26-ALFREDSON. P.G., Australian Atomic Energy Commission, Research Establishment, Lucas Heights, AAEC/E 245, 1972.

27-ASSMAN. H., "The powder properties of ex-AUC and ex-DC (dry Conversion) are different, what are the differences and why. KWU, B22, 1985.

28-PAGE. H, Conversion of Uranium Ore Concentrates and Reprocessed Uranium to Nuclear Fuel Entermediates at BNFL, U.K., Presented at, Technical Committee on Advances in Uranium Refining and Conversion, IAEA, Vienna, 7-11 April., 1986.

29-YASUDA. I., MIYAMOTO. Y and MOCHITI. T. Conversion of Reprocessed Uranium in JAPAN, Presented at Technical Committee Meeting on Advances in Uranium Refining and Conversion, IAEA, Vienna, 7-11 April, 1986.

30-ASHBROOK. A.W., The Refining and Conversion of Uranium Yellow Cake to Uranium Dioxide and Uranium Hexafluoride Fuels in CANADA, Presented at Technical Committee Meeting on Advances in Uranium Refining and Conversion, IAEA, Vienna, 7-11 April, 1986.

31-Quality Control and Quality Assurance, IAEA Publication.

۳۲- سرهنگی، ساسان - پاکی، داوود - باقرپور، محمد و قائی، سعید «کنترل کیفی ترکیبات حاصل از مراحل مختلف تولید پودر دی‌اکسید اورانیوم از کیک زرد»، کنفرانس علوم و تکنولوژی هسته‌ای در ایران، بوشهر، ۲۲ الی ۲۸ اسفند ٦٤.

۳۳- مجتبی شریفی فرد، سید عباس احمدی، حمیدهٔ خدائیانی و جمشید کمالی «اندازه‌گیری نسبت اتمی O/U در دی‌اکسید اورانیوم بروشهای پلاروگرافی، تیتریمتری، گراویمتری و مقایسه آنها»، کنفرانس علوم و تکنولوژی هسته‌ای، بوشهر ۲۲ الی ۲۸ اسفند ۱۳۶۴.

مرکز تابش گاما
معرفی خدمات پرتودهی، کنترل کیفی و تحقیقات

مصطفی سهرابپور
مؤسس و مدیر مرکز تابش گاما
سازمان انرژی اتمی

چکیده

وضعیت موجود تکنولوژی پرتو و یا پرتو فرآیند در جمهوری اسلامی ایران، با تاکید روی تحقیق و توسعه همراه است. مرکز تابش گاما به عنوان معرفی کنندهٔ این تکنولوژی در کشور پس از راه‌اندازی و ارائه خدمات پرتودهی و کنترل کیفی در سالهای اولیهٔ بعد از تأسیس، اخیراً تأکید بیشتری روی فعالیتهای پژوهشی به منظور افزایش مشارکت داخلی و توسعهٔ تکنولوژی توسط منابع داخلی داشته است. در این رابطه، دستاوردهای مرکز را می‌توان در زمینه‌های آثار پرتوگاما روی مواد پلیمری، میکروبیولوژی، پرتودهی مواد غذائی، فیزیک پرتو و دزیمتری، اندازه گیری عناصر کم‌مقدار در ذرات معلق هوا و پروژه‌های طراحی مهندسی و غیره خلاصه کرد.

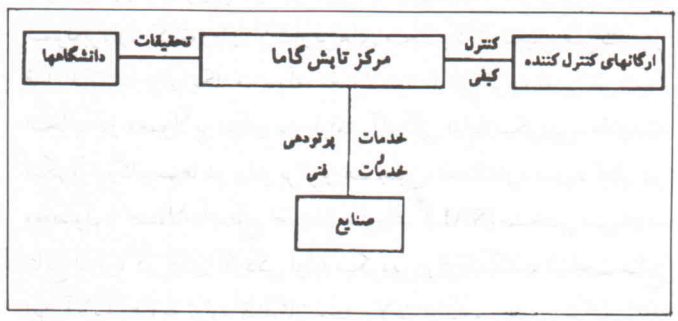
مقدمه

پرتو فرآیند در جمهوری اسلامی ایران عمری کوتاه و کمتر از ده سال دارد. شرح حال پیشرفتهای اولیهٔ این تکنولوژی، شامل خدمات پرتودهی، تحقیق و توسعه، در گردهمایی‌های داخلی و خارجی ارائه شده است [۲،۱]. بر مبنای این گزارشها تکنولوژی پرتو فرآیند در این کشور، در مرکز تابش گاما شکل گرفته است.

