بررسی وضعیت پرتوزایی طبیعی در منطقه هزار مسجد خراسان

دکتر محمدحسین بحرینی طوسی[1]، قربان صفائیان[1]

خلاصه

رادیواکتیویته طبیعی موجود در پوسته زمین سهم عمده ای در پرتوگیری بشر از تشعشعات یونیزان زمینه دارد. اهمیت این منبع پرتوگیری زمانی بیشتر است که تراکم رادیونوکلئیدهای طبیعی در یک مکان بالاتر از حد متعارف باشد. ارتفاعات هزار مسجد در شمال شرقی ایران دارای نقاطی است که بر طبق آثار و شواهد موجود، احتمال می رود از رادیواکتیویته طبیعی بالایی برخوردار باشند. لذا به منظور بررسی تراکم مهمترین سری های پرتوزای طبیعی موجود در این نقاط و برآورد آهنگ دوز گامای ناشی از آنها مطالعاتی به وسیله دپارتمان فیزیک پزشکی دانشگاه علوم پزشکی مشهد در نقاط مذکور انجام شده است. این مطالعات در ۱۷ نقطه و در محدوده ای به وسعت $۱۵۰۰\ km^2$ صورت گرفته و نتایج آن (شامل نتایج حاصل از گاما اسپکترومتری نمونه های محیطی و اندازه گیری های مربوط به آهنگ دوز گاما) در این مقاله گزارش شده است.

بررسی این نتایج نشان می دهد که تراکم سری های پرتوزای ^{232}Th، ^{40}K و تا حدی ^{226}Ra در خاک و نمونه های گیاهی تهیه شده از برخی از این نقاط بالاتر از مقادیر میانگین جهانی است ولی در تعداد دیگری از این نقاط مقادیر هم چنان پایین و در حد طبیعی می باشد. بر همین اساس اکتیویته مربوط به ^{232}Th در خاک یکی از این نقاط تا حد ماکزیمم ۸۱۲ Bq نیز تعیین شده است. همچنین بر طبق اندازه گیری ها و محاسبات انجام شده، آهنگ دوز ناشی از تشعشع گامای زمینی در نقاط مورد نظر به طور متوسط بین ۰/۴۳۷ تا ۱/۶۷۸ میکروگری در ساعت برآورد شده که این مقادیر بالاتر از میانگین های جهانی تخمین زده شده به وسیله UNSCERA می باشد.

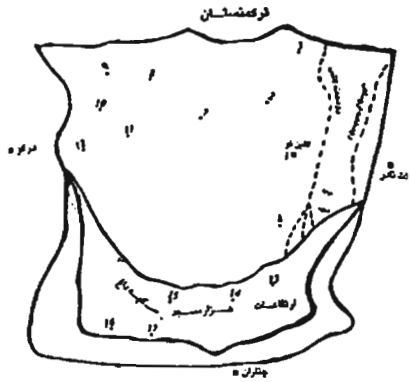
کلید واژه: *زمینه، رادیواکتیویته طبیعی، اشعه گاما، اسپکترومتری، میزان دوز*

مقدمه:

مواد پرتو زای طبیعی، به طوروسیعی درسرتاسر پوسته زمین گسترده اند و درنتیجه انسان ها مداماً تحت تأثیرتابش اشعه گامایی که ازاین موادساطع می شوند، قراردارند. مهمترین عناصر پرتوزای طبیعی ازلحاظ نقشی که در پرتوزایی طبیعی ایفا می کنند ^{232}Th، ^{226}Ra و محصولات حاصل از تجزیه آنها مثل تورون، رادون وسایرمحصولات دیگر که می توانند درپرتوگیری داخلی بدن مؤثر باشند و همچنین ^{40}K است. در برخی ازنقاط دنیا تراکم این رادیونوکلئیدها بیشترازحد نرمال بوده و در نتیجه نقش مهمی در بیش پرتوگیری ساکنین (population over-all dose) این نقاط خواهد داشت.

۱- گروه فیزیک پزشکی، دانشکده پزشکی، دانشگاه علوم پزشکی مشهد

تاکنون مطالعـــات متعـددی درنقـاط با
یواکـتـیـویتـه طبـیـــعی بالای دنیـــا
(HLNRAS)(High level of natural radiatio
areas انجام شده است که از آن جمله می توان
تحقیقات انجام شده درکشورهای :
فرانسه (UNSCEAR 1988)، امریکا (NCRP
197، کـــــره (Jun 1984) ،ســـــوئد



شکل شماره ۱: دیاگرام مربوط به نقاط
مورد مطالعه در منطقه هزار مسجد خراسان

(Buchli&Burkart 198 ،تایوان (Chu etal.
198 ،چیـن (Jen,Wemg & Zhu 1984)،
ســـتـان (Niewiadomski etal. 1986) ،هند
(Sunta 1955- 199 و هنگ کنگ (Ren &
Tso 198 اشاره نمود.

