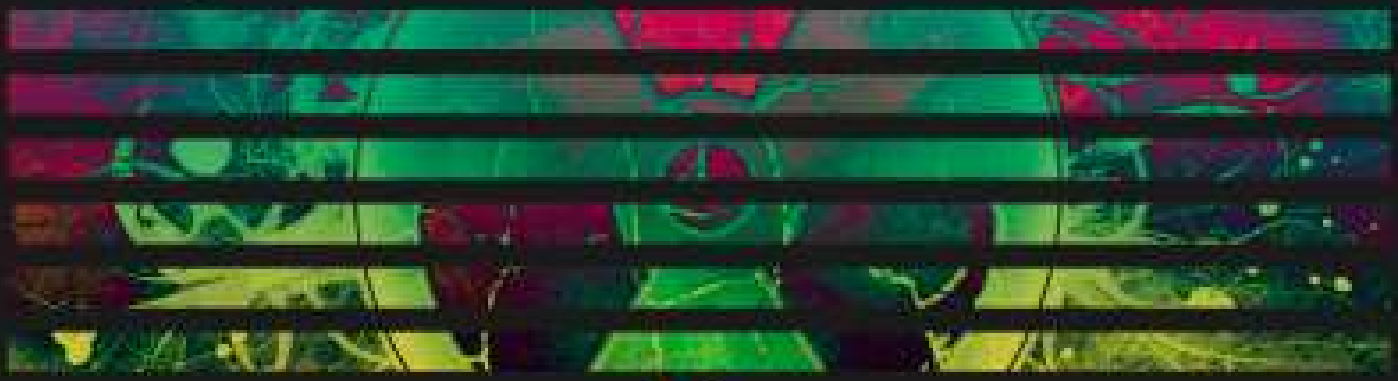
نشریه تخصصی هستای مهندسی

گاه نامه -شماره اول تابستان ۱۴۰۰



بیوگرافی پدر علم هسته ای علی اکبر اعتماد

رشته مهندسی هسته ای را بهتر بشناسیم

مصاحبه با دکتر محمدرضا رضایی

آشنایی با نرم افزارهای هسته ای

معرفی اعضا نشریه

صاحب امتیاز: انجمن علمی دانشجویی
مهندسی هسته‌ای دانشگاه تحصیلات تکمیلی
صنعتی و فناوری پیشرفته کرمان

مدیر مسئول
سمیرا زهرائی

سردبیر
آرزو ریاحی

هیئت تحریریه

*مرجان اتقایی
*عباس فرخی‌زاده
*مینو کامرانی حویق
* وجیهه احمدی اسمعیل آبادی
*لیلا ابراهیمی
*محمدعلی بیجاری

ویراستار:

* حسین زایرمحمدی ریشهری
* آرزو ریاحی

همکاران این شماره

*عابدین پایدار

*محمدامین مشفقی

*مهدی طاهری

*امیر عطاپور

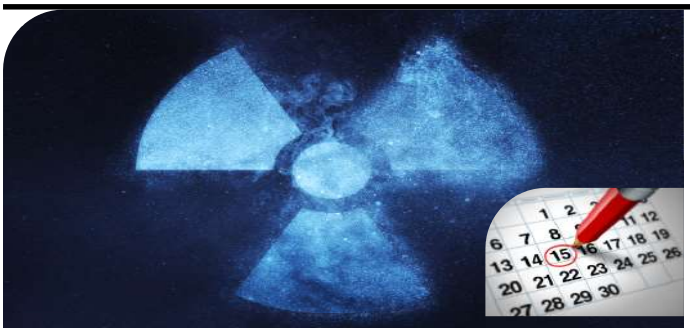
طراحی و صفحه آرایی

*ندا زارعی

اساتید مشاور

*دکتر مجید زیدآبادی

*دکتر محمدرضا رضایی راینی‌نژاد



فهرست مطالب

1 سخن سردبیر

3 پدر علم هسته‌ای ایران

5 معرفی مهندسی هسته‌ای

9 گاه‌شمار مهندسی هسته‌ای

11 درمان با گیراندازی نوترون بور

13 کشاورزی هسته‌ای

14 مصاحبه با اساتید

16 آب شیرین‌کن هسته‌ای

18 نانو رباتیک در حمل مواد پرتوزا در صنعت هسته‌ای

19 براکی‌تراپی برای تومور چشم

21 پرتودهی در صنایع غذایی

25 نرم افزار و کد های هسته ای

سخنی از سردبیر

پیشرفت روزافزون علم نوین، به خصوص علم مهندسی هسته‌ای، مارا بر آن داشت که برای آشنایی محققان و علاقه‌مندان، تصمیم به ایجاد گاهنامه تخصصی مهندسی هسته‌ای بگیریم. دنیای امروز با بحران‌های زیادی روبرو است، تا حدودی از این بحران‌ها را می‌توان با استفاده از علم نوین مهندسی هسته‌ای برطرف کرد. رشته مهندسی هسته‌ای به تحلیل و بررسی ایده‌ها و فناوری‌های نوین می‌پردازد. علاوه بر این، علوم و تکنولوژی هسته‌ای درگستره وسیعی از کاربردهای صنعتی، زیست محیطی، کشاورزی، پزشکی و ... می‌تواند در خدمت جامعه باشد، که در این نشریه سعی شده تاحدودی به آن پرداخته شود. در این مدت با یاری و مساعدت مشاوران و صاحب‌نظران تلاش کردیم در فرآیند گزینش مطالب گام‌های مؤثری برداریم. یکی از مهم‌ترین معیارها در انتخاب مطالب، مسئله به روزبودن آن است؛ مطالبی که بتوانند پاسخگوی نیازهای امروزه کشور باشند. در همین راستا از همه متخصصان، محققان و دانشجویان علم مهندسی هسته‌ای دعوت می‌نماییم تا با ارسال نظرات و پیشنهادات خود ما را در افزایش سطح کیفی این گاهنامه یاری رسانند. در پایان وظیفه خود می‌دانم از مسئولان دانشگاه تحصیلات تکمیلی صنعتی و فناوری پیشرفته کرمان که زمینه‌ساز و حامی انتشار این نشریه هستند کمال قدردانی را داشته باشم و همچنین صمیمانه‌ترین درودها و سپاس را تقدیم جناب آقای دکتر مجید زیدآبادی، رئیس و مشاور انجمن دانشجویی مهندسی هسته‌ای و مدیر مسئول نشریه سرکار خانم سمیرا زهرائی می‌نمایم که به همراه اعضای هیات تحریریه، مشاوران و دست اندرکاران در جهت اعتلا و ارتقای سطح علمی گاهنامه تلاش نموده‌اند. بی شک نشریه تخصصی مهندسی هسته‌ای موقعیت فعلی خود را مرهون حمایت‌های عزیزان و تلاش‌های طراح و اعضای هیات تحریریه نشریه است. در پایان از جناب آقای دکتر محمدرضا رضایی که با راهنمایی‌های دلسوزانه مارا در انجام بهتر امور یاری می‌نمایند، تقدیر و تشکر می‌کنم. امیدوارم خداوند متعال به همه این عزیزان خیر و طول عمر عنایت فرموده و به بنده و همکاران عزیزم توفیق دهد تا روز به روز این نشریه را ارتقا دهیم و نقشی هرچند کوچک در کمک به معرفی بهتر و کامل‌تر رشته مهندسی هسته‌ای ایفا نمائیم

با سپاس

آرزو ریاحی ـ سردبیر نشریه تخصصی مهندسی هسته‌ای

تقدیم به پدر علم هسته‌ای ایران

اکبر اعتماد شخصیت علمی ایرانی، بنیان‌گذار و نخستین رئیس سازمان انرژی اتمی ایران است. داستان زندگی اکبر اعتماد از سال ۱۳۰۹ شمسی در همدان آغاز می‌شود. دوران کودکی او مقارن با وقوع جنگ جهانی دوم و کمبود امکانات رفاهی بود. او بخشی از تحصیلات خود را در همدان و سپس در تهران سپری می‌کند و برای ادامه تحصیل در سطح عالیه در سال ۱۹۵۰ میلادی به سوئیس می‌رود.

او در سوئیس رشته مهندسی برق را انتخاب کرد. تحصیل او در این دوره ۱۵ سال به طول انجامید. یکی از دغدغه‌های وی پایبندی به حفظ زبان فارسی در حافظه‌اش بود. پس از اتمام این مقطع تحصیلی، در کارخانه تولید برق براون باوری استخدام شد. در جستجوی راهی برای ارتقای دانش خود وارد مرکز تحقیقات اتمی ساکلی در حوالی پاریس شد و باوجود مشکلات اقامتی موفق به گذراندن دوره مهندسی هسته‌ای شد. در این دوره با مشکلات سختی درزمینه دریافت ویزا و مخارج تحصیل روبرو بود. در ادامه به براون باوری در سوئیس بازگشت و پس از چند ماهی در انستیتو تحقیقات رآکتور هسته‌ای استخدام شد و هم‌زمان به تهیه رساله دکتری مشغول شد. این اتفاق در دسامبر ۱۹۵۹ افتاد و او به مدت پنج سال و نیم در بخش حفاظت از رآکتورها کارکرد و در این مدت موفق شد رساله دکترای خود را به پایان برساند و با مجامع بین‌المللی انرژی اتمی در ارتباط قرار بگیرد. مدتی بعد تصمیم گرفت به ایران بازگردداعتماد در بازگشت به ایران به استخدام سازمان برنامه درآمد و هم‌زمان به تدریس در مرکز اتمی دانشگاه تهران در مقطع فوق‌لیسانس شد؛ اما به دلیل ناآشنایی دانشجویان با مباحث فیزیک اتمی و عدم اعتنای کادر علمی دانشگاه به وی به‌عنوان متخصص فیزیک هسته‌ای از تدریس در دانشگاه منصرف شد در این زمان ایران در پی اجرای یک موافقت‌نامه هسته‌ای با آژانس بین‌المللی انرژی اتمی، خواهان تشکیل کمیسیون انرژی اتمی بود. این اقدام بنابر موافقت‌نامه بین‌المللی با آژانس بین‌المللی انرژی اتمی انجام‌شده بود و بنابراین موافقت‌نامه بناشده بود که در همه کشورها، این کمیسیون زیر نظر نخست‌وزیر تشکیل شود و هدف اصلی آن نیز تأمین انرژی برق از انرژی هسته‌ای بود. به‌این‌ترتیب دفتر انرژی اتمی ابتدا در وزارت اقتصاد و سپس در سازمان برنامه تأسیس شد که وظیفه آن علاوه برساختن رآکتور اتمی، ایجاد امکانات لازم برای توسعه فعالیت‌های اتمی، تربیت کارشناس اتمی، استفاده از رادیوایزوتوپ‌ها در امور پزشکی، کشاورزی و صنعت بود. یکی از اقدامات اعتماد در این دوره، ساخت رآکتور اتمی دانشگاه تهران بود که در سال ۱۳۴۷ رآکتور و آزمایشگاه‌های مختلف مرکز اتمی دانشگاه تهران آماده بهره‌برداری شد که پایه اولیه سازمان انرژی اتمی ایران بود. اعتماد به‌واسطه آشنایی با رئیس رادیوتلویزیون وقت ملی ایران از سال ۱۳۴۲ الی ۱۳۵۷ در تأسیس رادیو و تلویزیون ملی ایران نیز نقش مؤثری داشت و عضو شورای عالی رادیو و تلویزیون بود. همچنین او با مجید رهنما برای تأسیس وزارت علوم و آموزش عالی در تهیه قانون تشکیل و نمودار تشکیلاتی و نحوه عملکرد آن وزارتخانه همکاری نمود. تصدی معاونت علمی و نهاد این وزارتخانه، دیگر همکاری او با این نهاد بود. از دیگر فعالیت‌های دکتر اعتماد، تأسیس دانشگاه صنعتی که اکنون بنام دانشگاه شریف معروف است. در این زمینه به کمیسیونی از متخصصان رشته‌های مختلف اشاره‌شده است که به مدت شش ماه برای برنامه‌ریزی تا سیس این دانشگاه تلاش کردند. اعتماد معتقد است که از طریق برقراری روابط انسانی با افراد می‌توان بسیاری از مسائل را حل کرد. او با این ایده با مشکلات دانشجویان برخورد می‌کرد و بر بسیاری از مشکلات ناشی از بی‌توجهی به مسائل دانشجویان، فائق می‌آمد. در سال ۱۳۴۸ طرح مؤسسه تحقیقات و برنامه‌ریزی علمی و آموزشی توسط وی تهیه و با تصویب مجلس و با ریاست اکبر اعتماد این مؤسسه تأسیس شد. یکی از مراکز چهارگانه این مؤسسه، مرکز خدمات کتابداری بود که سرمنشأ علم کتابداری در ایران است و چهره‌های آشنای کتابداری ایران همچون پوری سلطانی و زهرا شادمان و مهین تفضلی از اعضای این مرکز بودند. اعتماد یکی از دلایل عقب‌افتادگی جامعه در مناطق مختلف کشور را ناآشنایی دانشگاه‌ها با مسائل و نیازمندی‌های واقعی کشور می‌داند. در این رابطه دانشگاه بوعلی سینا باهدف ایجاد رشد و تحول منطقه‌ای و رشد و توسعه مناطق عقب‌مانده به‌عنوان دانشگاهی تجربی در سال ۱۳۵۲ تأسیس شد واکبر اعتماد اولین رئیس آن بود؛ اما نظر به تأسیس سازمان انرژی اتمی، ریاست دانشگاه بوعلی به فرهاد ریاحی سپرده شد و این امر موجب شد که برنامه‌های تعیین‌شده به اهداف خود دست نیابد

