دانشکده فیزیک

عنوان پایاننامه

تعیین آهنگ دز جذب شده در هوا ناشی از ^{238}U، ^{232}Th و ^{40}K موجود در نمونه های گرانیت

استاد راهنما

دکتر صالح اشرفی

استاد مشاور

مهندس حمید نقش آرا

پژوهشگر

نیره زاهدنیا

شهریور ماه

۱۳۸۹

بسم الله الرحمن الرحيم

نام: نیره نام خانوادگی: زاهدنیا

عنوان پایان نامه: تعیین آهنگ دز جذب شده در هوا ناشی از ^{238}U، ^{232}Th و ^{40}K موجود در نمونه های گرانیت

استاد راهنما: دکتر صالح اشرفی

استاد مشاور: مهندس حمید نقش آرا

مقطع تحصیلی: کارشناسی ارشد رشته: فیزیک گرایش: هستهای دانشگاه: تبریز

دانشکده: فیزیک تاریخ فارغ التحصیلی: ۱۳۸۹ تعداد صفحات: ۱۲۰

کلید واژه: رادیواکتیویته طبیعی، اسپکترومتری اشعه گاما، آشکارساز NaI(Tl)، گرانیت، رادیوایزوتوپ ^{40}K ، ^{238}U و ^{232}Th، آهنگ دز جذب شده در هوا، دز مؤثر سالانه، شاخصهای خطر

چکیده:

در سالهای اخیر به منظور تعیین میزان آسیبهای ناشی از تشعشعات رادیوایزوتوپهای طبیعی موجود در محیط زندگی بشر اندازهگیری غلظت عناصر رادیواکتیو نمونههای طبیعی بسیار ضروری به نظر میرسد. نیمه عمر واپاشی رادیوایزوتوپهای ^{238}U ، ^{232}Th و ^{40}K طولانی و قابل مقایسه با عمرزمین (تقریبا $^{9}10$ سال) میباشد. ازاین رو فراوانی این رادیوایزوتوپها از زمان پیدایش زمین تا کنون تغییر زیادی ننموده است. نمونه های طبیعی که حاوی عناصر فوق هستند، اشعههای α, β, γ گسیل مینمایند و رادیواکتیو میباشند. سنگ گرانیت یکی از مصالح ساختمانی پر مصرف است که حاوی رادیوایزوتوپهای ^{40}K و محصولات واپاشی زنجیرههای ^{238}U و ^{232}Th میباشد. تعیین سطح اکتیویته رادیوایزوتوپهای طبیعی، پس از تهیه ۳۴ نوع سنگ گرانیت، از نمونههای موجود در بازار و اعمال روشهای آمادهسازی نمونهها و بررسی فوتوپیکهای سه رادیوایزوتوپ ^{40}K و ^{214}Bi و ^{208}Tl با استفاده از طیفسنجی گاما انجام پذیرفت . از آنجا که فراوانی این عناصر در نمونههای طبیعی نظیر مصالح ساختمانی، سنگهای گرانیتی کم و اکتیویته آنها پایین می - باشد، بدون حذف تابشهای زمینه اندازهگیری اکتیویته این عناصر امکانپذیر نخواهد بود. برای این منظور از طیف سنج AT(1315) استفاده شده است و زمینه موثر علاوه بر حفاظ سربی با استفاده از روش اندازهگیری همزمان طیفهای β و

γ نمونههای گرانیتی، به حداقل رسیده است. به کمک نتایج اندازهگیری غلظت رادیوایزوتوپها، و با در نظر گرفتن فاکتور تبدیل متناظر دز برای هر کدام از رادیونوکلوئیدهای مذکور میزان دز جذب شده در هوا برای نمونه سنگهای گرانیت موجود در بازار محاسبه شد. کمیت هم ارز دز مؤثر سالانه ، که خطرات و آسیبهای ناشی از تابش روی بافتها را توصیف میکند با در نظر گرفتن فاکتور اشغال، برای داخل و خارج ساختمان محاسبه شد. و در ادامه، به منظور در امان ماندن از خطر ناشی از تابش گاما در رادیونوکلوئیدهای طبیعی کمیت اکتیویته معادل رادیوم و شاخصهای خطر نمونههای سنگ گرانیتی محاسبه شده است. نتایج بدست آمده بیانگر این مطلب است که مقدار متوسط غلظت رادیوایزوتوپ ^{238}U نمونه-های گرانیت مورد بررسی قابل مقایسه با مقدار متوسط گزارش شده جهانی در خاک برای این رادیونوکلوئید است ولی در مورد رادیونوکلوئیدهای ^{40}K و ^{232}Th متوسط غلظت برای نمونههای گرانیت مورد بررسی، از میزان متوسط غلظت گزارش شده این عناصر در خاک جهان بیشتر است.