درایران نیز تحقیقاتی درمناطق با پرتوزایی
یعی بالای آن (منطقـه رامســـر وگـچین
ران) انجـام شـــده است کـه نتـایج این
قـیـقـات در کنفـرانس بین المللی پرتوزایی
یعی بالا International Conference on
high levels of natural radiatin area کـه از
الی ۷ نوامبر ۱۹۹۰ در رامسرایران برگـزار
دید، گزارش شده است (۳).

درنتیجه این بررسی ها اعلام شده است که
اط بارادیو اکتیویته طبیعی بالا در رامسر دارای
انسیل پرتودهی درمحیط های باز وبسته در
حـدوده ۰/۵ تا ۹ میلی رونتگن درساعت می
باشد (Sohrabi 1990)، همچنین درمنطقه گچین آهنگ پرتودهی در این گـونه نقـاط از ۰/۳ تا ۰/۸ مـیلی رونتگن درسـاعت مـتـغـیـر است (Shakeri & Banijamali 1990).

مقاله حاضر گزارش مطالعه ای است که از آبان ۷۲ تا بهـمن ۷۳ در منطقـه هزارمـسـجـد خراسان توسط گروه فیزیک پزشکی دانشگاه علوم پزشکی مشهد، انجام شده است.

این مطالعه در ۱۷ نقطه (یعنی درکـمـتـر از نصف وسعت منطقـه) وبیـشـتـر درمکان های باتراکم جمعیت بالا، شامل روستاها و محله های عـشـایرنشـین، همـچنین ارتفـاعـات، قناتهـا و سرچشمـه آبهـای مورد استفـاده ساکنین منطقه انجـام شـده است. اهداف انجـام این مطالعـه عبارتند از:

۱- اندازه گیری تراکم مهـمـترین سریهای پرتوزای طبـیـعی در خـاک، آب و سـایر مـواد طبیعی منطقه

۲- بررسی منشأ یا محور اصلی (base line) پرتوزایی طبیعی در منطقه

۳- تعـیـین پتـانـسـیل پرتودهی ناشی از رادیواکتیویته طبیعی و برآورد آهنگ پرتوگیری خارجی سـاکنان منطقه از آن (بواسطه تشـعـشع گامای زمینی)

منطقه هزار مسجد، ناحیه ای کوهستانی در شمال شرقی ایران واقع در مرز مشترک ایران و جمهوری ترکمنستان بوده که دارای مـساحت تقـریبی $3250\ Km^2$ (دوسـوم آن ناحـیـه کوهستانی است) وجمعیتی بالغ بر ۲۰ هزار نفر می باشـد (شکل شـمـاره ۱). از نکات قـابل توجـه در مـورد این منطقـه، بالا بودن آمـار بیماریهای بدخیم و اختـلالات ژنتیکی در بین سـاکنان آن و نیـز وضـعیت خـاص زندگی سنتی مردم این منطقه است.

ارتفـاعـات این منطقـه اسـاسـاً دارای منشاء رسـوبی بوده و در آن تناوبی از شـیـل، مـاسـه سنگ، دولومـیـت، مـارن و آهک به همـراه ترکیبات آذرین و گرانیتی دیده می شود. ارتفاع متوسط نواحی کوهستانی این منطقه از سطح آزاد دریا m ۱۵۵۰-۱۴۰۰ می باشد.

type of material	Number of measured samples	concentration (Bq.Kg-1)		
		^{40}k	^{232}Th	^{226}Ra
soil (normalrange)	-	370(100-700)	25(10-50)	30(5-40)
water (blank)	1	719	53.2	38.9
soil	4	1064(990-1090)	144(112-172)	57.5(49.1-64.2)
plant	3	1078.9(1010-1095)	591.3(586-618)	63.4(56-69)
water	4	325.3(319-336)	219.8(205-232)	19.5(13-25)
soil	3	1538(1522-1549)	1253(1246-1265)	47.8(39-56)
stone	4	937.5(926-945)	23.8(18-26)	50.4(45-56)
sand & gravel	3	878.1(865-887)	102.12(98-112)	55.5(47-62)
milk	3	962(943-972)	69.6(60.5-78)	49.3(41-56)

جدول شماره ۱: تراکم تقریبی رادیونوکلئید طبیعی در نمونه های تهیه شده از منطقه هزار مسجد خراسان

در این مقاله خلاصه ای از بررسی های اولیهٔ انجام شده در این منطقه به همراه نتایج حاصل از آن آورده شده است.