بنابه گفته‌های آقای اعتماد، تأسیس سازمان انرژی اتمی یکی از اهداف کشور بود که بر روی آن تأکید زیادی وخود داشت. در سال ۱۳۵۳ از وی خواسته شد که سازمان انرژی اتمی را راه‌اندازی کند. اعتماد عقیده داشت انرژی تک نوعی خطرناک است و اگر روزی گرفتاری پیش آید و آن منبع انرژی دچار مشکل شود، کشور مختل می‌شود. در صورتیکه اگر مملکتی نفت، آب، گاز، اتم و منابع مختلف دیگر را باهم داشته باشد، اگر یکی از آن‌ها مشکل‌دار شد، با منابع دیگر می‌توان تا مدتی زندگی کرد؛ بنابراین تأمین نیازهای یک کشور پرجمعیت این نیست که بگوییم ما این انرژی را می‌خواهیم و یا آن انرژی را می‌خواهیم؛ باید ترکیب بهینه‌ای از منابع انرژی داشته باشیم. به گفته او، برنامه این سازمان برای تولید برق، ساخت نیروگاه بود. برنامه دیگر آن ساخت رادیوایزوتوپ بود که اغلب در بین بیمارستان‌ها و مراکز تحقیق و توسعه کشاورزی و صنایع توزیع می‌شد. ازجمله اولین مسائل پیشروی این سازمان تأمین نیروی انسانی متخصص بود که بخشی از آن‌ها از داخل و برخی نیز از متخصصان ایرانی خارج از کشور تأمین شد و بعضی از نیازها در این زمینه نیز از طریق اعطای بورسیه تحصیلی فراهم شد. یکی دیگر از مسائل این سازمان تازه تأسیس، تأمین سوخت اتمی بود که از بغرنج‌ترین مسائل بود و درنهایت از طریق سرمایه‌گذاری در شرکت‌های انگلیسی و آلمانی تأمین شد و لازمه آن ورود به روابط تجاری بین‌المللی بود. مسئله دیگری که در این بخش به آن اشاره می‌شود، نگرانی مجامع بین‌المللی نسبت به ورود ایران به این صنعت بود که شائبه دستیابی به سلاح اتمی را ایجاد نموده بود. ازاین‌جهت ساخت نیروگاه تولید برق هسته‌ای و نیز انتخاب رآکتور آب سبک از سوی دیگر تا حدودی این تردید را کاهش داد. احداث نیروگاه اتمی بوشهر، فعالیت صنعتی بزرگ و پرچالشی بود. یک نکته جالب در حاشیه این فعالیت عظیم، استفاده از انرژی خنک‌کننده آب نیروگاه برای نمک‌زدایی آب دریا بود.

در آن موقع همه پیش‌بینی‌ها بر این امر قرار داشت که. در آخر سده بیستم انرژی اتمی بخش اصلی نیروی برق جهان را تأمین خواهد کرد. البته این پیش‌بینی درست از آب درنیامد. برنامه‌های تولید برق اتمی به دلیل کاهش قیمت نفت و گاز در سال‌هایی متوقف ماند و از اولویت خارج شد اما هم‌اکنون این مسئله دوباره مطرح است؛ هم به دلیل گران شدن قیمت نفت و گاز و هم به دلیل افزایش دمای زمین به دلیل ستفاده از سوخت‌های فسیلی. یکی از موضوعات مهمی که در این بخش به آن اشاره‌شده است عقد قرارداد عدم گسترش سلاح‌های اتمی است که توسط کشورهای آمریکا، شوروی و انگلستان در سال ۱۹۶۸ امضا شد و از کشورهای دیگر نیز برای پذیرش آن دعوت شد. ایران نیز در سال ۱۹۷۰ این قرارداد را امضا کرد. دولت وقت امضای این قرارداد را بی‌سابقه می‌داند چراکه از این طریق کشورهایی که امتیاز تکنولوژیک به دست آورده بودند، انحصار داشتن سلاح هسته‌ای را برای همیشه برای خودشان محفوظ نگه می‌داشتند

نویسنده:عباس فرخی زاده

معرفی مهندسی هسته‌ای

شاید تا چند سال پیش اگر کسی اسم مهندسی هسته‌ای را می‌شنید شناختی نداشت ولی از بیست سال قبل و از زمانی که کشورمان به تأسیسات هسته‌ای دسترسی پیداکرده و خود یکی از تولیدکنندگان انرژی برق از راکتورهای هسته‌ای شد و در زمینه‌های پزشکی هسته‌ای و تولید رادیو دارو و همچنین در بحث کشاورزی هسته‌ای و ... وارد عمل شد، باعث گردید تا مهندسی هسته‌ای بین عموم مردم بیشتر شناخته شود. انرژی هسته‌ای یکی از انرژی‌های نو است که برای کاربردی کردن انرژی هسته‌ای، نیاز به متخصصان و کارشناسانی ازجمله مهندس هسته‌ای می‌باشد که به دانش و تخصص این حوزه تسلط داشته باشند. مهندسی هسته‌ای یکی از جدیدترین و پرکاربردترین رشته‌های دانشگاهی در دنیا است که در حوزه‌های مختلف صنعتی، کشاورزی، پزشکی، تولید رادیودارو و صنایع غذایی کاربردهای فراوانی دارد. مهندسی هسته‌ای، به لحاظ اسم، در وهله اول ممکن است به نظر رشته‌ای مربوط به فیزیک هسته‌ای بیاید و در حال حاضر نیز این توهم در برخوردها و مذاکرات برای بعضی اشخاص پیش می‌آید ولی با همه تشابه اسمی عملاً مشابهتی بین این دو وجود ندارد و مهندسی هسته‌ای همان‌قدر به فیزیک هسته‌ای مربوط است که مهندسی مکانیک، مهندسی شیمی و یا سایر رشته‌های مهندسی ممکن است به فیزیک هسته‌ای مربوط باشند. مهندس هسته‌ای می‌تواند مسئول راه‌اندازی ایمن و بهره‌ور نیروگاه‌های اتمی، باز فرآوری سوخت، مدیریت مواد زائد، انهدام نیروگاه‌های هسته‌ای قدیمی و حفاظت و ایمنی در برابر تشعشعات رادیواکتیو باشد. درواقع مهندس هسته‌ای با تکنولوژی روز آشنا بوده و قدرت طراحی و بهینه‌سازی سیستم‌ها و نیز راه‌اندازی و نگهداری آن‌ها را دارد. در برخی کشورها بیش از ۸۰ درصد برق تولیدی آن از نیروگاه‌های هسته‌ای تأمین می‌گردد، با توجه به تجدیدناپذیر بودن سوخت‌های فسیلی و نگرانی‌هایی که در مورد پایان ذخیره‌های سوخت فسیلی وجود دارد و افزایش روزافزون قیمت آن و نیز با توجه به ارزشمند بودن این سرمایه‌های گران‌بها و کاربردهای آن در صنایعی چون پتروشیمی، لازم است نسبت به دیگر گزینه‌های تولید انرژی به‌طورجدی اندیشیده شود. همچنین گسترش روزافزون پزشکی هسته‌ای در ابعاد گوناگون، نیاز بیشتری به کارشناسان و پرتوکاران متخصص و کارآزموده را ایجاب می‌کند. یکی دیگر از کاربردهای انرژی هسته‌ای که در کشور ما به‌صورت تحقیقاتی قدمت زیادی دارد کشاورزی هسته‌ای است. با توجه به نقش و اهمیت کشاورزی در سرزمین حاصلخیز ایران می‌توان از کارشناسان این رشته در جهت بهبود کیفیت محصولات کشاورزی و مبارزه با آفات بهره جست.

گرایش‌های مهندسی هسته‌ای در مقطع کارشناسی ارشد

۱. گرایش پرتو پزشکی
۲. کاربرد پرتوها
۳. رآکتور
۴. گداخت هسته‌ای
۵. مواد و چرخه سوخت هسته‌ای
۶. گرایش فیزیک بهداشت

در ادامه سعی شده سه گرایش کاربردپرتو، پرتوپزشکی و راکتور به‌طور مختصر توضیح داده شود.

گرایش پرتو پزشکی

موضوع علم پرتوپزشکی، استفاده از کاربردهای انرژی هسته‌ای در پزشکی و علوم وابسته است. این کاربرد شامل استفاده از رادیوایزوتوپ‌ها در تشخیص و درمان بیماری‌ها، انواع رادیوداروها، لیزر، دستگاه‌های پرتوپزشکی و تصویرگر پزشکی و به‌ویژه کاربرد تکنیک‌های هسته‌ای در مهندسی ژنتیک و مواردی ازاین‌دست می‌باشد. مهندسی پرتوپزشکی با تصویربرداری یا درمان به‌وسیله پرتوها سروکار دارد. رشته مهندسی پرتوپزشکی که را می‌توان به سه حوزه زیر تقسیم کرد:

BIONUCLEAR INSTRUMENT

در حیطه پزشکی به‌منظور تشخیص و درمان هرچه بهتر متخصصین این رشته امری ضروری است. وجود کارشناسانی که بتوانند رادیوداروهای مناسب را طراحی و تولید نمایند و پرتوهای موردنیاز یونساز و غیریونساز ازلحاظ نحوه تولید و ماهیت بشناسد و به‌طور مناسب بهره‌برداری نمایند و نیز بتوانند با دستگاه‌های مرتبط با این حیطه ازلحاظ تنظیم و تعمیر گرفته تا طراحی و ساخت فعالیت نمایند، همواره در این مملکت به‌صورت یک نقصان بوده و متخصصین این رشته می‌توانند کلیه این کمبودها را رفع کنند. در این حوزه کلیه ابزارها و دستگاه‌های تشخیصی (تصویربرداری) و درمانی (پرتودرمانی) ازلحاظ ساختار، فیزیک دستگاه و نحوه عملکرد موردمطالعه و بررسی قرار می‌گیرند. شتاب‌دهنده‌ها و حفاظ‌های پرتویی نیز در این حوزه قرار دارند. به‌طورکلی می‌توان این حوزه را سخت‌افزار رشته پرتوپزشکی نامید.