فهرست مطالب

مقدمه

فصل اول- بررسی منابع

۱-۱ تابش..... ۱

۱-۲ ماهیت پرتوزایی و انواع آن..... ۱

۱-۲-۱ واپاشی آلفازا..... ۲

۱-۲-۲ واپاشی بتازا..... ۲

۱-۲-۳ واپاشی گامازا..... ۲

۱-۳ ویژگیهای پرتوهای آلفا، بتا و گاما..... ۳

۱-۴ منابع تابش..... ۴

۱-۴-۱ تابشهای طبیعی..... ۴

۱-۴-۱-۱ تابشهای کیهانی..... ۵

۱-۴-۱-۲ تابشهای زمینی..... ۵

۱-۴-۱-۲-۱پتاسیم..... ۶

۱-۴-۱-۲-۲ سری اورانیوم..... ۶

۱-۴-۱-۲-۳ سری توریم..... ۸

۱-۴-۱-۳ تابشهای موجود در جو..... ۹

۱-۴-۲ تابشهای مصنوعی..... ۱۰

۱-۵ لزوم اندازهگیری تابش..... ۱۱

۱-۶ طیف مربوط به زمینه آشکارسازها..... ۱۲

۱-۶-۱ منابع تابش زمینه مؤثر بر آشکارسازها..... ۱۳

۱-۶-۲ روشهای مؤثر در کاهش زمینه آشکارسازها ۱۴
۱-۶-۲-۱ روشهای غیرفعال کاهش زمینه ۱۴
۱-۶-۲-۲ روشهای فعال کاهش زمینه ۱۶
۱-۶-۲-۲-۱ حفاظ سازی فعال از نوع غیرهمزمانی ۱۶
۱-۶-۲-۲-۲ حفاظ سازی فعال از نوع همزمانی ۱۶
۱-۷ آشکارسازهای سوسوزن ۱۷
۱-۷-۱ سوسوزنهای غیر آلی (بلوری) ۱۹
۱-۷-۱-۱ ویژگیهای سوسوزن غیرآلی NaI(Tl) ۲۱
۱-۷-۲ سوسوزنهای آلی ۲۲
۱-۷-۲-۱ سوسوزنهای پلاستیکی ۲۳
۱-۸ اندرکنشهای فوتون با ماده و طیف نگاری پرتوگاما ۲۴
۱-۸-۱ پدیده فوتوالکتریک ۲۴
۱-۸-۲ پدیده کامپتون ۲۶
۱-۸-۳ تولید و نابودی زوج ۳۰
۱-۹ خاصیت آماری شمارش ۳۳
۱-۹-۱ توزیع دو جملهای ۳۳
۱-۹-۲ توزیع پواسون ۳۴
۱-۹-۳ توزیع گاوسی یا نرمال ۳۴
۱-۱۰ خطا در شمارش ۳۵
۱-۱۱ روابط واپاشی رادیواکتیویته ۳۶
۱-۱۲ زنجیرههای واپاشی رادیواکتیو ۳۸
۱-۱۳ تعادل در زنجیره واپاشی ۳۹

۱-۱۳-۱ تعادل پایدار..... ۴۰
۱-۱۳-۲ تعادل گذرا..... ۴۱
۱-۱۳-۳ عدم تعادل..... ۴۲
۱-۱۴ اهمیت دزمتری..... ۴۳
۱-۱۵ کمیتهای مربوط به دزمتری..... ۴۴
۱-۱۵-۱ پرتوگیری و دز..... ۴۴
۱-۱۵-۲ هم ارز دز..... ۴۶
۱-۱۶ دزسنجی..... ۴۸