روش کار :

روش مناسب برای اندازه گیری تراکم رادیونوکلئیدهای طبیعی (مثل ^{232}Th، ^{226}Ra، ^{40}K) استفاده از Ray Spectrometry می باشد، ولی برای تعیین میزان پرتودهی ناشی از این ترکیبات و یا به طور کلی برای تخمین دوز دریافت شده بوسیله یک فرد یا یک جمعیت از منابع رادیواکتیویته موجود در پوستهٔ زمین، استفاده از یک روش به تنهایی کافی نیست. محاسبه مقادیر این دوزها اغلب به کمک اندازه گیریهای انجام شده با چند روش صورت می گیرد و نتایج این اندازه گیری ها تابع فاکتورهای متعددی نظیر نوع تکنیک استعمال شده، زمان (فصل) و مشخصات جغرافیایی مکان اندازه گیری می باشد.

در این مطالعه، برای اندازه گیری رادیواکتیویته طبیعی و ارزیابی آهنگ دوز ناشی از آن تواماً از دو متد اندازه گیری: γ-Ray spectrometry و اندازه گیری آهنگ دوز لحظه ای (Momentary dose rate measurement) استفاده شده است.

۱) نمونه ها و مراحل آماده سازی:

برای اندازه گیری رادیواکتیویته به روش گاماسپکترومتری بایستی نمونه های طبیعی به طرز خاصی آماده شوند. برای این منظور مجموعاً در حدود ۶۸ نمونه از ۱۷ نقطه مختلف توسط همکاران طرح جمع آوری شده است. معیار انتخاب نمونه از نقاط مذکور انجام یکسری عملیات آشکارسازی تشعشع محیطی (Environmental radiation detection) بوده که به وسیله چند دستگاه آشکارساز گایگر مولر صحرایی به صورت insitu صورت گرفته است.

Area	Number of measured samples	Average dose-rate in air ($nGy.h^{-1}$)	H_{ea} ($msv.y^{-1}$)
Normal areas	-	55	0.337
H_1	4	750.7	4.603
H_2	3	527.6	3.235
H_3	2	1542	9.455
H_4	2	1678	10.28
H_5	2	836.5	5.129
H_6	3	521.7	3.198
H_7	2	567	3.476
H_8	2	504	3.090
H_9	2	437	2.680
H_{10}	2	475	2.913
H_{11}	2	471	2.888
H_{12}	1	472	2.894

جدول شماره ۲: میزان دوز میانگین و دوز مؤثر سالانه ناشی از رادیواکتیویته در نقاط مورد مطالعه

بدین ترتیب که در هر محل چندین اندازه گیری انجام گرفته و از نقاطی که میزان دوز زمینه بالاتری داشته اند، نمونه تهیه شده است. این نمونه ها شامل: خاک و سنگ (از لایه های سطحی زمین)، آب، پوشش های گیاهی و محصولات حیوانی مختلف مورد استفاده ساکنان نقاط مورد مطالعه می باشند. کلیه نمونه ها پس از تهیه به فرم مناسبی درآمده اند و پس از تعیین وزن و مشخصات دیگر (زمان و مکان برداشت و ...) در داخل ظروف سربسته مخصوص با جنس، وزن و ابعاد معین قرار گرفته و برای اندازه گیری آماده شده اند.

برخی از آنها نیز که مشکوک به تابش اشعه آلفا بوده اند، برای اینکه قابل اندازه گیری با شمارشگرهای مخصوص ذرات آلفا باشند، تغییرات مناسبی در شکل ظاهری آنها داده شده است و بالاخره این که تمامی نمونه ها پس از آماده سازی و قبل از اندازه گیری به مدت حداقل ۳ الی ۴ هفته در محل مناسبی نگهداری شده اند تا تعادل رادیواکتیو بین خانواده های پرتوزایی طبیعی (^{226}Ra ، ^{232}Th) و هسته های دختر آنها به وجود آید (۶).

قبل از اندازه گیری رادیواکتیویته، ابتدا تعدادی از نمونه های آماده شده به وسیله یک سیستم شمارنده اشعه گاما (γ- Counter consist of a GM detector) و تعدادی دیگر به وسیله شمارنده ذرات آلفا (α–Counter consist of a silicon surface barrier detector) جهت مقایسه میزان شمارش نمونه (n) با میزان شمارش زمینه (b) و تعیین میزان شمارش خالص ($n_0=n-b$) و انحراف معیار آهنگ شمارش خالص (σn_0) اندازه گیری شده اند. شرایط اندازه گیری (شامل زمان و مکان شمارش و شرایط شیلدینگ) برای هر دو مورد نمونه ها و زمینه کاملاً یکسان انتخاب شده است. بدین ترتیب نهایتاً تعداد ۲۷ نمونه که آهنگ شمارش خالص بالایی داشته اند انتخاب و جهت تعیین تراکم رادیونوکلئیدهای طبیعی و شناسایی نوع تابشهای ناشی از آنها آنالیز شده اند.