BIONUCLEAR MODELING ORPROCESSING

این حوزه شامل مطالعات و برنامه‌نویسی نرم‌افزاری درزمینه مدل کردن پدیده‌های هسته‌ای، رادیولوژیکی و رادیوبیولوژیکی می‌باشد. همچنین نرم‌افزارهای پردازشی مربوط به بهبود و فشرده‌سازی سیگنال‌های تصاویر پزشکی و استخراج ویژگی‌های آن‌ها به‌منظور طبقه‌بندی و تشخیص بیماری‌ها و یا ارزیابی نحوه درمان در این حوزه قرار می‌گیرند بسیاری از دستگاه‌های موجود اگرچه به‌طور صحیح و کالیبره فعالیت می‌نمایند اما اپراتورهایی که با آن‌ها کار می‌کنند ممکن است عملکرد استاندارد صحیحی نداشته باشند، افراد متخصص این رشته می‌توانند این مشکل را نیز حل نمایند.

RADIO PHARMACEUTICAL OR BIOLOGICAL

این حوزه شامل فیزیک و نحوه تولید رادیو داروها و رادیوایزوتوپ‌ها در مراکز و سازمان‌های انرژی اتمی می‌باشد که برای هر بیماری و ارگان بدن رادیوایزوتوپ خاصی باید طراحی و ساخته شود که این جزء وظایف متخصصین رشته مهندسی پرتوپزشکی است. همچنین درمان بسیاری از بیماری‌ها خصوصاً سرطان‌ها، توسط پرتوهای یونساز و رادیوتراپی می‌باشد که چگونگی تولید و به‌کارگیری این پرتوها یا طراحی و ایجاد روش جدید درمان به کمک پرتوها می‌تواند جزء وظایف دیگر این مهندسین باشد. طبق مصوبه وزارت علوم تحقیقات و فناوری فارغ‌التحصیلان این رشته به‌طورکلی در سه حوزه می‌توانند فعالیت نمایند:

* در سازمان‌های انرژی اتمی جهت تولید رادیوداروهای موردنیاز کشور
* در مراکز کلینیکی و بیمارستان‌ها جهت نظارت بر عملکرد صحیح دستگاه‌ها و اپراتورها
* در شرکت‌های مرتبط با مهندسی پرتوپزشکی جهت تحقیق و توسعه در طراحی و ساخت دستگاه‌ها، تعمیر و نگهداری و یا تحقیقات و تهیه نرم‌افزارهای پردازشی به‌منظور بهینه‌سازی امور تشخیص و درمان بیماری‌ها.

به نظر می‌رسد که همپوشانی این رشته با رشته مهندسی پزشکی باشد؛ اما تفاوت‌های عمده آن‌ها این است که رشته مهندسی پرتوپزشکی با موارد تشخیص و درمانی روبه‌رو است که به‌نوعی با پرتوها سروکار دارند (خصوصاً نوع یونساز). در حالیکه رشته مهندسی پزشکی عمدتاً در موارد مرتبط با مواد، مکانیک و الکترونیک سروکار دارد و نه با پرتوها. لذا این رشته مکمل رشته‌های مهندسی در پزشکی می‌باشد. همچنین رادیولوژیست‌ها و پزشکان هسته‌ای نیز با مهندسین پرتوپزشکی هماهنگ خواهند بود، چراکه چندان شناخت فنی از دستگاه‌ها و ابزارهای حیطه کاری خود ندارند.

قابلیت‌ها و مهارت‌های فارغ‌التحصیلان این رشته از قرار زیر است:

۱) تولید و تهیه رادیوداروها در مراکز انرژی اتمی.
۲) اندازه‌گیری شدت اشعه و دزیمتری در محیط‌های زیستی و برای هر ارگان داخل و یا خارج بدن انسان و یا حیوانات.
۳) مشاوره در طراحی و ساخت سپرهای هسته‌ای و حفاظ‌سازی در برابر پرتوها
۴) کمک به کادر پزشکی در به‌کارگیری بهینه دستگاه‌ها در حوزه‌ها و بخش‌های بیمارستانی نظیر تصویربرداری، رادیولوژی، پزشکی هسته‌ای و رادیوتراپی
۵) نظارت بر صحت و دقت دستگاه‌های پرتوپزشکی در بیمارستان‌ها، مراکز کلینیکی و انجام کالیبراسیون و تنظیم دستگاه‌های فوق

۶) نظارت و اندازه‌گیری اشعه‌های مضر و دزیمتری از کارکنان بیمارستان، بیمارها و کلیه پرسنل مرتبط با مراکز پزشکی
۷) کمک به طراحی برخی از دستگاه‌های پزشکی
۸) فعالیت و ارائه خط‌مشی در نصب و تجهیز و راه‌اندازی و سرپرستی دستگاه‌های پرتوپزشکی، مشاوره خرید و انتخاب دستگاه‌های بهینه و به‌روز، مشاوره و یاری‌رساندن به تیم پزشکی در ارتقای تجهیزات بیمارستانی در حوزه پرتوپزشکی
۹) تأسیس و یا کمک به شرکت‌های تجهیزات پرتوپزشکی درزمینه تولید، اخذ نمایندگی، فروش، سرویس و نگهداری
۱۰) مطالعه و تحقیق بر روی تأثیرات انواع پرتوها بر روی بدن انسان و ارائه نتایج مفید بر اساس شبیه‌سازی و مدل کردن پدیده‌های فیزیکی، هسته‌ای، رادیوبیولوژیکی و همانند آن‌ها به کمک برنامه‌نویسی و نرم‌افزارهای مربوطه
۱۱) ملاحظات زیست‌محیطی
۱۲) مدیریت منابع و ارتقاء بهره‌وری: تحقیقات نشان داده که آینده منابع انرژی به کمک میکروارگانیسم (مثل باکتری‌ها) می‌تواند رقم بخورد؛ لذا نیاز به علوم مهندسی در حیطه بیولوژی و پزشکی وجود داشته و مطالعات روی عملکرد و فعالیت این میکروارگانیسم‌ها نیز احتیاج به تجهیزات و دستگاه‌های پرتوپزشکی و متخصصین این رشته دارد. همچنین نقش کارکنان این رشته دریافتن منابع انرژی هسته‌ای به کمک طراحی آشکارسازها و دزیمترهای بسیار حساس غیرقابل‌انکار است. همچنین تحقیقات مختلف جهت ارتقاء بهره‌وری در تصویربرداری پزشکی، طراحی درمان، پرتودرمانی، لیزر و بسیاری دیگر از حوزه‌های تشخیص و درمان، پیش روی دانشجویان و متخصصین رشته مهندسی پرتوپزشکی می‌باشد.

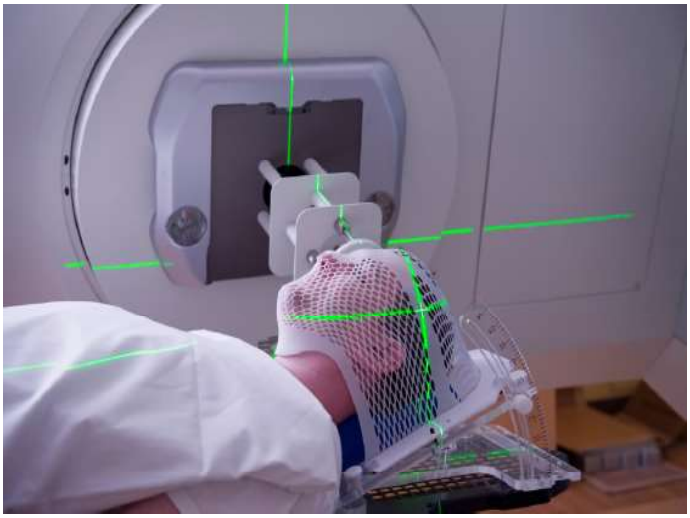
گرایش کاربرد پرتو

در رشته مهندسی هسته‌ای گرایش کاربرد پرتوها دانشجویان با نحوه عملکرد دستگاه‌های مولد انواع پرتوها اعم از ذرات باردار، فوتون و نوترون - اصول و روش‌های تشخیص پارامترهای مختلف صنعتی با استفاده از چشمه‌های پرتوزا - انواع دستگاه‌های الکترونیک هسته‌ای و نحوه عملکرد آن‌ها و... آشنا می‌شوند.
به‌طور کل مأموریت و اهداف رشته مهندسی هسته‌ای کاربرد پرتوها به چهار دسته زیر تقسیم می‌شوند که هرکدام به چندین بخش متفاوت تقسیم می‌شوند:
۱) زمینه فعالیت‌های گروه آشکارسازی و دزیمتری
* پژوهش درزمینه اثر پرتوها بر قطعات و سیستم‌های الکترونیکی
* طراحی و ساخت انواع سیستم‌های آنالوگ و دیجیتال قرائت‌گر دزیمترهای غیرفعال
* آنالیز عنصری نمونه‌های مختلف به روش فعال‌سازی نوترونی
* مطالعه بر روی خواص مواد جدید مورداستفاده در دزیمتری به روش ترمولومینسانس
* طراحی فانتوم‌ها و تجهیزات دزیمتری و کنترل کیفی و...
۲) زمینه فعالیت‌های گروه پژوهشی پرتوفرآوری و سیستم‌های پرتودهی
* توسعه پژوهش‌های کاربردی مبتنی بر پرتودهی جهت بهبود خواص مواد پلیمری
* انجام تحقیقات در حوزه محیط‌زیست و ارائه راهکارهای مناسب به‌منظور کاهش آلاینده‌های شیمیایی و میکروبی
* انجام تحقیقات مرتبط با کاربرد پرتو در رفع آلودگی و استریلیزاسیون مواد
* ارائه خدمات پرتودهی به صنایع تجهیزات پزشکی و صنایع مواد غذایی به‌منظور سترون‌سازی و رفع آلودگی میکروبی
* توسعه، طراحی و ساخت سیستم‌های پرتودهی گاما به‌منظور ارائه خدمات صنعتی درزمینه پرتوفرآوری و...
۳) زمینه فعالیت‌های گروه رادیوایزوتوپ ها و رادیوداروها
* طراحی و ساخت انواع هدف‌ها به‌منظور تحقیق و تولید انواع رادیوایزوتوپ‌ها
* طراحی و ساخت ژنراتورهای جدید با توجه به تقاضای مراکز پزشکی و صنعتی
* تحقیق و توسعه درزمینه طراحی، سنتز و تولید ردیاب‌های آلی و معدنی حاوی رادیوایزوتوپ‌ها
* کنترل کیفی رادیوداروها براساس روش‌های مختلف و...

۴)زمینه فعالیت‌های گروه تصویربرداری
* پژوهش در حوزه طراحی، ساخت و بهینه‌سازی سنجشگرهای هسته‌ای و سیستم‌های تصویربرداری هسته‌ای در حوزه‌های صنعتی و پزشکی.
* طراحی و ساخت سیستم‌های سنجشگر هسته‌ای مورداستفاده صنایع مثل (انواع ضخامت سنج و انواع سطح (ارتفاع) سنج و تداخل‌سنج و سیستم سی‌تی‌اسکن صنعتی و..).