فصل دوم- مواد و روشها

۲-۱ گرانیت و لزوم بررسی آن..... ۵۱
۲-۲ آماده سازی نمونه ها..... ۵۲
۲-۳ اسپکترومتر گاما – بتا (AT1315)..... ۵۳
۲-۴ مشخصات فنی اسپکترومتر..... ۵۵
۲-۵ بکار گیری عملی اسپکترومتر..... ۶۰
۲-۶ توصیف اجزای اسپکترومتر..... ۶۱
۲-۶-۱ واحد آشکارسازی..... ۶۱
۲-۶-۱-۱ واحد آشکارسازی گاما..... ۶۱
۲-۶-۱-۲ واحد آشکارسازی بتا..... ۶۲
۲-۶-۲ واحد پردازش دادهها..... ۶۳
۲-۶-۳ واحد HV..... ۶۴
۲-۷ نحوه آماده سازی اسپکترومتر برای استفاده..... ۶۴
۲-۷-۱ روشن کردن اسپکترومتر..... ۶۵

۲-۷-۲ کنترل اولیه پارامتر های دستگاه.....۶۶
۲-۷-۳ تنظیم اسپکترومتر.....۶۷
۲-۷-۴ زمینه.....۶۸
۲-۷-۴-۱ اندازه گیری زمینه.....۶۸
۲-۷-۴-۲ کنترل سریع زمینه.....۶۹
۲-۸ اندازهگیری انرژی اشعه گاما و تشخیص رادیونوکلوئیدها در نمونه.....۷۰
۲-۹ روشهای محاسبه اکتیویته.....۷۲
۲-۹-۱ روش رادیومتری.....۷۲
۲-۹-۲ روش اسپکترومتری.....۷۳
۲-۱۰ راندمان آشکارساز.....۷۶

فصل سوم- نتایج و بحث

۳-۱ کالیبراسیون انرژی.....۷۹
۳-۲ بررسی طیف اشعه گاما در نمونههای محیطی.....۸۰
۳-۲-۱ بررسی و تشخیص منحنیهای فوتوپیک.....۸۰
۳-۲-۲ تعیین مساحت زیر قله فوتوپیک.....۸۱
۳-۳ محاسبه اکتیویته محلول *KCl*.....۸۲
۳-۴ محاسبه اکتیویته رادیونوکلوئیدهای ^{232}Th، ^{238}U، ^{40}K موجود در نمونهها.....۸۴
۳-۴-۱ محاسبه اکتیویته ^{232}Th.....۸۶
۳-۴-۲ محاسبه اکتیویته ^{238}U.....۸۸
۳-۴-۳ محاسبه اکتیویته ^{40}K.....۸۹
۳-۵ تعیین آهنگ دز جذب شده در هوا.....۹۱
۳-۶ هم ارز دز موثر سالانه.....۹۳

۳-۷ شاخصهای خطر..... ۹۵
۳-۸ نتیجه گیری.....۹۷
۳-۹ پیشنهادات.....۹۹
منابع و ماخذ
پیوست

فهرست اشکال

شکل(۱-۱) مقایسه انرژی پرتوهای آلفا، بتا، گاما.....۴

شکل(۱-۲) واکنشهای تابشهای کیهانی..... ۵

شکل(۱-۳) واپاشی ^{40}K.....۶

شکل(۱-۴) سری واپاشی ^{238}U.....۷

شکل(۱-۵) واپاشی سری ^{232}Th.....۹

شکل(۱-۶) اسپکترومتر با حفاظهای فعال همزمانی β-γ و سیستم غیرهمزمانی.....۱۷

شکل(۱-۷) سیستم آشکارساز سوسوزن.....۱۸

شکل(۱-۸) نوارهای مجاز و ممنوع انرژی یک بلور.....۲۰

شکل(۱-۹) نمودار انرژی یک مولکول.....۲۱

شکل(۱-۱۰) برهمکنش فوتوالکتریک در آشکارساز.....۲۵

شکل(۱-۱۱) نمایش اثر فوتوالکتریک در یک اتم.....۲۵

شکل(۱-۱۲) نمایش اثر فوتوالکتریک که موجب گسیل الکترون اوژه میشود..... ۲۶

شکل(۱-۱۳) پراکندگی کامپتون.....۲۷

شکل(۱-۱۴) برهمکنش کامپتون در دو آشکارساز با سایزهای متفاوت در آشکارساز کوچکتر احتمال فرار فوتون پراکنده بیشتر است.....۲۸