۲) اندازه گیری رادیواکتیویته:

سیستم گاماسپکترومتر مورد استفاده در این مطالعه، حاوی یک دتکتور نیمه هادی از نوع [Hyper pure Germonium-HP(Ge)] بوده که بوسیله یک سیستم مولتی چانل آنالایزر پیشرفته تکمیل شده است. کارایی این نوع دتکتور ۲۰ تا ۲۰/۵ درصد و قدرت تفکیک انرژی آن در طیف ۱/۶۸ Kev تا ۲ Kev قرار

دارد. دتکتور Hp (Ge) و لایه های جاذب اطراف آن(۱/۲vmm آلومینیوم و ۰/۷ mm ژرمانیوم غیرفعال) مجموعاً به وسیله یک اتاقک سربی با ضخامت ۵ cm، برای کاهش تأثیر اکتیویته زمینه در اندازه گیری ها، محافظت می شده است.

ازبین ۲۷ نمونه آماده شده، آنهایی که میزان شمارش خالص پایین تری داشته اند در زمانی طولانی تر (متوسط ۱۵ ساعت) و بقیه که دارای رادیواکتیویته طبیعی نسبتاً بیشتری بوده اند در زمان کوتاه تری شمارش شده اند. اکتیویته رادیونوکلئیدهای موجود در نمونه ها بر اساس خطوط یا حداکثر تابش گامای آنها (Full-energy peaks of γ-Ray) محاسبه شده است وبدین منظور مقادیر حداکثر KEV ۹۱۱ و Kev ۲۶۱۴ برای ^{232}Th ،مقادیر حداکثر Kev ۶۰۹ و Kev ۱۷۶۰ برای ^{226}Ra،مقدار حداکثر KEV ۱۴۶۰ برای ^{40}K و مقدار حداکثر Kev ۱۳۰۰ برای ^{60}Co انتخاب شده است (۶). دتکتور Hp(Ge) در این خطوط دارای بیشترین کارآیی بوده و به همین دلیل از آنها به عنوان مقادیر حداکثر آنالیز استفاده شده است.

برای کالیبراسیون سیستم گاما اسپکترومتر مورد استفاده در این مطالعه، از یک چشمه رادیواکتیو استاندارد (^{22}Na) با خطوط گامای Kev ۵۱۱ و Kev ۱۲۷۴) که در مرکز یک ماده فاقد هرگونه رادیواکتیویته به نام شاهد (blank) با ابعادی مشابه نمونه ها تعبیه گردیده استفاده شده است. از ویژگی های مناسب این ماده شابه بودن خصوصیات فیزیکی (داتسیته و ابعاد ظاهری) آن با نمونه های طبیعی تهیه شده از منطقه است.

۳) ارزیابی و محاسبه آهنگ دوز گاما:

اشعه گامای ناشی از رادیونوکلئیدهای طبیعی در هر منطقه نقش عمده ای را در میزان پرتوگیری خارجی ساکنان آن منطقه از منابع تشعشات زمینه دارد. در این تحقیق برای اینکه برآوردی تقریبی از میزان پرتوگیری ساکنان نقاط مورد مطالعه از اشعه گامای طبیعی داشته باشیم، از دو روش زیر استفاده شده است:

۱- محاسبه میزان دوز گاما بر اساس نتایج حاصل از گاماسپکترومتری نمونه های تهیه شده از منطقه

فرمول مناسب برای محاسبه آهنگ دوز گاما در این روش عبارتست از:

$$D^o = 10^{-3} \cdot 10^{-6} \cdot f \cdot \Sigma(\%_{Th} \cdot \Gamma_{Th} \cdot A_{Th} + \%_{Ra} \cdot \Gamma_{Ra} \cdot A_{Ra} + \%_{K} \cdot \Gamma_{K} \cdot A_{K})$$

D^o= آهنگ دوز جذبی ناشی از اشعه گاما در هوا (γ-Absorbed dose rate in air), برحسب $\mu Gy.h^{-1}$،

Γ= ثابت مخصوص اشعه گاما برای هر رادیونوکلئید برحسب $R.cm^2/h.Bq$ ،

f = فاکتور تبدیل رونتگن به راد (برای اشعه گاما در هوا ۰/۸۶۹ است)،

10^{-2}= ضریب تبدیل میکرو رونتگن به میکروگری،

A= اکتیویته برای هر رادیونوکلئید بر اساس پیک اصلی تابش گامای آن بر حسب Bq،

f %= درصد فراوانی تابش گاما در استحاله عناصر پرتوزا،

10^{+6}= ضریب تبدیل رنتگن به میکرو رنتگن .