مرکز تابش گاما با ارائهٔ یک طرح به برنامهٔ عمران سازمان ملل متحد (UNDP)[1] و اخذ بودجه‌ای بالغ بر ۱/۵ میلیون دلار از طرف آن سازمان تحقق یافت و سازمان برنامه وبودجه هزینه‌های ساختمانی آن را بر عهده

گرفت و سازمان انرژی اتمی نیز آن را به مرحلهٔ اجراء درآورد. آژانس بین‌المللی انرژی اتمی [۲](IAEA) نیز در اجرای آن نظارت داشت.

در طراحی این مرکز، ماهیت و عملکردی چند جانبه در نظر گرفته شده است به گونه‌ای که این مرکز، امکانات ارائهٔ خدمات پرتودهی، قابلیت اعمال کنترل کیفی فرآیند و همچنین، توانمندی اجرای برنامه و پروژه‌های تحقیق و توسعه در زمینه‌های مختلف پرتو فرآیند را در کشور



شکل ۱ـ وظایف مرکز تابش گاما

فراهم آورده است.

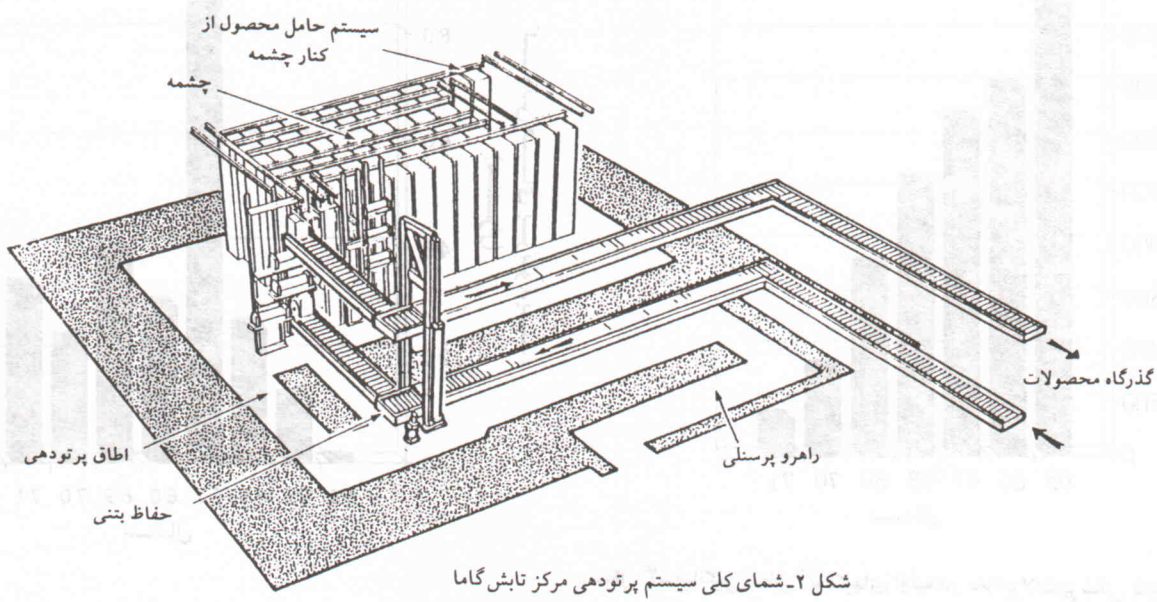
در این نوشتار، امکانات مرکز، شامل سیستم پرتودهی و آزمایشگاهها و شرح وظایف آن از قبیل خدمات پرتودهی، عملیات کنترل کیفی و تحقیقات مرکز تابش گاما در شکل (۱) نشان داده شده است.

خدمات پرتودهی، کنترل کیفی و پروژه‌های پژوهشی توسط گروههای کاری زیر در ارتباط با سیستم(ها) و یا در آزمایشگاههای مربوط صورت می‌گیرد:

- گروه کارگردانی سیستم IR-136
- « میکروبیولوژی
- « تکنولوژی پلیمر
- « فیزیک پرتو و دزیمتری
- « بررسی مواد غذایی پرتودیده
- « مطالعات زیست محیطی
- « فنی مهندسی

سیستم پرتودهی «IR-136»