گرایش راکتور

راکتور یکی از گرایش‌های کارشناسی ارشد رشته مهندسی هسته‌ای در ایران است. این گرایش در دانشگاه تحصیلات تکمیلی صنعتی و فناوری پیشرفته کرمان، دانشگاه صنعتی شریف، دانشگاه صنعتی امیرکبیر، دانشگاه شهید بهشتی تهران، دانشگاه اصفهان و دانشگاه شیراز ارائه می‌گردد. راکتور هسته‌ای وسیله‌ای است که در آن فرایند شکافت هسته‌ای به‌صورت کنترل‌شده انجام می‌گیرد. انرژی حرارتی به‌دست‌آمده از این طریق را می‌توان برای بخار کردن آب و به گردش درآوردن توربین‌های بخار ژنراتورهای الکتریکی مورداستفاده قرارداد. ازجمله کاربردهای دیگر راکتورهای هسته‌ای، تولید نیروی محرکه لازم برای جابجایی ناوها و زیردریایی‌های هسته‌ای است.
مهندسی هسته‌ای از مشاغل نوظهور و جدید است که با توجه به حرکت کشور به‌سوی استفاده از انرژی هسته‌ای در زمینه‌های مختلف، نیاز بازار کار به مهندس هسته‌ای نیز افزایش‌یافته است؛ اما به علت تخصصی بودن این حوزه، درمجموع فرصت‌های شغلی محدودی برای مهندسان هسته‌ای در ایران وجود دارد. اگر کشور با سرعت بیشتری به سمت کاربردی کردن انرژی هسته‌ای در زمینه‌های مختلف برود، پیش‌بینی می‌شود وضعیت بازار کار برای مهندس هسته‌ای نیز بسیار بهتر شود.
مهندس هسته‌ای در گرایش راکتور می‌تواند در سازمان انرژی اتمی، سایت‌ها و نیروگاه‌های هسته‌ای، شرکت‌های مهندسی مشاور در حوزه طراحی و ساخت نیروگاه‌ها، پژوهشگاه‌ها و مؤسسات تحقیقاتی دولتی و خصوصی، مراکز

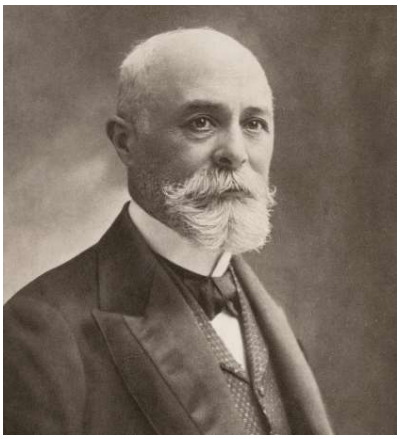


استخدام و مشغول به کار شود. همچنین مهندس هسته‌ای در صورت داشتن مدرک دکتری و گاهی کارشناسی ارشد در مهندسی هسته‌ای، می‌تواند در حوزه آموزش و پژوهش در دانشگاه‌ها و مراکز آموزش عالی به‌عنوان استاد دانشگاه و پژوهشگر فعالیت کنند.
چالش اصلی مهندسی راکتور، ایجاد فناوری‌های پایدار علمی است که برای تأمین نیازهای آینده انرژی، محیط‌زیست و مواد جهان ضروری است. مهندس راکتور اگر نقش سه‌گانه یک دانشمند مهندسی، یک تکنسین مهندسی و یک هنرمند مهندسی را بازی کند، می‌تواند سهم بیشتری در این حرفه داشته باشد. او به‌عنوان یک دانشمند تجزیه‌وتحلیل، مدل‌سازی و محاسبه می‌کند، او از فرآیندها و تجهیزات جدید به‌عنوان یک فناوری استفاده می‌کند و بیش از هر چیز باید به هنر پیوند دانش و توسعه مجدد تسلط داشته باشد.

نویسندگان:
عباس فرخی زاده
مینو کامرانی حویق
وجیهه احمدی اسماعیل آبادی

گاه شمار مهم

گردآورنده : محمدعلی بیجاری



۸ نوامبر،۱۸۹۵

این روز را میتوان نقطه آغازیین فناوری هسته ای نامید چراکه در این روز اشعه توسط فیزیکدان آلمانی ویلیام کُنراد رونتگن کشف شد.

۱۸۹۶

کشف رادیو اکتیویته توسط فیزیکدان فرانسوی هنری بکرل

۱۸۹۸

کشف عناصر رادیواکتیو پولونیوم و رادیم توسط مری و پییر کوری

۳ جون، ۱۹۲۰

گمانه زنی بر سر احتمال وجود ذره ای با خصوصیات نوترون توسط ارنست رادرفورد در دومین سخنرانی باکری ، لندن

۲۸ دسامبر، ۱۹۳۱

گزارش آیرن جولیت کوری مبنی بر تولید ذره ناشناس به هنگام برخورد ذره آلفا با برلیم. وی معتقد بود ذرات مذکور ، که نوترون بودند، پرتو های گامای پر انرژی هستند

می، ۱۹۳۲

کشف ذره نوترون توسط فیزیکدان بریتانیایی جیمز چادویک

۱۲ سپتامبر، ۱۹۳۳

این روز را میتوان نقطه عطفی در انرژی هسته ای و روز تولد مهندسی هسته ای نامید چراکه ایده واکنش زنجیره ای برخورد نوترون با هسته اتم برای آزاد سازی انرژی توسط لئو سالیزارد مطرح شد ، وی همچنین معتقد بود که میتوان از این روش جهت ساخت بمب اتم نیز استفاده کرد. با این ایده سالیزارد بیشتر از ۶ سال زودتر فرایند شکافت هسته ای را پیش بینی کرد

نیمه ژانویه ۱۹۳۴

آیرین جولیت کوری و فردریک جولیت نمونه اولیه ای از رادیواکتیویته مصنوعی ارائه کردند

می،۱۹۳۴

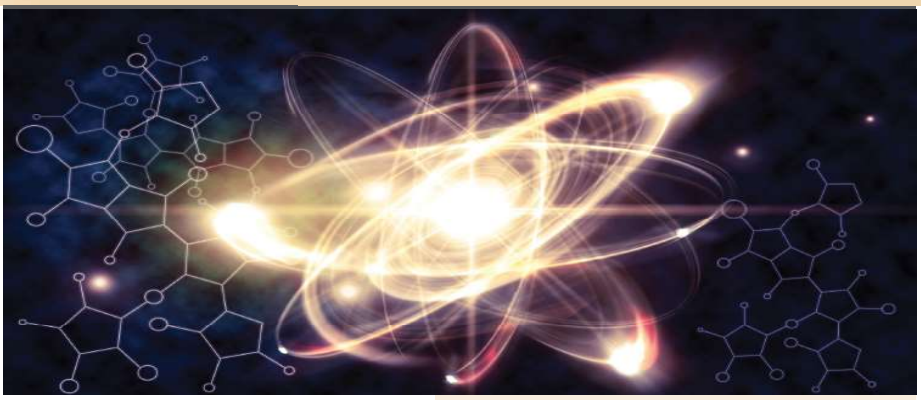
شکافت اتم اورانیم به وسیله بمباران بیم نوترونی توسط انریکو فِرمی و تیمش در رم ولی متاَسفانه متوجه این موضوع نشدند

۴جولای،۱۹۳۴

سالیزارد درخواست ثبت اختراعی را میدهد که استفاده از واکنش زنجیره ای ناشی از نوترون جهت ایجاد انفجار را شرح داده و همچنین مفهوم جرم بحرانی را مطرح میکند.

ندسی هسته‌ای

از ۱۸۹۵ تا ۱۹۴۰



سپتامبر ۱۹۳۴

آیدا نوداک مقاله ای در مجله شیمی کاربردی به چاپ میرساند مبنی بر اینکه رادیواکتیو های ناهنجاری که از بمباران اورانیوم توسط بیم نوترونی به وجود می آیند احتمالا به علت شکافت اورانیم و تقسیم شدن آن به بخش های کوچکتر است.

۲۲ اکتبر ۱۹۳۴

کشف اصل متعادل سازی نوترونی و بهبود گیر اندازی نورتون های آهسته توسط انریکو فِرمی

دسامبر ۱۹۳۵

کسب جایز نوبل فیزیک توسط جیمز چادویک برای اکتشاف نوترون

۲۱ دسامبر ۱۹۳۸

چاپ مقاله اووتو هان در مجله علوم طبیعی مبنی بر تولید باریم از تابش نوترون بر اورانیم

۲۴ دسامبر ۱۹۳۸

تفسیر دقیق نتایج آزمایش هان توسط اووتو فریش و لیز مایتنر به عنوان دلیلی بر نصف شدن هسته اورانیم (پدیده شکافت)

۱۳ ژانویه ۱۹۳۹

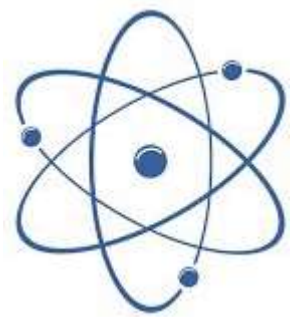
رصد مستقیم شکافت با مشاهده قطعات آن در آشکار ساز اتاقک یونش توسط اوتتو فریش. وی با همراهی ویلیام آرنولد واژه «شکافت» را بر این پدیده نهادند

۲۶ ژانویه ۱۹۳۹

اعلان عمومی کشف پدیده شکافت توسط نیلز بور در کنفرانس سالانه فیزیک تئوری ،دانشگاه جورج واشنگتن، واشنگتن دی سی

۳۱ آگوست ۱۹۳۹

ارائه یک تئوری توسط نیلز بور و جان ویلر مبنی بر شکافت پذیر بودن اورانیم۲۳۵ نسبت به اورانیم ۲۳۸ و همچنین شکافت پذیر بودن عنصر ناشناخته ۹۲ با ۲۳۹ نکلئون.



۲۱ اکتبر ۱۹۳۹

اولین جلسه کمیته مشورتی اورانیم در واشنگتن دی سی که به دستور پرزیدنت روزولت ایجاد شد. بحث فیزیکدان ها برای الزام جلب توجه دولت بود ولی آدامسون مخالف بود. تلر درخواست ۶ هزار دلار بودجه برای آزمایشات اولیه نوترون آهسته با گرافیت اورانیوم درخواست میکند که مورد تایید قرار میگیرد.

مارس ۱۹۴۰

اوتو فریش و رادولف پیرلز اذعان داشتند که تنها یک پوند اورانیم غنی شده برای ساخت بمب اتم کافی است

۲ مارس ۱۹۴۰

اولین اندازه گیری مستقیم سطح مقطع شکافت آهسته اورانیم ۲۳۵ توسط جان دانن ، منهتن،نیویورک

۲۷ می ۱۹۴۰

لوویز ترنر دستورالعملی مبنی بر ایزوتوپ عنصر ۹۲ با ۲۳۹ نکلئون (که هنوز ناشناخته بود) که همانند اورانیم ۲۳۵ از شکافت پذیری بالایی برخوردار بوده و توسط بمباران نوترونی اورانیوم ۲۳۸ و تبدیل آن به اورانیوم ۲۳۹ به دست می آید. در همین روز ادوین مک میلان و فلیپ ابلسون گزارشی تحت عنوان «عنصر رادیواکتیو۹۳» مبنی بر کشف عنصر ۹۳ (نپتونیم) که توسط بمباران نوترونی اورانیم به دست می آید را ارائه کردند.