پس از تعیین میزان دوز گاما، میزان دوز معادل مؤثر سالانه برای ساکنان منطقه به طریقه زیر محاسبه شده است:

$$H_{e,a} = 10^{-3} Tb(D^o),$$

$H_{e,a}$=میزان دوز معادل مؤثر سالانه بر حسب $\mu sv.y^{-1}$ ،

T = ۸۷۶۰ ساعت در سال ،

b = فاکتور تبدیل آهنگ دوز جذبی در هوا به آهنگ دوز معادل مؤثر UNSCEAR'S (۰/۷ SV/GY) Coeificeint (۳).

10^{-3}= ضریب تبدیل میکروسیورت به میلی سیورت .

بوسیله روش بالا، در واقع میزان پرتوگیری ساکنان نقاط مورد مطالعه از اشعه گامای زمینی (تابش گامای ناشی از رادیونوکلئیدهای ^{232}Th ، ^{226}Ra ، ^{40}K) محاسبه شده است. در حالیکه اشعه گامای موجود در طبیعت هم منشاء کیهانی دارد و هم زمینی، لذا برای تعیین میانگین آهنگ پرتوگیری از این طریق از روش اندازه گیری میزان دوز لحظه ایی نیز استفاده شده است.

محدوده اندازه گیری ها در این روش محدوده ای به وسعت $1500\ km^2$، شامل ۱۷ نقطه مختلف بوده است. اندازه گیریها در این نقاط در هوای آزاد و در یک متری از سطح زمین (بخاطر ارزیابی دوز رسیده به ناحیه غدد تناسلی) انجام شده است (۳). برای تخمین میانگین میزان دوز جذبی، در هر مکان چندین اندازه گیری صورت گرفته و میانگین مجموع این اندازه گیریها بعنوان میزان دوز میانگین در مکان مورد نظر بدست آمده است. تجهیزات مورد استفاده در این روش یک دستگاه آشکار ساز گایگر پرتابل مدل E-140 و نیز سیستم دیگری به نام Environmental gamma dosimeter type 6-80 است که با یک Energy - compensated GM tube type MC-71 تکمیل شده است.

در ساختمان تیوپ MC-71 مواد مخصوص استفاده شده که باعث کاهش Inherent back ground و خطاهای آماری سیستم می شود. همچنین هر دو دوزیمتر مذکور با منابع کالیبراسیون تأئید شده، کالیبره شده اند.

نتایج:

مرحله اندازه گیری رادیونوکلئیدهای طبیعی

در نمونه های تهیه شده از منطقه در مهرماه ۱۳۷۳ به پایان رسید. در این مرحله تعداد ۲۷ نمونه از ۱۷ نقطه مختلف به همراه تعدادی نمونه فاقد اکتیویته (بلانک، جهت مقایسه) به وسیله گاماسپکترومتری بررسی شدند که نتایج قسمتی از این بررسی‌ها در جدول شماره ۱ آورده شده است. در این جدول، جنس نمونه ها، تعداد نمونه های اندازه گیری شده به همراه اکتیویته میانگین رادیونوکلئیدهای موجود در آنها آمده است. همچنین در جدول شماره ۲ میانگین میزان دوزهای مربوط به اشعه گامای زمینی در نقاط مورد مطالعه که بر اساس نتایج حاصل از گاما اسپکترومتری نمونه ها محاسبه شده‌اند به همراه میزان دوز معادل مؤثر سالانه برای ساکنان منطقه آورده شده است.

قبل از مرور این نتایج، برای این که مقایسه بین آنها و میانگین‌های جهانی و همچنین اطلاعات حاصل از گاماسپکترومتری نمونه های بلانک و زمینه انجام شود، نتایج مربوط به آنالیز یکی از نمونه ها (نمونه خاک تهیه شده از ناحیه H_5 که دارای رادیواکتیویته بالایی نیز هست) جهت مقایسه به همراه طیف زمینه و بلانک آورده شده است. این اطلاعات شامل طیف گاما و جدول مربوط به مهمترین سریهای پرتوزا برای نمونه مذکور، زمینه و بلانک است.

همچنین در جدول شماره ۳، نتایج مربوط به آنالیز رادیونوکلئیدی نمونه مذکور بهمراه میانگینهای جهانی آورده شده است.