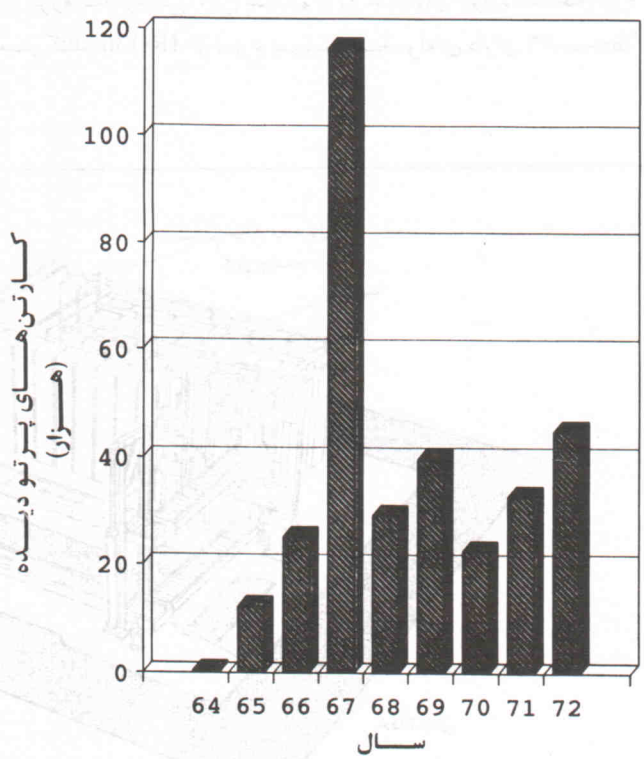
«IR-136»، یک سیستم پرتودهی نیمه صنعتی است که ظرفیت نگهداری یک میلیون کوری (۳۷ PBq) کبالت شصت را داراست. این سیستم، به صورت ۲۴ ساعته و در تمام طول هفته مشغول فعالیت است. سه گروه کارگردانی، این سیستم را در شیفتهای دوازده ساعته اداره می‌کنند. IR-136، از نوع سیستم محموله‌ای دارای ۶۹ محفظهٔ



شکل ۲ـ شمای کلی سیستم پرتودهی مرکز تابش گاما

آلومینیومی است که توسط پیستونهای نئوماتیکی به حرکت در می‌آیند. شکل (۲) شمای کلی سیستم پرتودهی را نشان می‌دهد. به دلیل پوشش چشمه توسط محصول، این سیستم دارای راندمان نسبتاً بالایی در مقایسه با سیستم‌های دارای پوشش محصول توسط چشمه است. محصولات مورد پرتودهی در کارتنهای یکنواخت با حجم m^3 ۰/۰۹۰، در شش ردیف و چهار طبقه، پرتودهی می‌شوند. میزان نسبت غیر یکنواختی توزیع دز در کارتن‌ها، تابعی از چگالی محصول بوده و تغییرات آن بین ۱/۴۰-۱/۱۸ در محدودهٔ تغییرات چگالی به ترتیب بین gm/cm^3 ۰/۳-۰/۰۵ است. پرتودهی در این سیستم، عمدتاً به دلیل ارائهٔ خدمات پرتودهی برای استریل محصولات پزشکی، بهداشتی صورت می‌گیرد.

شکل (۳) میزان تولیدات مرکز و یا تعداد کارتن‌های پرتودیده را بر حسب سالهای کارکرد مرکز نشان می‌دهد. نرخ تولید بالای محصولات پرتودیده در سال ۱۳۶۷، ناشی از پرتودهی حجم زیادی از محصولات بهداشتی وارداتی بوده ولی تولیدات سالهای بعد، کلاً اختصاص به محصولات تولید داخلی داشته است. در مجموع، طی این سالها، بالغ بر ۳۰۰ هزار کارتن و یا ۲۷ هزار متر مکعب محصولات یکبار مصرف پزشکی در این مرکز استریل شده‌اند. همچنین، با ایجاد این مرکز، صنایع

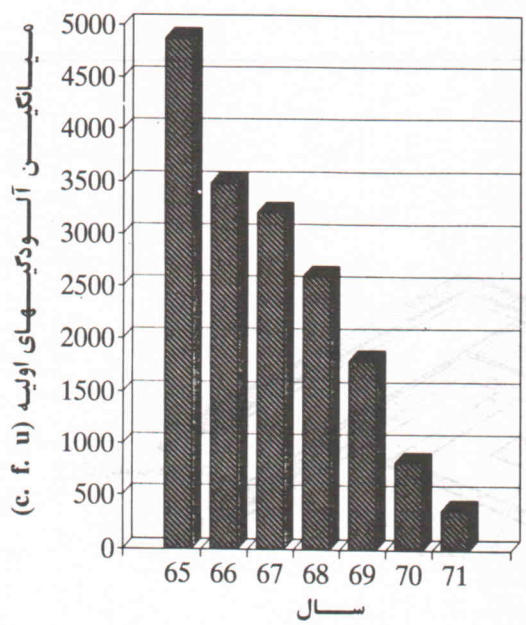


شکل ۳ـ میزان تولید کارتن‌های پرتو دیده برحسب سالهای کارکرد مرکز

جدید تولید محصولات یکبار مصرف مانند بطری ریه، انواع گازهای زخم‌بندی، گاز وازلینه و نخ‌های بخیه و غیره در کشور پیدا شده است.

