنگ تابش ۱۹۹ nSv/h بیشترین تابش را در بین کلیه ایستگاههای انتخاب شده دارد. این موارد می تواند به خاطر بیشتر بودن پرتوزایی زمینی در این شهر باشد که باعث افزایش پرتوزایی در منازل می گردد که در ساخت آنها بیشتر از مصالح تهیه شده از زمینهای اطراف استفاده شده است. پیشنهاد می شود در این شهر موارد فوق با تحلیل خاک و تعیین غلظت مواد رادیواکتیو موجود در آن، به طور دقیق مورد بررسی قرار گیرد.

ایستگاه دریاچه زریبار مریوان با آهنگ دوز ۷۹ nSv/h دارای کمترین آهنگ دوز در بین کلیه ایستگاهها می باشد که این مورد می تواند به دلیل شیلد شدن حدود نصف پرتوهای زمینی به وسیله آب دریاچه باشد.

میانگین آهنگ دوز در فضاهای باز و بسته استان کردستان (SD=۱۵) ۱۱۱ و (SD=۲۰) ۱۳۸ نانو سیورت در ساعت برآورد گردید که به ترتیب ۲۵ درصد و ۲۷ درصد بیشتر از میانگین جهانی است. البته با توجه به این که در برخی از نقاط جهان افراد ساکن در معرض تابشهایی بیش از ده برابر مقادیر ذکر شده در استان کردستان هستند (۵)، می توان گفت آهنگ تابش گامای محیطی در استان کردستان نمی تواند در مرز خطر باشد.

از پرتوهای گامای زمینی است. وجود اختلاف در آهنگ دوز بین شهرهای کردستان و دیگر نقاط، به دلیل تفاوت ساختار زمین، ارتفاع از سطح دریا و عرض جغرافیایی شهرهای کردستان با هم و با دیگر نقاط می باشد. همان گونه که در نمودار مشاهده می شود در اکثر شهرها دوز جذبی از میانگین جهانی بالاتر است.

در نمودار ۱ آهنگ دوز شهرهای استان کردستان با مناطق طبیعی و همچنین برخی دیگر از شهرهای کشور و تعدادی از شهرهای خارج از کشور مقایسه شده است. در این نمودار آهنگ دوز در مناطقی که با علامت \* نشان داده شده اند ناشی از پرتوهای گامای زمینی و کیهانی است و در مناطقی که با علامت \*\* نشان داده شده اند صرفاً ناشی



شکل ۱. آهنگ دوز شهرهای استان کردستان و چند شهر دیگر ایران و جهان  
 آهنگ دوز در مناطق که با \* مشخص شده اند از پرتوهای گامای زمینی و کیهانی است و در مناطقی که با \*\* مشخص شده اند ناشی از صرفاً پرتوهای گامای زمینی است.

## Comparison of Indoor and Outdoor Dose Rates from Environmental Gamma Radiation in Kurdistan Province

Bahreyni Toossi M.T., Ph.D.<sup>1\*</sup>, Yarahmadi M., M.Sc.<sup>2</sup>

1. Professor of Medical Physics, Medical Physics Research Center, Bu-Ali Research Institute, Mashhad University of Medical Sciences, Mashhad, Iran

2. Instructor, Medical Physics Department, Faculty of Medicine, Kurdistan University of Medical Sciences, Kurdistan, Iran

\* Corresponding author, e-mail: Mehranyar@yahoo.com

(Received 6 Sep. 2007 Accepted 1 Jan 2009)

### Abstract

**Background & Aims:** Studying about background radiation is important because human beings are continuously exposed to these radiations which leave energy in tissues and the transferred energy leads to undesirable biologic effects. The level of background radiation differs in indoor and outdoor places. Since, people spend more time indoors, in this research environmental gamma dose rate for indoor and outdoor places of Kurdistan towns was determined and compared.

**Methods:** To estimate dose rate at outdoors, four stations in the length of main directions and one in the center of each city were selected. To estimate dose rate at indoors, two stations in each town according to the type of buildings were selected. In each station gamma dose rate was measured for one hour by RDS-110 servimeter at one meter height from the earth.