بحث :

بررسی نتایج این تحقیق نشان می دهد که درتعدادی از نقاط مورد مطالعه ، تراکم برخی از رادیونوکلئیدهای طبیعی نظیر: ^{232}Th (به همراه سری های پرتوزای آن، شامل ^{228}Ac، ^{212}Pb، ^{212}Bi، ^{208}Ti)، ^{40}K و تا حدی ^{226}Ra (به همراه ^{214}Pb و ^{214}Bi ناشی از استحاله آن) وهمچنین پتانسیل پرتودهی ناشی از آنها، بالاتر از مقادیرمیانگین جهانی است درحالیکه درنقاط دیگر اندازه ها در میزان طبیعی ویاگاهی پایین تراز آن می باشند.

دربین رادیونوکلئیدهای مشاهده شده درنقاط اخیر، بیشترین رادیواکتیویته مربوط به ^{232}Th است که درنمونه های خاک و برخی از پوشش های گیاهی تهیه شده ازاین نقاط دیده شده است (جدول شماره ۱).

درخصوص میزان دوز گامای ناشی از رادیونوکلئیدها (با درنظر گرفتن خطاهای آماری موجود درروش های اندازه گیری، کم بودن تعداد نمونه ها، تقریبهای بکاررفته درمحاسبات وهمچنین نادیده گرفتن اثر خودتضعیفی اشعه گاما درچشمه تابش (نمونه ها))، مقادیراندازه‌گیری شده بروش اندازه گیری میزان دوز لحظه‌ایی در محدوده ۱/۷۳-۰/۱۷ میکروگری درساعت قرارداشته درحالیکه مقادیر محاسبه شده براساس نتایج حاصل از گاما اسپکترومتری نمونه ها درمحدوده ۱/۶۷-۰/۴۳ میکروگری درساعت می باشد (جدول شماره ۲). این مقادیر در این حد نیز چندین برابر میانگین های پیشنهاد شده بوسیله UNSCEAR می باشد واختلاف مشاهده شده دربین آنها هم مربوط به سهم پرتوهای کیهانی واثر ارتفاع می باشد که دراندازه گیری میزان دوز لحظه ای دخالت دارند حال آنکه در مورد دوم هیچ تأثیری ندارند.

دررابطه با علت مشاهده ^{60}Co در طیف گامای نمونه ها ، بحث های مفصلی شده است. باتوجه به اینکه ^{60}Co عنصر بسیارنادری درطبیعت است و ازطرفی بعنوان یکی ازمحصولات استحاله ای هسته ای (fission)نیز مطرح می باشد.

این احتمال وجود دارد که مشاهده این عنصر ممکن است ناشی از دفن زباله های هسته ای در این منطقه باشد. اما احتمال دیگر این است که مشاهده ^{60}CO ممکن است ناشی از یک پدیده طبیعی بوده که در طی سالیان متمادی باعث پیدایش یک روند فیسیون خودبخودی (رآکتور طبیعی) در منطقه شده است. از طرف دیگر، با توجه به این که حداکثر مقدارهای مربوط به این رادیوایزوتوپ در طیف گامای زمینه و بلانک نیز مشاهده می‌شود، این فرضیه که وجود ^{60}CO احتمالاً ناشی از آلودگی قبلی دتکتور به این عنصر است نیز قوت بیشتری می یابد. به هر حال صحت و سقم هر یک از این موارد احتیاج

Radionuclide or decay series	Concentration (Bq.kg-1)		Dose-rate in air (nGy.h-1)		Dose-rate in air per unit concentration(nGy.h-1.Bq.kg-1)
	Sample	Global average	Sample	Global average	
^{232}Th	1253.8	25(10 - 50)	2470	17(5 - 33)	1.970
^{40}K	1538	370(100 - 700)	328	16(4 - 30)	0.213
^{226}Ra	47.8	30(5 - 40)	59	گزارش نشده است	1.234
			Total: 2857		UNSCEAR(1988. 55+(30 - 70)

جدول شماره ۳: میزان دوز و تراکم رادیونوکلئیدهای طبیعی در نمونه خاک تهیه شده از محله میدان (H_5) در مقایسه با میانگینهای برآورد شدهٔ جهانی

. مطالعات دقیقتر بعدی و اینکه این موارد تا
ه حد تکرارپذیر خواهند بود دارد.