شکل(۱-۱۵) الف-طیف گامای تک انرژی(طیف چشمه) ب- طیف همان چشمه در یک آشکارساز با قدرت تفکیک ایدهآل.....۲۹

شکل(۱-۱۶) طیف اشعه گاما که توسط آشکارسازی با حفاظ سربی بدست آمده است.....۳۰

شکل(۱-۱۷) طیف اشعه گامای پر انرژی بدست آمده توسط آشکارساز دارای حفاظ.....۳۲

شکل(۱-۱۸) اکتیویته هستههای مادر و دختر به عنوان تابعی از زمان در مورد حالتی که به تعادل پایدار رسیدهاند.....۴۱
شکل(۱-۱۹) اکتیویته هسته دختر و مادر نسبت به زمان در تعادل گذرا.....۴۲
شکل(۱-۲۰) اکتیویته عناصر مادر و دختر بر حسب زمان در مورد حالتی که هرگز به تعادل نمی-رسند.....۴۳
شکل(۲-۱) اسپکترومترAT1315.....۵۳
شکل(۲-۲) GDU-۱ ،GDU-۲-کابل.....۵۳
شکل(۲-۳) جزئیات GDU.....۵۴
شکل(۲-۴) جزئیات BDU.....۵۴
شکل(۲-۵) طیف چشمه ^{137}Cs.....۵۸
شکل(۲-۶) بلوک دیاگرام اسپکترومتر.....۶۱
شکل(۲-۷) بلوک دیاگرامGDU.....۶۲
شکل(۲-۸) بلوک دیاگرام BDU.....۶۳
شکل(۲-۹) بلوک دیاگرام DPU.....۶۴
شکل(۲-۱۰) اعمال ولتاژ.....۶۵
شکل(۲-۱۱) ۱-محل قرارگیری چشمه ۲-نگهدارنده ۳-آشکارساز.....۶۶
شکل(۲-۱۲) عمل verify.....۶۷
شکل(۲-۱۳) تراشه ۴۶۸۱۳۳.XXX.....۶۷
شکل(۲-۱۴) طیف زمینه.....۶۹
شکل(۲-۱۵) کنترل زمینه.....۷۰
شکل(۲-۱۶) گزینه Acquire.....۷۱
شکل(۲-۱۷) گزینه peak processing.....۷۲

شکل(۲-۱۸) پنجرههای تعیین استاندارد تعیین شده توسط IAEA..... ۷۴
شکل(۲-۱۹) واپاشی رادیوم..... ۷۵
شکل(۲-۲۰) منحنی کالیبراسیون راندمان آشکارساز برای ظرف مارینلی یک لیتری..... ۷۷
شکل(۳-۱) نمودار کالیبراسیون انرژی..... ۸۰
شکل(۳-۲) فوتوپیک منفرد و ساده..... ۸۱
شکل(۳-۳) فوتوپیک همراه با پیوستار کامپتون زیر قله در طیفهای چندگانه..... ۸۲
شکل(۳-۴) طیف گامای محلول *KCl*..... ۸۳
شکل(۳-۵) طیف گامای یک نمونه گرانیتی ثبت شده توسط اسپکترومتر..... ۸۵
شکل(۳-۶) شاخص اکتیویته معادل رادیوم نمونهها..... ۹۶
شکل(۳-۷) شاخصهای خطر داخلی و خارجی نمونههای سنگ گرانیت..... ۹۶

فهرست جداول

جدول(۱-۱) فاکتور کیفیت ذرات مختلف.....۴۷

جدول(۲-۱) نام نمونه سنگ های گرانیت مورد بررسی.....۵۲

جدول(۲-۲) مشخصه های اسمی تبدیل کانال به انرژی برای گاما.....۵۶

جدول(۲-۳) مشخصه های اسمی تبدیل کانال به انرژی برای بتا.....۵۶

جدول(۲-۴) راندمان آشکارساز گاما محدوده ۵۰keV تا ۳۰۰۰keV برای چشمه های نقطه ای.....۵۷