گروه میکروبیولوژی

این گروه، تعیین کنندهٔ خط اصلی برنامهٔ کنترل کیفی پرتودهی محصولات در مرکز است؛ اگرچه، کنترل پرتودهی در نهایت توسط دزیمتری تعیین می‌شود. گروه میکروبیولوژی، به صورت روزمره، آلودگی اولیهٔ میکروبی کلیه محصولات ورودی به مرکز را بر مبنای نمونه‌برداری کاتوره‌ای از کارتن‌های محصولات تعیین می‌کند. دز فرآیند کننده برای یک محموله، معمولاً توسط این گروه تعیین می‌شود. انتخاب دز معمولاً بر مبنای سه پارامتر آلودگی اولیهٔ میکروبی، مقاومت میکرو اورگانیسم‌ها در برابر پرتو و همچنین، استاندارد مورد نظر در محصول و اصطلاحاً سطح اطمینان سترونه ^{3}(SAL) مشخص می‌شود. نتایج اندازه گیریهای آلودگی اولیهٔ میکروبی برای کمک به شناخت منابع این آلاینده‌ها، به تولید کنندگان محصولات ارائه می‌شود. شکل (۴)، میزان و روند اعمال شدهٔ کاهش آلودگیهای میکروبی در محصولات پذیرفته شده برای پرتودهی را طی هفت سال اول کارکرد سیستم پرتودهی نشان می‌دهد. با توجه به این نمودار، تولید کنندگان محصولات پزشکی یکبار مصرف که از این مرکز، خدمات پرتودهی



شکل ۴ـ میانگین سطح آلودگیهای اولیه در محصولات پزشکی یکبار مصرف تولید داخل از بدو تاسیس مرکز تاکنون

دریافت می‌دارند موظف به رعایت حد آلودگی میکروبی و کاهش تدریجی آن طی چند سال گذشته برای تولید محصولات غیر «پیروژن»[۴] بوده‌اند. ضمن آنکه در حال حاضر، این حد مجاز آلودگی اولیه، پائین‌تر از «CFU»[۵] ۵۰۰ تعیین شده است. در این گروه، مطالعاتی در زمینهٔ مقاومت پرتوی میکرواورگانیسم‌های پاتوژنیک و غیر پاتوژنیک و همچنین، تعیین میکرواورگانیسم‌های غالب محصولات پزشکی یکبار مصرف، محصولات بهداشتی و دارویی در سالهای گذشته، صورت گرفته است.[۳]