۲۷ جولای ۱۹۴۰

کمیته ملی تحقیقات دفاعی جهت سازماندهی منابع دانشمندان آمریکایی جهت تحقیقات جنگی بر روی اتم و شکافت اورانیم تحت ریاست ونوار بوش تاسیس شد

دسامبر ۱۹۴۰

کمیته MAUD گزارشی را در مجله جداسازی ایزوتوپ که توسط فرنز سایمون نوشته شده را ارائه میدهد مبنی بر اینکه تولید اورانیم ۲۳۵ از طریق انتشار گاز در هر مقیاسی شکافت پذیر بوده و مناسب تولید سلاح است.

The Development of Nuclear Energy

1895 Roentgen discovers X-rays

1896 Becquerel discovers rays emitted spontaneously from uranium salts

1898 The Curies identify 2 radioactive nuclides, coin term "radioactive"

1899 Rutherford distinguishes alpha and beta radiation and discovers half-life

1909 Rutherford discovers that most mass is concentrated in a small nucleus

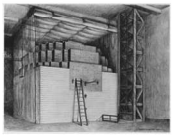
1920 Rutherford theorizes a "neutron"

1935 Chadwick identifies neutrons

1938 Hann and Strassman split uranium atoms with neutrons, Meitner and Frisch explain what's happening and name it "fission"

1939 Fermi and Szilard measure neutron multiplication, conclude that a nuclear chain reaction is possible

1939 Szilard, Wigner, and Teller convince Einstein to sign a letter warning Roosevelt of possibility of nuclear weapons



1939 Roosevelt authorizes creation of Advisory Committee on Uranium, begins US nuclear bomb effort (though not vigorously)

1942 Fermi achieves first nuclear chain reaction in a squash court at U. of Chicago. Manhattan project in full swing. Secret cities are built in Oak Ridge TN (to enrich uranium), Hanford WA (to produce plutonium), and Los Alamos NM (to design and assemble bomb)

July 1945 The world's first nuclear weapon test, the Trinity shot, is successful

Aug 6 & 9, 1945 Atomic bombs Little Boy and Fat Man dropped on Japanese cities, Hiroshima and Nagasaki. Up to 240,000 people died.

Aug 15, 1945 Japan surrenders unconditionally, ending WWII.

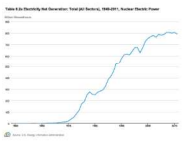
1951 EBR-1 reactor is the first to generate electricity in Arco, ID

1953 Eisenhower gives Atoms for Peace speech, launching civilian program

1954 USS Nautilus launches, the first nuclear-powered submarine

1954 Obninsk reactor in the Soviet Union becomes the first commercial nuclear power plant

1957 Shippingport reactor begins operation, first commercial nuclear power



1974 French Prime Minister Messmer launches huge nuclear power program in response to oil crisis. In 2004, 75% of France's electricity is nuclear

1979 Three Mile Island reactor suffers a partial meltdown. Radiation largely contained

1986 EBR-II reactor demonstrates that advanced, sodium cooled reactors can passively shut down without backup systems

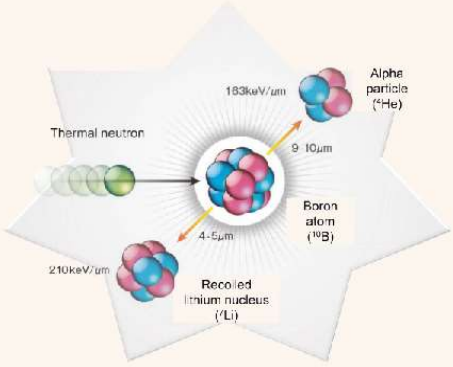
1986 Chernobyl reactor suffers a large power excursion resulting in the release of large amounts of radiation. 50+ firefighters die, up to 4000 civilians estimated to die of early cancer

1994 Megatons to Megawatts program started, turns 20,000 nuclear weapons into electricity. By 2000, ~10% of US electricity comes from dismantled Russian warheads

2004 After decades of electricity generation with no deaths in the US, a Nuclear Renaissance discussed, with talks of more reactor builds to offset carbon emissions

درمان با گیراندازی نوترون بور (BNCT)

درمان با گیراندازی نوترون بور (BNCT) یک روش رادیوتراپی برای درمان تومورهای بدخیم موضعی تهاجمی مانند تومورهای مغزی اولیه، سرطان‌های مکرر در ناحیه سر و گردن و ملانومای پوستی است. روش درمان با گیراندازی نوترون بور برای اولین بار در سال ۱۹۳۶ توسط لاچر مطرح شد و موردبررسی، تحقیق و توسعه قرار گرفت. این روش همچنین توسط ویلیام اسویت و همکارانش و بعدها توسط هیروچی هاتاناکا توسعه یافت و به موفقیت رسید و برای درمان غدد بدخیم مغز به‌ویژه گلیوبلاستوما (Glioblastoma) به کار گرفته شد. در حال حاضر در کشورهای ژاپن، هلند، انگلستان، استرالیا، ایالات‌متحده آمریکا، کانادا، آلمان، روسیه، جمهوری چک و چند کشور دیگر کارهای تحقیقاتی عملی و بالینی زیادی در این زمینه انجام می‌گیرد. روش‌های رایج درمان تومور شامل جراحی، شیمی‌درمانی، رادیوتراپی، ایمنی درمانی و روش‌های ترکیبی می‌شود. موقعیت قرارگیری تومور در مغز، نوع درمان را مشخص می‌کند. به‌عنوان‌مثال، گاهی محل قرارگیری تومور در محلی است که امکان جراحی ایمن وجود ندارد و نمی‌توان کل تومور را به‌واسطه عمل جراحی خارج نمود که با توجه به این نکته احتمال بازگشت مجدد سرطان افزایش خواهد یافت. در مواردی که تومور در نواحی اعصاب چشمی، نخاع و یا نواحی نزدیک رگ‌های خونی قرار دارد، انجام جراحی ممکن نیست. ازاین‌رو درمان‌هایی مانند رادیوتراپی و شیمی‌درمانی در الویت قرار خواهند گرفت. BNCT یک روش مؤثر در درمان تومورهای مغزی است. در این روش ابتدا داروی حامل ^{10}B با جذب بالا در تومور و جذب کم در بافت سالم به بیمار تزریق می‌شود، سپس بعد از گذشت مدت‌زمان کوتاهی که توسط پزشک تعیین می‌شود ناحیه تومور به‌وسیله نوترون‌هایی با شدت و انرژی مناسب بمباران می‌شود. نوترون با عبور از جمجمه و نفوذ در عمق مغز، حرارتی شده و به ناحیه تومور می‌رسد و با بور موجود در بافت، واکنش رخ می‌دهد. نوترون‌های حرارتی جذب ^{10}B می‌شوند و برای مدت‌زمان بسیار کوتاهی به‌صورت اتم‌های برانگیخته ^{11}B درآمده و سپس این اتم برانگیخته، شکافته می‌شود و ذرات آلفا و لیتیوم حاصل از واکنش انرژی خود را در ناحیه‌ای قابل‌مقایسه با ابعاد سلولی به‌جا گذاشته و باعث نابودی سلول سرطانی می‌شوند. از این روش علاوه بر درمان تومورهای مغزی برای درمان انواع دیگر از تومورها ازجمله تومورهای پوستی، تیروئید، سر و گردن و ... نیز استفاده‌شده است. برای موفقیت در فرآیند درمان دو نکته مهم باید در نظر گرفته شود. نکته اول استفاده از دارویی است که با ^{10}B غنی‌شده باشد و طوری درون مغز متمرکز شود که غلظت آن در تومور بیشتر از غلظت بافت سالم مغز با ^{10}B باشد، چنین دارویی در اصطلاح Tumor Seeking نامیده می‌شود. نکته دوم طراحی و استفاده از سیستمی است که نوترون‌های تولیدشده از یک چشمه نوترونی، پس از عبور از آن دارای انرژی و شدت مناسب برای از بین بردن تومور باشند؛ بنابراین درروش BNCT، ابتدا داروی غنی‌شده با ^{10}B را به بدن بیمار تزریق می‌کنند. با توجه به اینکه بخش عمده‌ای از موفقیت در این روش درمانی به تجمع ^{10}B در تومور بستگی دارد؛ بایستی از دارویی استفاده شود که مقدار مناسبی از ^{10}B را طوری درون سلول‌های سرطانی متمرکز کند که ترجیحاً در نزدیکی هسته سلول قرار بگیرند. انجام واکنش بنیادی BNCT در نزدیکی هسته سلول باعث می‌شود که احتمال شکسته شدن DNA افزایش یابد که در ۹۵ درصد موارد منجر به مرگ سلول می‌شود. سطح مقطع جذب بالای ^{10}B، برای نوترون (10^5 بارن) باعث می‌شود که پس از گیراندازی نوترون‌ها توسط ^{10}B هسته برانگیخته ^{11}B طی واکنش بلافاصله به دو ذره پرانرژی آلفا و لیتیم تبدیل شود. ذرات آلفا و لیتیم تولیدشده در جریان این واکنش هسته‌ای، دارای LET بالایی هستند و انرژی خود را در ناحیه‌ای قابل‌مقایسه با ابعاد سلول (۱۰ppm) تخلیه می‌کنند. در این فرآیند با کمترین آسیب به بافت سالم، سلول‌های سرطانی در محدوده اندرکنش نابود می‌شوند. در اکثر مراکزی که از این روش برای درمان استفاده می‌کنند، غالباً چشمه نوترون توسط راکتور تولید می‌شود اما به دلیل پرهزینه بودن ساخت یک مرکز BNCT با استفاده از راکتور باعث شد که محققان به شتاب‌دهنده‌ها روی‌آورند. شتاب‌دهنده‌ها نسبت به راکتور کارکرد بهتری دارند و نصب و نگهداری آن‌ها در محیط بیمارستان آسان‌تر است.



برخورد نوترون حرارتی به اتم بور و تولید آلفا و لیتیوم با LET بالا.

نویسنده: مینو کامرانی حویق

کشاورزی هسته‌ای

علم هسته‌ای کاربرد زیادی در کشاورزی و صنعت دارد. در این قسمت ابتدا توضیحی مختصر از کاربرد فناوری هسته‌ای در کشاورزی می‌دهیم.

جمعیت دنیا در حال افزایش است و تأمین مواد غذایی اهمیت ویژه ای دارد. محققین همواره تلاش می‌کنند تا از تکنیک‌های آسان و کارآمد در جهت افزایش عملکرد و بهبود کیفیت محصولات کشاورزی استفاده کنند. در سال‌های اخیر با پیشرفت دانش و فنون هسته‌ای و کاربرد این تکنیک‌ها، انقلابی در کشاورزی ایجاد شده است. در سال ۱۹۶۴ سازمان خواروبار و کشاورزی جهانی و آژانس بین المللی انرژی اتمی پیمان استفاده از تکنیک‌های هسته‌ای در کشاورزی و صنایع غذایی را امضا کردند.