جدول(۲-۵) راندمان آشکارساز گاما در محدوده۵۰keV تا ۳۰۰۰keV برای چشمه های حجمی.....۵۷

جدول(۲-۶) سطح زمینه خود اسپکترومتر.....۵۸

جدول(۲-۷) محدوده اندازه گیری اکتیویته حجمی و اکتیویته ویژه.....۵۹

جدول(۲-۸) حساسیت اسپکترومتر.....۶۰

جدول(۳-۱) لیست رادیونوکلوئیدهای مورد استفاده برای کالیبراسیون.....۸۰

جدول(۳-۲) سری واپاشی ^{232}Th.....۸۸

جدول(۳-۳) سری واپاشی ^{238}U.....۹۱

جدول(۳-۴) اکتیویته ویژه نمونههای سنگ گرانیتی.....۹۳

جدول(۳-۵) آهنگ دز جذب شده در هوا و همارز دز مؤثر سالانه نمونههای سنگ گرانیتی.....۹۵

هر فرد در طول عمر خود در معرض تابشهای یونسازی که در محیط اطراف وجود دارند، قرار میگیرد. آلودگیهای محیطی که در اثر وجود عناصر رادیواکتیو طبیعی با نیمه عمر بسیار طولانی و یا در نتیجه دخالتهای بشر به وجود آمدهاند، یکی از مسائل علمی مورد مطالعه در عصر حاضر هست.

پرتوگیری پرتوهای خارجی و داخلی بیشتر حاصل از پرتوهای کیهانی و رادیونوکلوئیدهای زمینی دارای نیمهعمر واپاشی قابل مقایسه با عمر زمین (تقریبا $۱۰^{۹}$ سال) هستند و در سطوح مختلف خاک یافت میشوند، میباشد. پرتوهای گامای حاصل از این چشمههای تابشی به صورت پرتوهای خارجی وارد چرخه زندگی انسان میشوند و در بعضی موارد برهمکنش این پرتوها با سیستم بیولوژیکی بدن، بسته به میزان دز تابشی، باعث ایجاد تغییراتی از قبیل بیماریهای سرطانی، جهش - های ژنتیکی، سوختگیهای پوستی و غیره میشود.

اهمیت مشخص کردن مجموع دز رسیده به یک شخص که در معرض تابش زیاد قرار دارد، با هدف محدود کردن پرتوگیری، برای حفظ سلامت فرد صورت میگیرد. این که تابش میتواند باعث آسیب شود، یک حقیقت پذیرفته شده جهانی است. نوع آسیب وارده، به نوع و انرژی تابش و نوع مادهای که در معرض تابش قرار دارد و زمان ذخیره انرژی در ماده بستگی دارد. در سالهای اخیر به منظور تعیین میزان آسیبهای ناشی از تشعشعات رادیوایزوتوپهای موجود در محیط زندگی بشر، اندازهگیری غلظت عناصر رادیواکتیو موجود در نمونههای طبیعی بسیار ضروری به نظر میرسد. سنگهای گرانیتی به دلیل ویژگیهای زمینشناختیشان، دارای میزان عناصر رادیواکتیو بیشتری نسبت به رسوبات و خاکها میباشند. به دلیل استفاده بالا از این سنگها به عنوان مصالح ساختمانی، خصوصاً در داخل ساختمانها، ارزیابی تشعشعات رادیواکتیو این سنگها ضروری به نظر میرسد.

در این پروژه گرانیتهای موجود در بازار را مورد بررسی قرار دادیم و برای بدست آوردن طیف اشعه گامای نمونههای سنگ گرانیت و به منظور به حداقل رساندن زمینه، از اسپکترومتر گاما – بتا AT1315 که از دو سوسوزن NaI(Tl) و پلاستیک برای اندازهگیری همزمان پرتوهای گاما و بتا تشکیل شده است استفاده کردیم.