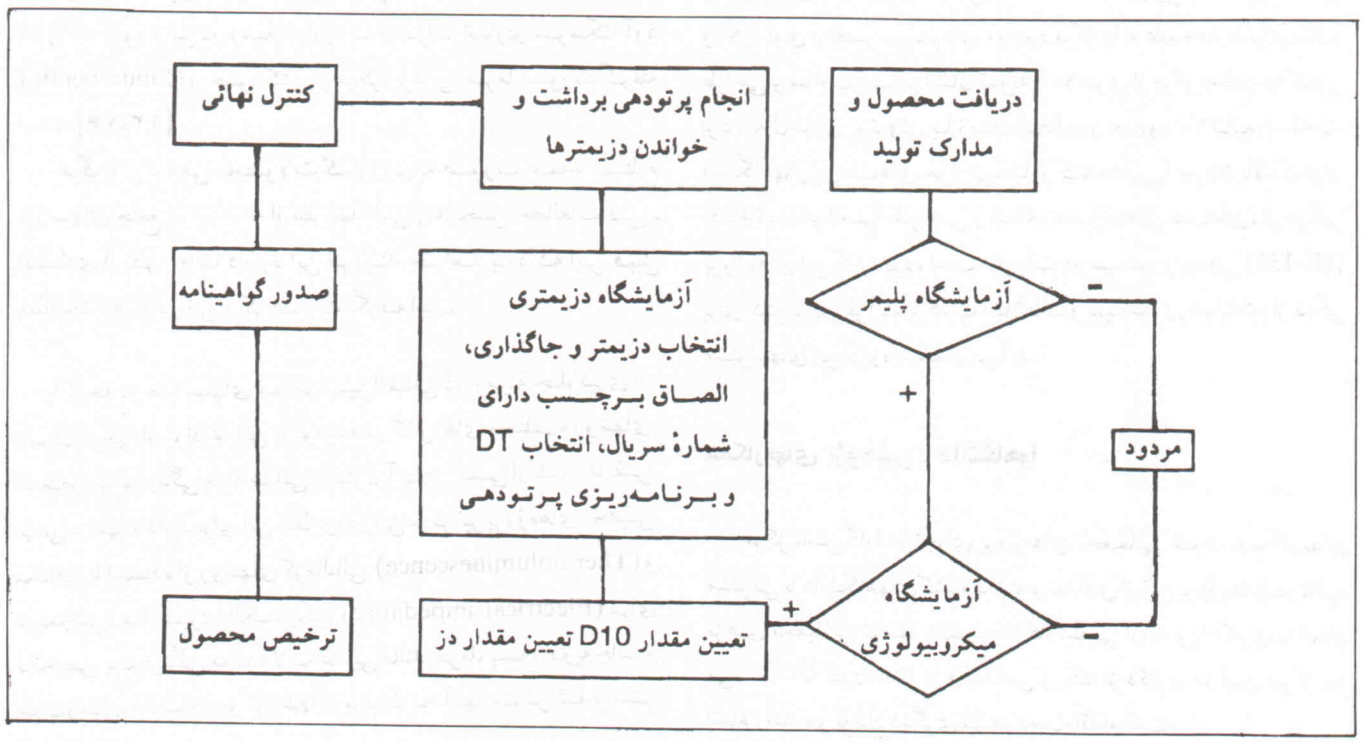
گروه تکنولوژی پلیمر

این گروه آزمایشگاهی نیز، در زمینهٔ کنترل کیفی و ارزیابی مناسب پرتودهی محصولات مختلف پلیمری فعالیت می‌کند. در این رابطه، آزمایشهای مختلف شناسایی، مکانیکی، فیزیکی، ریولوژیکی و شیمیایی روی نمونه‌های آزمایشگاهی صورت می‌گیرد. این‌گونه آزمایشها معمولاً قبل و بعد از پرتودهی و به منظور مقایسهٔ خواص و ارزیابی تغییرات ناشی از پرتودهی، صورت می‌پذیرد. شکل (۵) برنامهٔ کلی کنترل کیفی اعمال شده در مرکز تابش گاما را نشان می‌دهد.

علاوه بر انجام آزمایشهای کنترل کیفی، این آزمایشگاه در زمینه‌های مختلف پژوهشی نیز فعالیت دارد. زمینه‌های کلی تحقیقات در این گروه عبارتند از: بررسی مکانیسم تخریب و پایدارسازی پلیمرهای پزشکی، سنتز و ساخت برخی از پلیمرها با خواص ویژه، فرموله و توسعهٔ کامپوزیتهای چوب ـ پلیمر «WPC»[۶] و چوب، خاک رس، پلیمر «CPC»[۷] و غیره. برخی از مقالات اعضاء این گروه در لیست انتشارات [۷-۴] ارائه شده است.

گروه فیزیک پرتو و دزیمتری

در این گروه، مطالعات ترابرد پرتوها، شبیه‌سازی دز و نرخ دز، در سیستم‌های پرتودهی صورت گرفته است. همچنین، نتایج محاسباتی توسط اطلاعات دزیمتری مورد مقایسه و ارزیابی قرار گرفته است. روشهای محاسباتی به کار گرفته شده شامل مانته کارلو و کرنل نقطه‌ای، برای مطالعات ترابرد ذرات و تغییرات بیناب گاما و توزیع فضایی دز در سیستم‌های پرتودهی بوده است. محاسبات انجام شده برای طراحی سیستم‌های پرتودهی، ارزیابی عملکرد این سیستم‌ها، تغییرات در توزیع نرخ دز پس از جایگزاری چشمهٔ جدید و همچنین، برای عملکرد بهینهٔ این سیستم‌ها مورد استفاده قرار می‌گیرد. با استفاده از کد محاسباتی مانته کارلو «EGS4»[۸] و کد محاسباتی طراحی شده در این مرکز، محاسبات توزیع دز و غیره برای سیستم‌های پرتودهی «IR-136» و «GC-220»[۹]



شکل ۵ـ کنترل فرآیند در مرکز تابش گاما

اجرا و گزارش شده است. [۸،۹]

در این گروه همچنین، اجرای دزیمتریهای دز بالا، برای کنترل روزمرهٔ پرتو فرآیند صورت می‌گیرد. ارزیابی و کنترل انواع سیستم‌های دزیمتری به همراه تحقیق و توسعه برای ساخت دزیمترهای داخلی، از دیگر فعالیتهای این گروه است. ارزیابی سیستم‌های دزیمتری اپتیکرومیک موج‌بر «OWG»[10]، تهیه و آزمایش ورقهای «PMMA»[11] بی‌رنگ تجاری به عنوان دزیمترهای روزمره و نیز، آزمایش رفتار حرارتی دزیمترهای پلاستیکی در این گروه صورت گرفته است. [۱۲-۱۰] ساخت شاخصهای پرتودیدگی و فرمولاسیون سنتز و ساخت دزیمترهای فیلمی هم در این مرکز انجام شده و گزارش آن در دست تهیه است.