مطلب کلی دیگری که با توجه به نتایج این
حقیق می توان عنوان کرد این است که: اولاً بالا
دن میزان پرتوزایی طبیعی در نقاط مورد
الطعه ناشی از وجود مقادیر نسبتاً بالایی از
ناصر پرتوزای طبیعی بویژه ^{232}Th می باشد.
نیاً بیشترین تراکم عناصر پرتوزا در بین منابع
بیعی مربوط به خاک بوده است. ثالثاً بیشترین
طح پرتوزایی در این منطقه مربوط به محله
شایرنشین میدان می باشد. جائیکه در نمونه
اک تهیه شده از آن اکتیویته ^{232}Th برابر Bq
۸۱۴/۹ بوده که بیش از ۱۵ برابر حد زمینه
ست و آهنگ دوز ناشی از آن ۲/۴۷
کروگری در ساعت می باشد که بیش از صد
ابر مقدار میانگین جهانی آن است.

نتیجه گیری:

بر اساس این مطالعه و نتایج حاصل از آن
توان نقاط مورد مطالعه را از لحاظ میزان
وزایی طبیعی به سه گروه متمایز تقسیم نمود:

گروه اول، نقاطی که از میزان رادیواکتیویته
یعی و آهنگ دوز گامای بیشتری برخوردار
تند. بالا بودن میزان رادیواکتیویته در این
ط ناشی از وجود مقادیر نسبتاً بالایی از عناصر
وزای طبیعی، بویژه ^{232}Th و ^{40}K است.
ج آنالیز شیمیایی نمونه های تهیه شده از این
ط نیز این نتیجه را تأئید می کند. این
یونوکلئیدها اگرچه بصورت پراکنده در بین
نه های تهیه شده از نقاط مذکور دیده شده
ت لیکن تراکم آنها در خاک و برخی از انواع
شهای گیاهی مشهودتر است. بنابراین
متی یک دستورالعمل حفاظتی جهت محدود
ن کاربرد این مواد (در تهیه مصالح
ختمانی یا در رژیم غذایی) برای ساکنان این
ل تنظیم و ارائه نمود.

گروه دوم، شامل نقاطی می باشد که تراکم
رادیونوکلئیدهای طبیعی و پتانسیل پرتودهی
ناشی از آنها پایین است. لذا این نقاط را
بایستی جزو نواحی با میزان پرتوزایی نرمال
بحساب آورد.

گروه سوم، نقاطی که میزان رادیواکتیویته
طبیعی در آنها بسیار متغیر است. به این معنا که
در برخی از نمونه های تهیه شده از این نقاط
تراکم رادیونوکلئیدها در حد نرمال بوده، حال
آنکه در برخی دیگر بالاتر از این حد می باشد.
نمونه هایی که از رادیواکتیویته بالائی
برخوردارند بیشتر شامل نمونه های گیاهی
می باشد که بعضاً مورد استفاده ساکنان منطقه
بوده و احتمال اینکه نسبت به بعضی از
رادیونوکلئیدها دارای جذب انتخابی باشند،
وجود دارد.

در هر حال، از مجموع بررسیهای انجام شده
در کل منطقه چنین استنباط می شود که تراکم
رادیونوکلئیدهای طبیعی و آهنگ دوز گامای
ناشی از آنها در نقاط مورد مطالعه دارای
نوسانات متعددی است. این نوسانات ممکن
است ناشی از متغیر بودن ساختار زمین شناختی
پوسته زمین در این نقاط و موقعیت خاص
جغرافیائی آنها و یا ناشی از دخالت ساز
و کارهای مصنوعی باشد. در هر صورت، تراکم
غیرطبیعی رادیونوکلئیدها در یک منطقه بهرعلتی
که باشد با توجه به عوارض زیست محیطی
شدیدی که بوجود می آورد، به عنوان یک منبع
آلودگی محیطی بسیار خطرناک محسوب می شود
و بر اساس این مطالعه تا این مرحله، بخاطر
پراکندگی غیریکنواخت این ترکیبات هنوز
نمی توان محدوده خاصی را بعنوان محور اصلی
(base line) پرتوزایی طبیعی در منطقه مورد
مطالعه در نظر گرفت و شناسایی دقیق منشاء
پرتوزایی در این ناحیه احتیاج به مطالعات دقیقتر
و تهیه نمونه از عمقهای مختلف زمین و بررسی
آنها دارد.

مطلب مهم دیگر در اینجا پاسخ دادن به این
سئوال است که رادیواکتیویته طبیعی در یک
میزان بالاتر از حد نرمال در این منطقه چه
اثرات بیولوژیکی روی ساکنان آن داشته است.