فصل اول

بررسی منابع

۱-۱ تابش

کلمه تابش تا سال ۱۹۰۰ برای توصیف امواج الکترومغناطیسی به کار میرفت، تقریبا در اوایل قرن ۱۹ الکترون، پرتوهای x پرتوزایی طبیعی کشف شدند و اینها نیز زیر چتر اصطلاح تابش درآمدند. تابش های تازه کشف شده، برعکس تابشهای الکترومغناطیسی که به صورت موج تلقی میشدند، سرشت ذرات را از خود نشان میدادند. در دهه ۱۹۲۰، دوبروی نظریه خود را بر پایهی دوگانگی ماده ارائه کرد و پس از مدت کوتاهی با آزمایش پراش الکترون درستی آن را به اثبات رسید و اهمیت جدایی بین ذرات و امواج از بین رفت. امروزه مراد از تابش تمامی طیف الکترومغناطیسی و نیز همه ذرات کشف شده اتمی و زیر اتمی است.

انواع مختلف تابش را بر پایه خاصیت یونندگی و نایونندگی گروه بندی میکنند. یونندگی به معنای توانایی تابش در یونیدن گازی است که از آن عبور میکند. تابشهای نایوننده، تابشهای الکترومغناطیسی با طول موج (λ) حدود ۱۰ nm یا بیشتر است. این بخش از طیف الکترومغناطیسی شامل امواج رادیویی، میکروموجها، نور مرئی و نورفرابنفش است. تابشهای یونندە، شامل بقیه طیف الکترومغناطیسی، پرتوهای x ($\lambda \approx$۱-۰/۰۰۵nm) و پرتوهای γ با طول موج کوتاهتر از طول موج پرتوهای x است. این گروه تمام ذرات اتمی و زیر اتمی مثل الکترون، پوزیترون، پروتون، آلفا، نوترون، یونهای سنگین و مزونها را نیز در بر میگیرد.[۷]

۱-۲ ماهیت پرتوزایی و انواع آن

گسیل تابش یا پرتوزایی چیزی نیست جز رها شدن انرژی توسط یک سیستم به هنگامی که از یک حالت به حالتی دیگر میرود. منشأ تابشی که از مواد پرتوزا ساطع میشود دگرگونیهایی است که درون هسته اتم صورت میگیرد. در برخی هستهها، ترکیب پروتونها و نوترونها به گونهای است که پیکربندی پایداری ندارند. چنین هستههای ناپایداری پرتوزا هستند. بعضی از این هسته در طبیعت یافت میشوند و برخی به روشهای سنتزی تولید میشوند. در اثر تبدیلها خود به خودی هسته،

انرژی داخلی یا پیکربندی این هستهها دستخوش تغییر میگردد و به این ترتیب با آزاد کردن بعضی ذرات یا فوتونها به پیکربندی پایداری نزدیک میشوند. این تبدیلهای هستهای واپاشی پرتوزا نامیده میشود. مهمترین فرایندهای پرتوزا واپاشیهای آلفازا، بتازا و گسیل گاما میباشند.

۱-۲-۱ واپاشی آلفازا

واپاشی آلفازا در واقع گسیل خود به خودی هسته هلیوم ($^{4}_{2}He$) میباشد که از دو پروتون و دو نوترون تشکیل شده است. این واپاشی در نتیجه دافعه کولنی اتفاق میافتد ولی نمیتوان آن را به صورت کلاسیکی توجیه کرد. گسیل آلفا را در حالت کلی به صورت زیر نشان میدهند:

$$^{A}_{Z}X \rightarrow ^{A-4}_{Z-2}X + ^{4}_{2}He + Q \qquad (۱-۱)$$

هسته $^{4}_{2}He$ از آنرو به عنوان عامل این فرآیند درآمده است که سیستمی با پیوند بسیار مستحکم است و در نتیجه انرژی جنبشی آزاد شده در واپاشی به حداکثر میرسد. لذا تابش آلفا، بسیار پر انرژی بوده و در صورت جذب به دلیل چگالی یونش زیاد در مسیر این ذرات، خطرناک است.[۱]

۱-۲-۲ واپاشی بتازا

در واپاشی بتا یک هسته یک الکترون یا پوزیترون گسیل میکند و به عنصر جدیدی تبدیل می - شود، دو نوع واپاشی بتا وجود دارد. واپاشی β^{-} که به صورت رابطه زیر است:

$$^{A}_{Z}X \rightarrow {}^{A}_{Z+1}X + \beta^{-} + \bar{\nu} \qquad (۲-۱)$$

که در آن β^{-} الکترون و $\bar{\nu}$ پادنوترینو، ذره خنثی با جرم سکون صفر است. واپاشی β^{+} به صورت زیر است:

$$^{A}_{Z}X \rightarrow {}^{A}_{Z-1}X + \beta^{+} + \nu \qquad (۳-۱)$$

β^{+} پوزیترون و ν نوترینو است. واپاشی های بتازا به طور کلی با گسیل یک یا چند گاما همراه هستند.