استفاده از فناوری هسته ای در کشاورزی به طول کل به چهار دسته زیر دسته بندی می‌شود:

۱-کاهش آفات:

حشرات و آفات در طول تاریخ نقش بسیار مهمی برای از بین بردن محصولات کشاورزی و ایجاد مشکلات پزشکی برای دام‌ها داشته‌اند. در حالی که حشره‌کش‌ها و سموم در دفع آفات تأثیرگذار بوده‌اند، اما در گذشت زمان آفات و حشرات در برابر سموم و حشره‌کش‌ها مقاوم شده‌اند، که این امر باعث می‌شود مقادیر بیشتری حشره‌کش و سموم دفع آفات در زمین‌های زراعی ریخته شود. یکی از روش‌های ازبین بردن حشرات عقیم کردن آن‌ها است که این امر اثبات شده‌ترین و متداول‌ترین روش است که در آن از فناوری هسته‌ای برای کنترل یا از بین بردن حشرات استفاده شده است. این روش به این صورت است حشرات نر تحت تابش گاما قرار می‌گیرند و عقیم شدن حشرات رخ می‌دهد. این ماده به عنوان یک راه‌حل بی خطر برای کنترل محیط‌زیست عمل می‌کند و همچنین باعث می‌شود نسل آنها کم کم از بین برود.

۲-بهبود سلامت حیوانات:

تکنیک‌های تابش همچنین در تأمین سلامت حیوانات که از نظر کشاورزی مهم هستند و تأثیر بسیاری در تغذیه حیوانات دارد. در تهیه غذای حیوانات می‌توان از رادیوایزوتوپ‌ها برای بررسی مسیر غذا در سیستم گوارشی آن‌ها استفاده کرد. از این رو این اجازه را به ما می‌دهد تا غذایی تعیین شود که مورد نیاز بدن حیوان باشد.

۳-افزایش تولید محصول:

نقش فناوری‌های هسته‌ای در افزایش تولید محصولات زراعی در چند زمینه قابل مشاهده است، اما مهم‌تر از همه تأثیر آن بر کاهش کودهای شیمیایی است.

بسیاری از کشاورزان مقدار کودی که در تولید محصولات زیاد استفاده می‌کنند را کاهش داده و منفعت پیدا کرده‌اند زیرا استفاده از فناوری هسته‌ای باعث کاهش هزینه‌ها و کاهش آسیب‌های زیست محیطی می‌شود. جایگزین شدن رادیوایزوتوپ‌ها با انواع مختلف کودها، به کشاورزان این امکان را می‌دهد تا به طور مستقیم راندمان و کمبود مواد مغذی را در محصولات خود بشناسند و اقدامات لازم را به عمل آورند .

۴-بهبود فرآوری مواد غذایی:

حوزه نهایی تمرکز فناوری هسته‌ای در زمینه گسترده کشاورزی حفظ موادغذایی برداشت یا تولیدشده است. به این روش تابش غذایی گفته می‌شود. تابش به موادغذایی با هدف قطع چرخه تولید باکتری‌هایی است که اغلب باعث خراب شدن موادغذایی می‌شوند. با قرار دادن غذا در معرض میزان کنترل شده اشعه یونیزان، می‌توان پیوندهای DNA باکتری‌های هدف را شکسته و باعث ماندگاری بیشتر محصولات شده و احتمال بروز بیماری‌هایی که بخاطر خرابی محصولات کشاورزی ایجاد می‌شود، تا حد قابل توجهی کاهش پیدا می‌کند.

نویسنده: عباس فرخی زاده

آشنایی با دیدگاه و نظرات جناب دکتر رضایی عضو هیات علمی دانشگاه تحصیلات تکمیلی و فن‌آوری پیشرفته کرمان در رابطه با مهندسی هسته‌ای

بیوگرافی و مروری بر فعالیتها

این‌جانب محمدرضا رضایی متولد ۱۳۴۵ شهرستان راین از توابع کرمان دارای ۲ فرزند و عضو هیئت‌علمی گروه مهندسی هسته‌ای دانشگاه تحصیلات تکمیلی صنعتی و فناوری پیشرفته هستم. در سال ۱۳۶۹ به‌عنوان دبیر فیزیک در آموزش‌وپرورش استخدام‌شده و از سال ۱۳۷۵ تا ۱۳۸۸ به‌عنوان مدرس در دانشگاه فنی و حرفه‌ای فعالیت داشته‌ام. از سال ۱۳۸۸ تاکنون در این دانشگاه در خدمت اهداف عالی نظام هستم. در طول خدمت خود عنوان مدرس و معلم نمونه کشور، دبیر برگزیده فیزیک کشور (رتبه دوم) و ۴ دوره به‌عنوان پژوهشگر برتر استان و استاد سرآمد دانشکده علوم و فناوری‌های نوین را کسب نمودم. در حدود ۲۳ اختراع از طرف همکاران پژوهشی به ثبت رسانیده و استاد راهنمای طرح‌های برگزیده کشوری در جشنواره خوارزمی از سال ۱۳۷۴ تاکنون و دانشیار گروه مهندسی هسته‌ای هستم.

چه دیدگاهی در رابطه با مهندسی هسته‌ای و بازار کار دارید؟

مهندسی هسته‌ای کاربردهای زیادی در علم، صنعت، تکنولوژی و دانش‌های نوین دارد. بازار کار هر رشته‌ای بستگی به خلاقیت و توانایی متخصصین آن و نیاز به مطالعه دقیق و دانش مربوطه دارد. با شناسایی نیاز جامعه و ارائه راهکارهای جدید و ابتکاری درزمینه رفع موانع و با سعی و عزم ملی، ورود به بازار هسته‌ای سودمند و درآمدزا خواهد شد. با توجه به‌سرعت سرسام‌آور جامعه جهانی درزمینه استفاده از صنعت هسته‌ای شایسته است مراکز علمی و تحقیقاتی با بها دادن به جوانان پرتلاش، آن‌ها را جذب و از وجود آن‌ها استفاده کند. در این صورت است که بازار صنعت هسته‌ای با پشتیبانی مستمر دولت پررونق خواهد شد.

امروزه یک دانشجوی مهندسی هسته‌ای چه هدفی باید داشته باشد؟

دانشجوی هسته‌ای در ابتدای امر بامطالعه پیگیر و شبانه‌روزی بایستی به مطالب مربوط به صنعت هسته‌ای مسلط شود سپس با بررسی مسائل روز در این مسیر گام بردارد و با پرورش حس خلاقیت و نوآوری، طرح‌های نوینی ارائه دهد. با تخصیص بودجه از سوی مراکز مربوطه ایده‌های دانش‌بنیان خود را جهت رفاه عمومی و تولید علم و ثروت بکار گیرد. ارتباط گرفتن با اساتید برتر و مطرح و بهره بردن از مراکز علمی در این زمینه کمک شایانی خواهد کرد.

امکانات دانشگاه برای رشته مهندسی هسته‌ای چیست؟

آزمایشگاه گروه مهندسی هسته‌ای مجهز به دستگاه‌های لازم برای اجرای طرح‌های دانش‌بنیان است. همچنین دستگاه شبیه‌ساز راکتور یکی از دستگاه‌های موجود است که زمینه آشنایی با روش کار یک راکتور هسته‌ای را فراهم می‌کند. همچنین فعالیت درزمینه طرح‌های مربوط به‌پیش بینی زلزله، ساخت آشکارسازهای مدرن هسته‌ای، طرح‌های مربوط به دزیمتری فردی و محیطی، اجرای شبیه‌سازی‌های هسته‌ای با کدهای (Mcnpx Fluka Geant Gate) و دیگر کدهای معروف راکتور، طرح‌های مربوط به کشاورزی هسته‌ای، الکترونیک هسته‌ای، دوربین گاما، گامانایف و تابش‌های محیطی نیز امکان‌پذیر است.

در رابطه با رشته مهندسی هسته‌ای چه صنایعی با صنعت هسته‌ای درگیر هستند؟

صنعت هسته‌ای رابطه‌ای تنگاتنگ با صنایع مختلف دارد برای مثال صنعت هسته‌ای در صنایع هوا و فضا، کشاورزی، پزشکی هسته‌ای، صنایع شیمیایی، صنعت برق، صنایع نظامی و تکنولوژیکی، تشخیص عناصر و ... کاربرد دارد.

ازنظر استاد مهندسی هسته‌ای، تأثیرگذارترین دانشمند هسته‌ای در طول تاریخ چه کسی بوده است؟

نقش بی‌بدیل انیشتین در معرفی رابطه بین ماده و انرژی و همچنین تلاش‌های ماری کوری در کشف مواد رادیواکتیو درزمینه پیشرفت صنعت هسته‌ای بر کسی پوشیده نیست.

نیروگاه‌های هسته‌ای چه مزایایی دارند و آیا سرمایه‌گذاری کشور در این زمینه کافی بوده است؟

نیروگاه‌های هسته‌ای مرکز تبدیل ماده به انرژی و تغییر مواد در اثر شکافت هسته‌ای می‌باشند. نیروگاه‌های تحقیقاتی درزمینه تولید رادیوایزوتوپ‌های موردنیاز در صنعت و کشاورزی نقش اساسی دارند. نیروگاه‌های زاینده نیز از مراکزی است که می‌تواند سوخت موردنیاز برای راه‌اندازی یک نیروگاه‌های دیگر را با استفاده از صنعت جداسازی تولید کند. در آینده صنعت جداسازی عناصر در استقلال هسته‌ای بسیار تعیین‌کننده است و کشور را درزمینه هسته‌ای مستقل خواهد کرد. متأسفانه کشور از پتانسیل نیروهای متخصص هسته‌ای خود درزمینه ساخت راکتورهای نسل قدیم و نسل جدید و راکتورهای قابل‌حمل بهره‌ای نبرده است و پیشرفت در این زمینه نیاز به عزم ملی دارد.

دانش هسته‌ای و پیشرفت کشور ما در مقایسه با دیگر کشورها چگونه بوده است؟

خوشبختانه کشور ایران کشوری پیشرو در صنعت هسته‌ای محسوب می‌شود ولی فاصله زیادی با کشورهای صاحب‌نام دارد. دلیل آن عدم توجه به نیروهای متخصص هسته‌ای و پشتیبانی‌های مالی واداری لازم جهت اجرای طرح‌های صنعت هسته‌ای در کشور است. وجود یک مرکز مستقل هسته‌ای برای کشور، بدون وابستگی به سیاست دولت‌های مختلف که هر از چند گاهی تغییر رویه می‌دهند احساس می‌شود. این مرکز علاوه بر اینکه تحت نظارت سازمان‌های بین‌المللی است باید مستقل از دیگر نهادهای نظام باشد تا با اطمینان خاطر به فعالیت‌های خود ادامه دهد.

چه تدابیری در جهت پایان‌نامه‌های کاربردی و پروژه‌های دانشجویی باید اندیشیده شود؟

جهت اجرای پروژه‌ها، طرح‌ها و پایان‌نامه‌های دانشجویی متأسفانه پشتیبانی‌های مختصری انجام می‌شود که حتی کفاف تأمین قطعات و مواد اولیه را نمی‌دهد. درصورتی‌که بودجه لازم برای تحقیقات در کشور اصلاح گردد امیدی به نتیجه رسیدن پروژه‌ها و طرح‌ها وجود خواهد داشت. در غیر این صورت این تحقیقات از دقت و اطمینان بالایی برخوردار نخواهند بود.

بهترین خاطره‌ای که در این سالهای تدریس دارید؟

بهترین خاطره‌ای که در طول دوران خدمت به‌عنوان استاد راهنمای طرح‌های پژوهشی دارم این است که در چندین مورد استاد راهنمای طرح‌های دوره ابتدایی، راهنمایی، دبیرستان، دوره کارشناسی، دوره کارشناسی ارشد و دکترا بودم. و به خود می‌بالم که با طیف‌های مختلف سنی مختلف ارتباط دوستانه و تنگاتنگ داشته و دارم.