منطقه مورد تحقیق (منطقه هزار مسجد
خراسان) ناحیه ای مستعد به عوارض بدخیم و
اختلالات ژنتیکی است. آمار تهیه شده از مراکز
رادیوتراپی استان نیز مؤید این واقعیت است که
درصد شیوع بیماریهای بدخیم (نظیر سرطانهای
گوارش، استخوان، کبد و ریه) و ناهنجاریهای
ژنتیکی (نظیر سقط های خودبخودی،
عقب ماندگی ذهنی، ناهنجاریهای بدنی) و
میزان مرگ و میر ناشی از آنها در بین ساکنان
این منطقه بالاتر ازمیزان نرمال جهانی است.
این عوارض حتی در بین احشاء منطقه نیز بخوبی
نمایان است. از طرفی هر یک از
رادیونوکلئیدهای طبیعی نظیر ^{232}Th، ^{40}K،
^{226}Ra که از تراکم قابل ملاحظه در برخی از
نقاط مورد مطالعه برخوردار هستند، علاوه بر
اینکه از نظر فیزیکی دارای تابشها و نیمه عمر
فیزیکی مختص به خود هستند، از نظر
بیولوژیکی نیز نیمه عمربیولوژیکی معینی داشته
و در بدن دارای سیکل فیزیولوژیکی مشخصی
هستند. این عناصر و محصولات حاصل از
استحاله آنها می تواند مدتها در بافتها و اعضاء
خاص تجمع یافته تا زمانی که در بدن هستند
سلولها و بافتهای مجاور خود را مورد تابش قرار
دهند. به عنوان مثال، ^{232}Th و ^{226}Ra و
محصولات ناشی از واپاشی آنها مثل تورون و
رادون، عناصر استخوان خواه هستند. این عناصر
می توانند پس از ورود به بدن در اسکلت تجمع
یافته و از آنجا مغز استخوان و غدد تناسلی (در
مورد استخوانهای لگن) را مورد تابش قرار داده
و خطر موتاسیونهای سوماتیکی و ژنتیکی را در
درازمدت افزایش دهند. همچنین ^{232}Th قادر

است در سلولهای کوپفر کبد تجمع و در اثر تابش سرطان کبد ایجاد نماید. پی بردن به رابطه احتمالی پرتوزای طبیعی و در صد اضافی نئوپلازمها و عوارض ژنتیکی در بین جمعیت این منطقه نسبت به یک گروه کنترل، نیاز به انجام یک سری مطالعات دقیق سیتوژنتیک و اپیدمیولوژیک دارد که این مطالعات جزو اهداف درازمدت این طرح تحقیقاتی است.

در اینجام لازم می‌دانیم از اساتید و همکاران گرامی ذیل که در انجام این طرح پژوهشی ما را صادقانه یاری فرمودند، نهایت تشکر را داشته باشیم.

۱- جناب آقای دکتر محمدتقی بحرینی
۲- جناب آقای محمدفرهاد رحیمی
۳- جناب آقای محسن حاجی‌زاده صفار
۴- جناب آقای محمدرضا قوام نصیری
۵- جناب آقای رحیم کوهی فائق
۶- جناب آقای حسن آفریده و کلیه پرسنل محترم بخش فیزیک هسته ای و آزمایشگاه و اندوگراف سازمان انرژی اتمی ایران

REFERENCES:

1- UNSCEAR,United Nations Scientific Committee on the Effects of Atomic Radiation,Ionizing Radiation Sources and Biological Effects,1982 .

2-UNSCEAR, United Nations Scientific Committee on the Effects of Atomic Radiation,Ionizing Radiation Sources and Biological effects and Risks of Ionizing Radiation, 1988.

3-Sohrabi,M.,Ahmadi,J.U.,Durrani,S.A., High Levels of Natural Radiation Prceeding of an International Conference Ramsar, IRAN,3-7 ,Nov., 1990.

4-Committee on the Biological Effects of Ionizing Radiation(BEIR), The Effects on Populations of Exposure to Low Levels of Ionizing Radiaton,1980.

5-Man, Yin W., TSO and Chung - chuen Li.,Terrestrial Gamma Radiation Dose in Hong Kong,Health physics Journal, 1992.

6- S.Zhang etal.,Levels and Distributions of Radionuclides in Soil in China, Chin.J.Radiol.Med.prot.vol.8,Supplement2, 1-15(1988).

وَنُرِيدُ أَنْ نَمُنَّ عَلَى الَّذِينَ اسْتُضْعِفُوا فِي الْأَرْضِ وَنَجْعَلَهُمْ أَئِمَّةً وَنَجْعَلَهُمُ الْوَارِثِينَ

و ما اراده کردیم که بر آن طایفه ضعیف ذلیل در آن سرزمین منت گذارده و آنها را پیشوایان خلق قرار دهیم و وارث ملک و جاه فرعونیان گردانیم.

سوره قصص آیه ۵