۱-۲-۳ واپاشی گامازا

تابش گاما، تابش الکترومغناطیسی با طول موج بسیار کوتاه است. گسیل این تابش بر اثر تغییرات انرژی

درون هسته صورت میگیرد. بیشتر واپاشیهای آلفازا، بتازا و در حقیقت بیشتر واکنشهای هستهای، هسته

نهایی را در حالت برانگیخته باقی میگذارند و این حالت برانگیخته با گسیل یک یا چند پرتو گاما که همان فوتونهای تابش الکترومغناطیسی مانند پرتوهای X و یا نور مرئی هستند به سرعت به حالت پایه واپاشیده میشوند. دراین نوع واپاشی، یک هسته از حالت برانگیخته به یک حالت با انرژی پایینتر میرود و تفاضل انرژی بین دو حالت به صورت یک فوتون آزاد میشود. اندازه انرژی پرتو گامایی که از هر هسته برانگیخته، گسیل میشود، مقادیری معین و ویژه همان هسته است، زیرا ناشی از گذارهای بین ترازهای انرژی همان هسته است. واپاشی گاما را به صورت زیر نشان میدهند:

$$ {}^{\mathrm{A}}_{\mathrm{Z}}X^{*} \rightarrow {}^{\mathrm{A}}_{\mathrm{Z}}\mathrm{X} + \gamma \qquad (۴-۱) $$

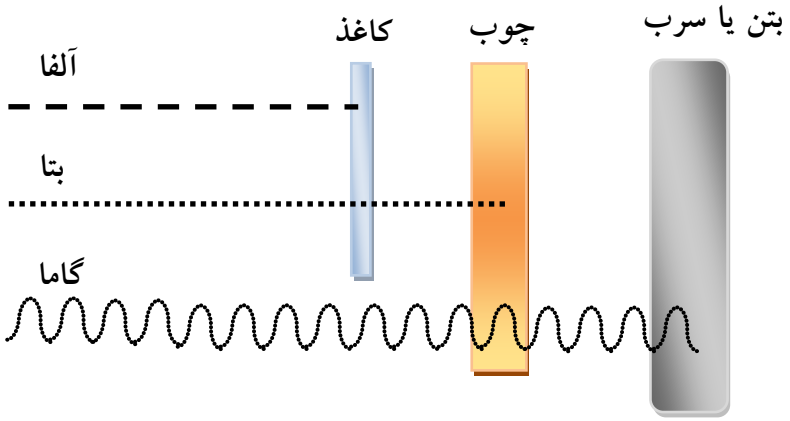
۱-۳ ویژگیهای پرتوهای آلفا، بتا و گاما

عامل مهمی که در مقایسه اثر انواع مختلف تابشها روی بافت زنده مطرح میشود، انتقال انرژی خطی[1](LET) است که انرژی واگذاری را در واحد طول مسیر پرتو نشان میدهد. LET همان $\frac{dE}{dX}$ یا توان توقف خطی است که برای یونهای سنگین از جمله آلفا نسبتا زیاد و در حدود $۱۰۰\ keV/\mu m$ و برای ذراتی از نوع الکترونها یا فوتونها به مقدار کمتری در حدود $۱\ keV/\mu m$ است. [۲]

این ویژگی با برد تابش رابطه تنگاتنگی دارد. میزان عمقی که یک نوع تابش معین در یک ماده نفوذ میکند، قبل از اینکه همه انرژیاش را از دست بدهد را برد تابش مینامند. این عامل پیامدهایی در حفاظت انسان از تابش و در آثار زیستی تابش دارد. دو عامل که بر برد هر نوع تابش اثر میگذارد