در پایان اگر نکته‌ای مدنظر دارید بفرمایید؟

اعتماد کردن و اهمیت دادن به نسل جوان و سپردن امورات کشور به آن‌ها در کنار راهنمایی و هدایت آن‌ها کشور را از هر لحاظ بیمه خواهد کرد. در کنار آن نسل جوان نیز باید به بزرگان علم و ادب احترام ویژه‌ای قائل شوند. در انجام کارهای علمی پشتکار و جدیت حرف اول را می‌زند. سخت‌گیری‌ها و رعایت نظم و دقت مزید موفقیت است هر شخصی که کار خود را با این ویژگی‌ها انجام دهد کشوری روبرو به پیشرفت خواهیم داشت.

مصاحبه گر: مرجان اتقایی

آب‌شیرین‌کن هسته‌ای

آب آشامیدنی یکی از اصلی‌ترین نیازهای مردم برای زندگی برمبنای توسعه پایدار است اما باید توجه داشت که منابع آب شیرین بسیار محدود هستند. درواقع از کل آب موجود در کره زمین تنها ۲.۵ درصد آن شیرین است و مابقی آن آب‌شور دریاهاست. با این‌حال تنها ۰.۰۷ درصد از کل آب موجود در جهان برای انسان قابل آشامیدن است. افزایش جمعیت در کنار بالا رفتن فعالیت‌های کشاورزی و صنعتی به آلوده شدن روزافزون همین میزان کم منابع آب قابل شرب منجر شده و در حال حاضر کمبود آب و آلودگی منابع آبی به یکی از بزرگ‌ترین مشکلات جوامع شهری و به‌خصوص کلان‌شهرها تبدیل‌شده است. در حال حاضر بیش از ۲.۳ میلیارد نفر از مردم جهان در مناطق کم‌آب زندگی می‌کنند که ۱.۷ میلیارد نفر از آن‌ها در مناطقی زندگی می‌کنند که با کمبود جدی آب مواجه هستند و سرانه میزان آب موجود در این مناطق کمتر از هزار مترمکعب در سال است. تا چند سال آینده ۳.۵ میلیارد نفر از مردم جهان با مشکل آب روبرو خواهند شد. پیش‌بینی‌ها حاکی از آن است که در سال ۲۰۲۵ جمعیت در مناطق کم‌آب جهان به ۳.۵ میلیارد نفر خواهد رسید که ازاین‌بین ۲.۴ میلیارد نفر از آن‌ها در مناطق با کمبود آب شدید زندگی خواهند کرد.

به‌طورکلی کمبود آب یک مشکل بزرگ جهانی است و هرساله شاهد آن هستیم که کشورهای جدیدی به جمع کشورهای کم‌آب جهان اضافه می‌شوند.

شیرین کردن آب‌شور دریاها یکی از راه‌حل‌های مهم برای تأمین آب شیرین

شیرین کردن آب‌شور دریاها یکی از مهم‌ترین راه‌های غیرمتعارف و درعین‌حال پایدار برای تأمین آب آشامیدنی کشورها به‌خصوص در مناطق ساحلی است و نقش بسیار تعیین‌کننده‌ای در حل مشکل کمبود آب در شهرها را دارد.

انرژی هسته‌ای جایگزین مناسب سوخت‌های فسیلی در شیرین کردن آب دریا

با توجه به محدود بودن منابع سوخت‌های فسیلی و تأثیر استفاده از آن‌ها بر ایجاد آلودگی و گازهای گلخانه‌ای، استفاده از انرژی هسته‌ای به‌عنوان یک جایگزین مناسب (پاک‌تر و ایمن‌تر) سوخت‌های فسیلی برای شیرین کردن آب دریا می‌تواند از بهترین گزینه‌ها باشد. چشم‌انداز استفاده از انرژی هسته‌ای برای شیرین کردن آب دریاها بسیار جذاب است.

به‌طورکلی شیرین کردن هسته‌ای آب دریا شامل تبدیل آب‌شور دریا به آب شیرین در یک نیروگاه یا تأسیسات هسته‌ای است. از گرمای رآکتور هسته‌ای یا برق تولیدشده از آن‌ها درروند شیرین کردن آب استفاده می‌شود.

اگر از یک نیروگاه برق هسته‌ای برای شیرین کردن آب استفاده شود، رآکتور هسته‌ای در زمان تولید انرژی برای تولید برق آب اطراف خود را به دمای بالا رسانده و در کنار تولید برق می‌تواند آب دریا را بخار کرده و در یک‌روند که خیلی هم پیچیده نیست به آب شیرین تبدیل کند.

از سوی دیگر می‌توان تأسیساتی را ایجاد کرد که با استفاده از تولید برق هسته‌ای از این نیرو برای شیرین کردن آب درجایی دیگر بهره برد.

هزینه تمام‌شده شیرین کردن آب با سوخت فسیلی و انرژی هسته‌ای

علی‌رغم اینکه ساخت نیروگاه‌های هسته‌ای یا تأسیسات هسته‌ای برای شیرین کردن آب به سرمایه بیشتری نسبت به تأسیسات متعارف شیرین‌کننده آب با سوخت فسیلی نیاز دارد، اما هزینه نهایی تولید آب شیرین و هزینه بهره‌برداری با استفاده از تأسیسات هسته‌ای بسیار پایین‌تر از سوخت‌های فسیلی است.

جالب است که بدانید درصورتی‌که قیمت نفت یا گاز برای تأسیسات شیرین کردن آب با سوخت‌های فسیلی دو برابر شود هزینه تولید محصول نهایی ۷۰ درصد افزایش خواهد یافت اما درصورتی‌که قیمت اورانیوم برای تأسیسات هسته‌ای دو برابر شود هزینه نهایی شیرین کردن آب تنها ۵ درصد بالا خواهد رفت.

فناوری‌های فعلی نمک‌زدایی مورداستفاده

۱- فناوری‌های مبتنی بر حرارت

در نمک‌زدایی بر پایه حرارت، آب شیرین از طریق یک فرآیند تغییر فاز تولید می‌شود، یعنی با استفاده از تبخیر و میعان برای جدا کردن نمک از آب. فناوری‌های نمک‌زدایی حرارتی مرسوم که در این زمینه موردبحث قرار می‌گیرد عبارت‌اند از: تقطیر با اثر چندگانه (MED) و نمک‌زدایی فلش چندمرحله‌ای.(MSF)

آب‌شیرین‌کن MSF در اوایل دهه ۱۹۵۰ معرفی شد. این روش بر اساس اصل تقطیر است که در هر مرحله متوالی فشار ناگهان کاهش می‌یابد. آب‌شیرین‌کن MSF یک فرآیند فشرده انرژی است که در دهه‌های گذشته پیشرفت چشمگیری داشته است و منجر به افزایش گسترده استفاده از آن در منطقه خاورمیانه شده است. مهم‌ترین مزایای استفاده از این روش امکان استفاده از رآکتورهای با دمای پایین و همچنین ساده بودن ساخت تأسیسات آن است و این مزایا، این روش هسته‌ای شیرین کردن آب را از دیگر روش‌ها متمایز کرده است. پایین بودن نرخ استفاده از لوله به کاهش امکان نشتی آب و درنتیجه آسان بودن روند نگهداری و تعمیرات تأسیسات آن می‌انجامد.

در این روش آب در مراحل مختلف تبخیر و میعان شده و به همین دلیل بهره‌وری این روش بالاست.
روش مهم دیگر شیرین کردن هسته‌ای آب، استفاده از روش MED است. در این روش آب با استفاده از حرارت هسته‌ای به بخار تبدیل‌شده و با برخورد به دیواره سرد که در طرف دیگر آن مجدداً آب قرار دارد، از بخار به آب شیرین تبدیل می‌شود. این روند در چندین نوبت بین ۸ تا ۱۶ بار انجام می‌شود که به بالا رفتن بهره‌وری و افزایش ظرفیت شیرین کردن آب منجر می‌شود. این روش دارای مزایای گوناگونی است که ازجمله آن‌ها می‌توان به ارزان بودن تجهیزات موردنیاز و نیاز کم به بارگذاری‌های حرارتی اشاره کرد. در این روش همچنین سرعت راه‌اندازی تأسیسات بالا بوده و حرارت کمی به هدر می‌رود.

۲ - فناوری‌های مبتنی بر غشا

درروش غشایی به‌طور خلاصه آب با فشار ایجادشده از طریق برق هسته‌ای از درون غشاهای مختلف عبور داده‌شده و با عبور از آن‌ها املاح خود و نمک موجود را از دست می‌دهد.

. درواقع اسمز معکوس (RO) فرایندی است که با استفاده از غشاهای نیمه‌تراوا، آلاینده‌ها را از آب تغذیه تحت تأثیر فشار اسمزی جدا می‌کند. تاکنون،RO به‌عنوان کارآمدترین فرآیند انرژی مورداستفاده برای تولید آب شیرین شناخته‌شده است.
فرآیندهای نمک‌زدایی شامل فرآیندهای MSFوMED برای تولید هم‌زمان است درحالی‌که RO فقط از برق استفاده می‌کند. این فناوری‌ها می‌توانند به راکتورهای انرژی هسته‌ای متصل شوند. همچنین لازم است عوامل ایمنی، اقتصادی و عملیاتی در نظر گرفته شود که برای جلوگیری از ورود رادیواکتیویته به فرآیند شیرین سازی هم‌زمان یا در صورت بروز شرایط تصادفی نیز قابل‌استفاده هستند. علاوه بر این، برای جلوگیری از نفوذ شوری به مدار توربین، باید یک حلقه جداسازی نصب شود.

نویسنده: وجیهه احمدی اسماعیل آبادی

نانو رباتیک در حمل مواد پرتوزا در صنعت هسته‌ای

امروزه عوامل ماکروسکوپی قادر به انجام تجزیه‌وتحلیل پیچیده در داخل ارگانیسم زنده و اجرای یک برنامه داخلی هستند و درنتیجه باعث یک سری اقدامات درمانی می‌گردند که نانوربات نامیده می‌شوند. پیشرفت نانوربات‌های تحویل دارو یک‌چشم انداز هیجان‌انگیز برای درمان بیماری است. نانورباتیک یک علم کاملاً جدید برای درمان سرطان، دیابت، بیماری‌های قلبی‌وعروقی و بسیاری از بیماری‌های دیگر قابل‌استفاده است. نانو رباتیک برای صنعت پرتودرمانی به‌عنوان یک درمان کامل سرطان معرفی‌شده است. قابلیت اطمینان در این روش بسیار بالاست زیرا درصد آسیب به سلول‌های سالم نسبت به پرتودرمانی مرسوم کاهش می‌یابد. هدف از نانورباتیک توسعه و استقرار طیف وسیعی از دستگاه‌های کوچک نانو شده ازنظر فیزیکی-شیمیایی است که برای انجام کارهای مختلف در بدن یا محیط ما برنامه‌ریزی‌شده‌اند. طراحی یک عامل نانوتراپی، استراتژی امیدوارکننده‌ای برای درمان و تابش پرتو به‌طور مستقیم به تومور است. برای درمان سرطان دو روش مرسوم وجود دارد: رادیوتراپی و شیمی‌درمانی. استفاده از این روش‌ها باعث ایجاد عوارض جانبی مضر بر روی اندام‌های سالم می‌شود پزشکان برای کاهش عوارض جانبی گاهی نیاز به کاهش دوز دارو یا به تعویق انداختن درمان را انتخاب می‌کنند که این کار درمان رو با تداخل و تأخیر روبرو می‌کند. برای رسیدن به فناوری نانوربات باید بتوان قسمت‌های ربات مانند موتور، حسگر، کامپیوتر و هوش مصنوعی را در ابعاد نانو ساخت. بعد از ساخت قطعات در ابعاد نانو باید این قطعات را طوری مونتاژ کرد که آن‌ها بتوانند در کنار هم مانند یک نانو واحد متحد و یکپارچه عمل کنند. در ساخت نانو ربات‌ها می‌توان از الگوهای طبیعت، مثل موتورهایی با حسگرهای زیستی که سازگار با بدن انسان باشند استفاده کرد. ساختار این نانو ربات‌ها به‌گونه‌ای است که قادر به حمل عناصر می‌باشند. حمل، بارگیری و تخلیه دقیق این عناصر طبق فناوری‌های روز قابل‌کنترل و ردیابی است. این پرتوکاران کوچک رباتیک می‌توانند به بخش‌های صعب‌العبور بدن دسترسی داشته باشند و اقدامات پزشکی متنوعی را انجام دهند. در سال‌های اخیر، پیشرفت در سیستم‌های نانورباتیک باتوجه به نیاز استفاده از دستگاه‌هایی باقابلیت عمل در مقیاس کوچک، اهمیت پیداکرده است. نانوربات‌های پرتوکار می‌توانند نقش‌های مختلفی ازجمله حمل‌ونقل محموله‌های درمانی و عناصر رادیوایزوتوپی را در شرایط مطلوب و زیست سازگار انجام دهند. نانوذرات رادیوایزوتوپ که توسط یک‌لایه محافظ پوشش داده‌شده‌اند، درون نانوربات‌ها قرار می‌گیرند.