گروه بررسی مواد غذایی پرتودیده

بررسی پرتودیدگی مواد غذایی در این مرکز، تنها به منظور شناخت تغییرات خواص این مواد و احتمالاً یافتن محصولات کاندید برای این فرآیند صورت می‌گیرد. تاکنون، فقط مجوز پرتودهی ادویه‌جات خشک به صورت تجاری توسط مسئولین بهداشت و استاندارد کشور صادر شده است. پروژه‌های مختلفی روی آثار اشعه روی قارچ اسپرژیلوس فلیووس (Aspergillus flavus) روی پسته ایران و همچنین، ضدعفونی کردن سالمونلا تیفی (Salmonella typhei) در خوراک طیور و نیز در زمینهٔ مبارزه با حشرات انباری سوسک آرد (Flour beetle) و حشره کشی و میکروبزدایی خرما صورت گرفته است. [۱۳،۱۴]

هرگونه پرتودهی محصولات کشاورزی به صورت عمده مستلزم بررسیهای جامع اثرات اشعه از نظر بهداشتی و همچنین، مطالعات فنی - اقتصادی از نظر تبعات کاربرد این فرآیند خواهد بود که این قبیل مطالعات، هنوز در این مرکز صورت نگرفته است.

با توجه به حساسیتهای موجود بین‌المللی در زمینهٔ جلوگیری از مصرف برخی از مواد غذایی پرتودیده در کشورهای مختلف، روشهای تشخیص پرتودیدگی مواد غذایی و کنترل آنها در بعضی از کشورها نقش مهمی بر عهده دارد. برای این منظور، در این مرکز نیز پروژه‌های تحقیقی مختلفی با استفاده از روشهای گرمالیانی (Thermoluminescence) و همچنین، پاگیری الکتریکی (Electrical impedance) برای تشخیص پرتودیدگی محصولات غذایی مانند خرما، پسته، ادویه‌جات و سیب‌زمینی، راه‌اندازی و گزارشهای مربوط به آنها منتشر شده است. [۱۷-۱۵]

گروه مطالعات زیست محیطی

سیستمهای اندازه گیری اولیه برای مطالعات زیست محیطی شامل اسپکترومتری گاما و جذب اتمی، از طریق ارائهٔ طرح اندازه گیری آلاینده‌های محیط زیست به آژانس بین‌المللی انرژی اتمی، به دست آمده‌اند. در این آزمایشگاه و با روش فعال‌سازی نوترونی دستگاهی «INAA»[12]، ذرات معلق در هوا نمونه‌برداری شده و پس از پرتودهی نوترونی، اندازه گیری کیفی و کمی روی نمونه‌ها صورت می‌گیرد. دستگاههای نمونه‌بردار و همچنین، سیستم انتقال نمونهٔ پنوماتیکی، برای انجام این اندازه گیریها توسط اعضاء گروه مهندسی مرکز، طراحی و ساخته شده‌اند. در یک پروژهٔ جدید، شناسایی عناصر کم مقدار در ذرات معلق هوای شهر تهران، «SPM»[13] و توزیع جغرافیایی غلظت این عناصر، انجام شده است. [۱۸]

پروژهٔ دیگری نیز توسط مرکز و با حمایت فرهنگستان علوم جمهوری اسلامی ایران و آژانس بین‌المللی انرژی اتمی و شهرداری تهران اجرا می‌شود که در آن، مسئله تغییرات غلظت عناصر مختلف در هوای شهر تهران بر حسب تغییرات فصلی، جوی و غیره مورد بررسی قرار خواهد گرفت.

گروه فنی مهندسی

این گروه، مسئولیت طراحی و ساخت سیستمهایی با عملکرد خاص و نگهداری و تعمیر سیستم‌های موجود مرکز را به عهده دارد. برای مثال، طراحی و ساخت سیستم انتقال نمونه ۷۰۰ متری از مرکز به قلب راکتور برای فعال‌سازی نوترونی یا زمان انتقال در حدود ۳۰ ثانیه، ساخت دستگاهها و یا پمپ‌های حرارتی، شارژ کننده‌هایی با جریان بالا، کنترل کنندهٔ دما و اخیراً طراحی و ساخت سوندهای هسته‌ای، از دیگر پروژه‌های این گروه بوده است. تغییرات در سیستم پرتودهی (IR-136) برای کنترل بهتر فرآیند و کسب اطلاعات و بهینه‌سازی عملیات، از دیگر مسئولیتهای این گروه به شمار می‌آید.