[1] Liner Energy Transfer

بار و سرعت آن تابش است. تابش انرژی خود را بیشتر از طریق برهمکنش با الکترونهای ماده از دست میدهد. هر چه بار الکتریکی تابش بیشتر باشد، نیروهای مؤثر بین آن و الکترونها در ماده بیشتر شده و انرژی خود را سریعتر از دست میدهند. و هر چه ذره کندتر باشد زمان بیشتری در مجاورت یک اتم صرف میکند و احتمال برهمکنش با الکترونهای آن اتم بیشتر خواهد بود. این دو عامل موجب میشود که در شرایط انرژی یکسان و در یک ماده یکسان، برد تابش آلفا کوتاهتر از تابش بتا و برد تابش بتا کوتاهتر از برد تابش گاما باشد. و عامل مؤثر دیگر انتخاب ماده است به طوری که موادی با چگالی الکترونی بیشتر تابش را بیشتر متوقف میکنند. همانطور که در شکل (۱-۱) نشان داده شده است برای توقف ذرات آلفا یک ورق کاغذ کافی است و همچنین پوست انسان حفاظ خوبی برای اعضای داخلی در برابر تابش آلفا است. برای توقف ذرات بتا ورقهای از چوب به ضخامت ۲ الی ۳ سانتیمتر کفایت میکند. و بلاخره برای حفاظسازی چشمههای گسیل کننده گاما، موادی چون بتن یا سرب حفاظ خوبی خواهند بود.[۳]



شکل(۱-۱) مقایسه انرژی پرتوهای آلفا، بتا، گاما

۱-۴ منابع تابش

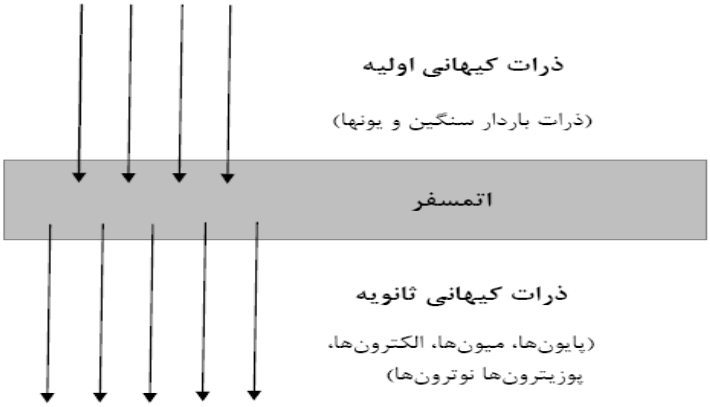
تابشها را بر اساس منشا پیدایش آنها به دو گروه اساسی تابشهای طبیعی و تابشهای مصنوعی تقسیمبندی میکنند.

۱-۴-۱ تابشهای طبیعی

اولین و بزرگترین منابع تابش، تابشهای طبیعی هستند که خود به سه گروه تابشهای کیهانی، تابشهای زمینی و تابشهای موجود در جو تقسیمبندی میشوند.

۱-۴-۱-۱ تابشهای کیهانی

تابشهای ناشی از بیرون اتمسفر زمین تابشهای کیهانی نامیده میشوند. اشعههای کیهانی دو منبع اصلی دارند: منبع کهکشانی و منبع خورشیدی.



شکل(۱-۲) واکنشهای تابشهای کیهانی

تابشهای کیهانی را قبل از برخورد به اتمسفر زمین، اشعههای کیهانی اولیه گویند که شامل پروتونها، هستههای هلیوم ویونهای سنگین با انرژی در حدود $۱۰^{۹}$ تا $۱۰^{۲۰}$ الکترون ولت (eV) است. در اثر اندرکنش ذرات اولیه کیهانی با اتمسفر زمین (که از اکسیژن، نیتروژن و غیره تشکیل شدهاند) دسته بزرگی از ذرات ثانویه کیهانی شامل پایونها، میونها، الکترونها، نوترونها و فوتون - های الکترومغناطیسی با انرژی در محدود صدها مگا الکترون ولت (MeV) تولید میشوند. تعداد بسیار زیادی از این ذرات ثانویه میتوانند به سطح زمین برسند و میزان تابش را در سطح زمین افزایش دهند.[۸]