**Results:** The average of outdoor and indoor environmental gamma dose rate for Kurdistan towns obtained as follows: Baneh 134 (SD=5), 166 (SD=25) nSv/h, Bijar 113 (SD=17), 141 (SD=8) nSv/h, Divandareh 110 (SD=8), 134 (SD=12) nSv/h, Saqez 105 (SD=12), 134 (SD=11) nSv/h, Sanandaj 110 (SD=12), 133 (SD=4) nSv/h, Qorve 114 (SD=20), 160 (SD=4) nSv/h, Kamyaran 92 (SD=4), 115 (SD=14) nSv/h, Marivan 110 (SD=9), 122 (SD=18) nSv/h.

**Conclusion:** Data shows that indoor dose rates in Baneh (%24), Bijar (%24), Divandareh (%22), Saqez (%28), Sanandaj (%21), Qorveh (%40), Kamyaran (%25) and Marivan (%11) exceed outdoor dose rate in these towns.

**Keywords:** Environmental gamma, Dose rate, Indoor, Outdoor

Journal of Kerman University of Medical Sciences, 2009; 16(3): 255-262

### References

1. Butt KA, Ali A, Qureshi AA. Estimation of environmental gamma background radiation level in Pakistan. *Health Phys* 1998; 75 (1):63-6.
2. Moeller D, Sun LS. Comparison of natural background dose rates for residents of the Amargosa Valley, NV, to Those in Leadville, CO, and the States of Colorado and Nevada. *Health Phys* 2006; 91(4): 338-53.
3. Ramli AT, Sahrone S, Wagiran H. Terrestrial gamma radiation dose study to determine the baseline for environmental radiological health practices in melaka state, Malaysia. *J Radiol Prot* 2005; 25(4): 435-50.
4. Mjones L. Gamma radiation in Swedish dwellings. *Radiat Prot Dosim* 1986; 15: 131-40.

5. Tomas J, Hulka J and Salava J. New houses with high radiation exposure levels. Proceedings of the International Conference on High Levels of Natural Radiation, Ramsar 1990; 177-182. IAEA Vienna, 1993.
6. Pinnock WR. Measurements of radioactivity in Jamaican building materials and gamma dose equivalents in a prototype red mud house. *Health Phys* 1991; 61(5): 647-51.
7. Wrixon A.D, Green B.M.R, Lomas P.R, Miles J.C.H, Cliff K.D., Francis E.A, *et al.* Natural radiation exposure in UK dwellings. NRPB-R 190; 1988.
8. Man-yin WT, Chung-Chum Li. Terrestrial gamma radiation dose in Hong Kong. *Health Phys* 1992; 62(1): 77-81.
9. Lyogi T, Ueda S, Hisamafsu S, Kondo K, Harufa H, Katagiri H *et al.* Environmental gamma-ray dose rate in Aomori prefecture, Japan, *Health Phys* 2002; 82(4): 521-6.
10. Narayana. Y, Somashekarappa. HM, Karunakara. N, Avadhani DN, Mahesh HM, Siddappa K. Natural radioactivity in the soil samples of coastal Karnataka of South India. *Health Phys* 2001; 80(1):24-33.
11. Tavakoli M.B. Annual radiation background in the City of Isfahan. *Med Sci Monit* 2003; 9(7):.PH7-10.
12. Bahreyni Tossi M.T. Evaluation of environmental gamma radiation level in Azerbaijan area. *IJBMS* 2000; 3(1): 1-7.
13. Abdolrahimi M.R. Measurement of annual dose from environmental gamma radiation in Khorasan province. M.S.c. thesis, Mashhad University of Medical Sciences, Mashhad 2002.
14. Medeiros FH, Yoshimura EM. Influence of soil and buildings on outdoor gamma dose rates in Sao Paulo, Brazil. *Health Phys* 2005; 88(1):65-70.
15. United Nation Scientific Committee on the Effect of Atomic Radiation (UNSCEAR). Ionizing radiation sources and biological effects. Report to General Assembly United Nation, New York, 1993: 31-89.