همکاریهای پژوهشی با دانشگاهها

مرکز تابش گاما در اجرای پروژه‌های تحقیقاتی خود، همکاریهای مشترکی با دانشگاههای کشور داشته و تعدادی از این پروژه‌ها را در قالب تزهای تحقیقاتی توسط دانشجویان کارشناسی ارشد و یا دکتری به انجام می‌رساند. تاکنون ده تز فوق‌لیسانس و یک تز دکتری در این مرکز به اتمام رسیده و تعداد دیگری نیز در دست اقدام است.

زمینهٔ کارهای پژوهشی انجام شده در این مرکز عبارت بوده‌اند از:

بررسی مکانیسم تخریب پی‌وی‌سی و تخریب و پایدارسازی پلی‌پروپیلن در برابر پرتوگاما، شبیه‌سازی سیستم‌های پرتودهی با روشهای مانته کارلو و کرنل نقطه‌ای، محاسبات کارایی آشکار سازهای گاما با روش مانته کارلو، اندازه گیریهای دزهای جمعیتی کشور ناشی از پرتوگیریهای رادیولوژی تشخیصی، سنتز و یا ساخت انواع دزیمترهای دز بالا برای پرتو فرآیند، سنتز و ساخت رادیو شیمیایی هیدروژل پلی اکریل آمید، پلیمریزاسیون رادیو شیمیایی و منومرهای وینیلی برای ساخت کامپوزیتهای مختلف، بررسی وجود میکرواورگانیسم‌های مقاوم به دز سترون کننده به پرتوگاما در محصولات پزشکی ساخت داخل، اندازه گیری و توزیع جغرافیایی و توزیع فصلی و دوره‌ای عناصر فلزی کم‌مقدار در ذرات معلق هوای شهر تهران.

پروژه‌های فوق‌الذکر، با همکاری دانشجویان دانشگاههای امیرکبیر، صنعتی شریف، تهران و شهید بهشتی اجرا شده است.

این مرکز همچنین، با تأکید بیشتر روی پروژه‌های تحقیقاتی در چند سال اخیر، زمینه‌های ایجاد خودکفایی نسبی را در بخشهای مختلف تکنولوژی پرتو فرآیند در استانداردهای بین‌المللی در کشور به وجود آورده است. اجراء و انجام این پروژه‌ها از طرف دیگر، موقعیتهای مناسبی را برای تربیت دانشجویان در مقاطع تحصیلات تکمیلی در این مرکز فراهم ساخته است.

زیر نویسها

1- United Nations Development Program

2- International Atomic Energy Agency

3- Sterility Assurance Level

4- Pyrogen Free

5- Colony Froming Unit

6- Wood Polymer Composite

7- Clay Polymer Composite

8- Electron Gamma Shower

9- Gammacell

10- Opti-Chromic Waveguide

11- Polymethylmetacrylate

12- Instrumental Neutron Activation Analysis

13- Suspended Particulate Matter

لیست انتشارات

1- **Sohrabpour, M., "Radiation Processing Technology in the I.R. of Iran", Adv. Meet. Trans. Radiat. Tech. Devel. Count. Delft, NL. IAEA. 1989.**

2- **Sohrabpour, M., "An Introduction to Gamma Irradiation Center", Radiat. Phys. Chem. Vol. 35, Nos. 4-6, PP. 560-564, 1990.**

3- **Pourahmad, R. MSc. Thesis, Tehran University, 1370.**

4- **Yousefi, A. and Katbab, A.A., "Stabilizing of Polypropylene against Gamma Irradiation", Polymer 91, Symp. Melbourne, Australia, 1991.**

5- **Khoylou, F.and Katbab, A.A., "Radiation Degradation of Polypropylene", Radiat phys. Chem. Vol. 42, Nos. 1-3, PP. 219-222, 1993.**

6- **Sheikh, n., Afshar taromi, F., "Radiation in duced polymerization of vinyl monomers and their application for preparation of WPC," Radiat. phys chem. vol. 42,nos.1-3,1993.**

7- **Yousefzadeh, P., Khajavi, M.S. and Sohrabpour, M. "Radiochemical praparation of polyacrylamide hydrojels and their application in agriculture", Intl. Semp. Res. Cont. Release Formul. Pesticides IAEA, Sept. 1993.**

8- **Raisali, G.R., Sohrabpour, M. and Hadjinia A., "A computer code for dose rate mapping of gamma irradiators", Radiat. Phys. Chem. Vol. 35, Nos. 4-6, 1990.**

9- **Raisal,i G.R. and Sohrabpour, M., "Application of EGS4 computer code for determination of gamma ray spectrum and dose rate distribution in GammaCell GC-220", Radiat. Phys. Chem. Vol. 42, Nos. 4-6, PP. 799-805, 1993.**

10- **Sohrabpour, M., Sharpe, P.H.G. and Barrett, J.H., "Dose and temperature response of Opti-Chromic**

dosimeters", Radiat. Phys. Chem. Vol. 31, Nos. 4-6, 1988.

11-Kazemi, A.A., Sohrabpour, M., "Dosimetric properties of commercial grade plexiglas as routine dosimeter for radiation processing "Radiat. Phys. Chem. Vol. 42, Nos. 4-6, PP. 793-797, 1993.

12-Sohrabpour, M., Kazemi, A.A., Mousavi, H. and Solati, K. "Temperature response of a number of plastic dosemeters used for radiation processing", Radiat. Phys. Chem. Vol. 42, Nos. 4-6, PP. 783-787, 1993.

13-Toofanian, F. and Zare, Z., "Effect of gamma irradiation on aspergillus flavus on the Iranian pistachios", Proc. Natl. Food Preser. Cong. Tehran Univ., 1987.

14-Zare, Z. and Toofanian, F., "Effect of gamma radiation treatment on the mortality of the flour beetle", Modn. Contl. Nuci. Tech. Biotech. IAEA Vienna, 1988.

15-Sharifzadeh, M. and Sohrabpour, M., "Identification of irradiated spices with the use of thermoluminescence method" Radiat. Phys. Chem. Vol. 42, Nos. 1-3, PP. 401-405, 1993.

16-Sharifzadeh, M. and Sohrabpour, M., "Investigation of the irradiation history of iranian dates and pistachio nuts using thermoluminescence technique", Radiat. Phys. Chem. Vol. 42, Nos. 1-3, pp. 407-411, 1993.

17-Sharifzadeh, M., Sohrabpour, M. Morshed, A., "Identification of irradiated potatoes using electrical impedance technique", Annual Iranian Physics Conference, Kermanshah, Iran, 1372.

18-Sohrabpour, M. and Honarkhah, H.R., "Instrumental Neutron activation analysis of the suspended particulate matter in the air of the city of Tehran", Intl. Conf. Engg. Appl. Mech. Sharif Univ. Tehran, I.R. Iran, 1992.

استراتژی ناحیه‌ای برای هدایت دوبارهٔ برنامه‌های تحصیلی به سوی آموزش محیط زیست و توسعه

«بررسی دقیق برنامه‌های درسی، بایستی برای تأمین دیدگاهی چند وجهی با موضوعاتی مانند محیط زیست و توسعه و جنبه‌ها و روابط اجتماعی ـ فرهنگی و مردم‌شناختی پذیرفته شود. لازم است که توجهی به نیازهای جامعه و نظامهای معرفتی گوناگون از جمله حساسیتهای علمی، فرهنگی و اجتماعی مبذول شود».

«کشورها باید با هم همکاری کنند تا ابزاری آموزشی فراهم آید. این ابزار شامل موارد منطقه‌ای محیط زیست و توسعه و ابتکاراتی است که مصالح آموزشی و منابع مناسب با نیازهاشان را به کار می‌گیرند».

«دستور جلسه ۲۱ فصل ۳۶ UNCED، ریو، ۱۹۹۲»

در پی نیاز فزایندهٔ انجمن آموزش بین‌المللی محیط زیست، برنامهٔ آموزش بین‌المللی محیط زیست یونسکو ـ یونپ (IEEP)، یک استراتژی منطقه‌ای برای الگوهای اصلی برنامه‌های آموزشی محیط زیست درکشورهای در حال توسعه را در پیش گرفت. این برنامه‌ها برای مدارس ابتدایی و متوسطه و نیز برای مدارس تربیت معلمان در حال خدمت در نظرگرفته شده و شامل ابعاد فیزیکی، زیست شناختی، اجتماعی، فرهنگی و اقتصادی محیط زیست به شیوه‌ای منسجم است.

دیدگاه برنامهٔ آموزش بین‌المللی محیط زیست ـ که از توصیه‌های کنفرانس تفلیس (۱۹۷۷) و کنگرهٔ مسکو (۱۹۸۷) پیروی می‌کند و