پس از رسیدن نانوربات به مرکز تومور، لایه محافظتی بازمی‌گردد و سلول‌های سرطانی در معرض تشعشع عنصر رادیوایزوتوپ قرار می‌گیرند. به‌عنوان‌مثال برای درمان سرطان سینه نانو ربات‌ها با نانو رادیو ایزوتوپ طلا ۱۸۵ با نیمه‌عمر ۴.۲۵ دقیقه و انرژی ۵.۱۸ مگاالکترون ولت شروع به تشعشع آلفا در مرکز تومور می‌کنند و بعد از واپاشی خارج می‌شوند.
با استفاده از کد SRIM مراحل واپاشی، برخورد و تابش آلفا به سلول‌های سرطانی بررسی می‌شود و درتمامی این مراحل نانو ربات‌ها توسط فرستنده‌ها و سیستم‌های ارتباطی که نزدیک بدن بیمار قرار دارند، کنترل می‌شوند و توسط سیستم‌های پردازش تصویر ردیابی می‌گردند.

مزایای استفاده از نانو ربات پرتوکار

۱. بالابردن درصد درمان تومورهای سرطانی و کاهش آسیب به سلول‌های سالم بدن
۲. کاهش هزینه‌های درمانی
۳. درمان بالینی سریع و بی‌خطر
۴. کاهش جراحی و تابش پرتو باقابلیت هدایت تصویربرداری
۵. حذف دست‌کاری سلول‌ها
۶. حذف آلودگی محیطی و فردی
۷. حذف دخالت انسان در فرآیند پرتودهی و تنها کنترل نانو ربات توسط اپراتور

جایگاه جهان و ایران ازنظر پیشرفت تکنولوژی نانو ربات‌های پرتوکار

با توجه به مزایا و مشکلات مطرح‌شده درزمینه طراحی و ساخت نانو ربات‌ها دانشمندان امیدوار هستند در طی سال‌های آینده به موفقیت‌های بیشتری درزمینه ساخت این نانو ربات‌ها دست پیدا کنند. نیاز است که با صرف هزینه، زمان و پژوهش‌های بسیار به دانش کافی جهت تجاری‌سازی این محصول رسید. تاکنون در ایران تحقیقات و مقالات زیادی درزمینه نانو ربات انجام‌شده است و امید است روزی این فناوری به دست جوانان این مرزوبوم پیاده‌سازی شود تا جایگزین پرتودهی مرسوم شود.

نویسنده: مرجان اتقایی

براکی‌تراپی برای تومور چشم

آناتومی چشم

کره چشم از سه لایه تشکیل شده است. لایه بیرونی متشکل از صلبیه با ضخامت ۰.۳ mm تا ۱ mm که در آن شش ماهیچه چشمی حرکت کره چشم را در حفره چشمی کنترل می‌کنند. صلبیه از جلو به قرنیه ختم می‌شود. مشیمیه (لایه وسط) دارای ضخامت ۰.۱ mm تا ۰.۳ mm می‌باشد و به همراه جسم مژگانی با ضخامت ۲ mm و عنبیه با ضخامت ۰.۵ mm تا ۳ mm می‌توانند منشاء انواع مختلف ملانومای لایه میانی (یوویا) چشم باشند. عنبیه بخش رنگی چشم حاوی عروق فراوان و رنگدانه می‌باشد و در وسط سوراخی به نام مردمک دارد. لایه درونی کره چشم شبکیه است که بافت پوششی رنگدانه شبکیه را شامل می‌شود. زجاجیه که بخش داخلی کره چشم را پر می‌کند، هیچ نوع سلول زنده‌ای را در بر نمی‌گیرد. عصب بینایی انتهای چشم نیز یک عضو بسیار حساس به شمار می‌رود. سه غشاء پوششی کره در مرز عصب نوری متوقف می‌شوند. در قسمت جلویی کره چشم، یک پنجره شفاف به نام قرنیه وجود دارد. نور از محیط خارج شده و وارد قرنیه می‌شود و پس از عبور از مردمک به عدسی می‌رسد. عدسی نور را به صورت دقیق روی شبکیه متمرکز می‌کند تا تصویر واضحی روی شبکیه ایجاد شود.

تومور چشم

شایع‌ترین تومورهای بدخیم چشم به دو دسته تقسیم می‌شوند که به آن‌ها رتینوبلاستوما و ملانوما می‌گویند. تومورها می‌توانند بدخیم یا خوش‌خیم باشند. تومورهای بدخیم از سلول‌های جنینی و یا ضعیف تشکیل می‌شوند. این نوع تومورها به شیوه‌ای ناسازگار و به سرعت در حال رشد هستند که تغذیه سلول‌های بدن را با مشکل مواجه می‌کنند. آن‌ها به بافت‌های سالم اطراف حمله می‌کنند و باعث رشد تومورهای مشابه در اندام‌های دیگر بدن می‌شوند که به این فرآیند متاستاز گفته می‌شود. تومورهای خوش‌خیم زندگی فرد را به خطر نمی‌اندازند، مگر اینکه در عملکرد اعضای دیگر بدن تداخل ایجاد کنند. این نوع تومورها رشد آرامی دارند و به بافت سالم حمله نکرده و متاستاز ندارند. تومورهای خوش‌خیم معمولا به راحتی با جراحی و بعضی از انواع پرتودرمانی درمان می‌شوند.

درمان سرطان با روش براکی‌تراپی

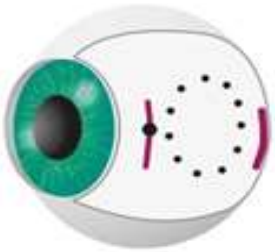
نزدیک به ۵۰ درصد از تمام بیماران مبتلا به سرطان پرتودهی می‌شوند. پرتودرمانی می‌تواند بصورت خارجی باشد، که در آن اشعه ایکس یا گاما یا ذرات پرانرژی دیگر، از بیرون بر ناحیه هدف متمرکز می‌شوند، یا این پرتودهی می‌تواند از داخل بدن صورت بگیرد. پرتودرمانی داخلی مربوط به قرارگیری مواد پرتوزا درون بدن در کنار سلول‌های سرطانی است که به آن براکی‌تراپی می‌گویند. با این روش شدت دوز بالایی می‌تواند به‌طور محلی به تومور وارد شود که با افت سریع دوز در بافت‌های سالم اطراف همراه خواهد بود. در گذشته به‌طور عمده از چشمه‌های ^{226}Ra و ^{222}Rn استفاده می‌شد و در حال حاضر استفاده از رادیوایزوتوپ‌های مصنوعی همچون ^{137}Cs، ^{192}Ir، ^{198}Au، ^{125}I و ^{103}Pd معمول‌تر است. یکی از برتری‌های روش درمان براکی‌تراپی بر پرتودرمانی خارجی، این است که چشمه‌ها به‌طور مستقیم به حجم تومور متصل هستند و در صورت حرکت احتمالی، همراه آن حرکت می‌کنند. روش درمان تومورهای چشمی بر اساس اندازه و محل ضایعه تومور مشخص می‌شود. در وهله اول چیزی که اهمیت دارد این است که تا حد امکان سلامت چشم و قابلیت دید بیمار حفظ شود. در بسیاری از مراکز درمانی روش درمان براکی‌تراپی اولین انتخاب برای درمان ملانومای یوویا است. البته براکی‌تراپی گاهی برای درمان رتینوبلاستوما نیز استفاده می‌گردد.

مراحل درمان

مراحل درمان تومور چشمی با روش براکی‌تراپی به شرح زیر است:

مرحله اول:

ملتحمه (غشای شفاف قرارگرفته روی کره چشم و زیر پلک)، باز شده و تومور با دستگاه‌های نوری مکان‌یابی می‌شود. حاشیه‌های تومور و مکان قرارگیری پلاک چشمی روی چشم علامت‌گذاری می‌شود. در صورت نیاز، ماهیچه‌های چشمی فشرده شده، کنار گذاشته می‌شوند (رنگ قرمز در شکل).



۲- مرحله دوم:

یک پلاک قالب (غیررادیواکتیو) با توجه به علامت‌های گذاشته شده در مرحله ۱، روی چشم و با نخ بخیه دوخته می‌شود. برای بخیه زدن از حفره‌های تعبیه شده روی پلاک استفاده می‌شود. مکان دقیق پلاک با کمک دستگاه‌های نوری مربوطه تعیین شده و پس از اینکه با کمک نرم‌افزار مکان پلاک نهایی شد، پزشک نخ بخیه را شل می‌کند اما همچنان پلاک در محل حضور دارد.

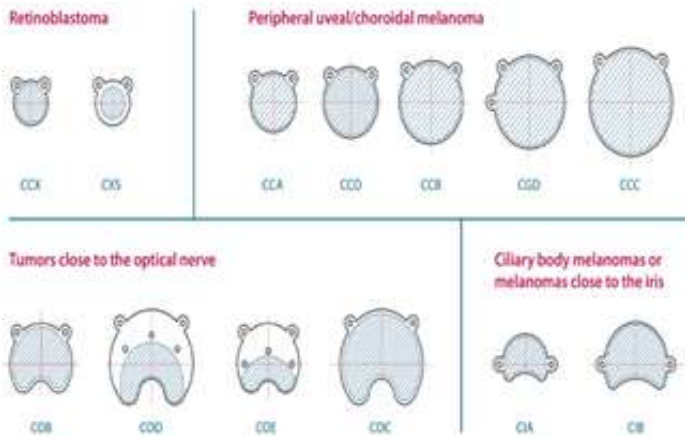
مرحله سوم:

پس از شل کردن نخ‌های بخیه، پلاک غیراصلی خارج شده و پلاک اصلی و رادیواکتیو جایگزین می‌گردد. پلاک

پلاک اصلی با همین نخ بخیه و در همین محل محکم می‌شود و روی تومور قرار می‌گیرد. همه نخ‌ها سفت شده و ماهیچه‌های چشم به حالت اول برگشته و ملتحمه بسته می‌شود.

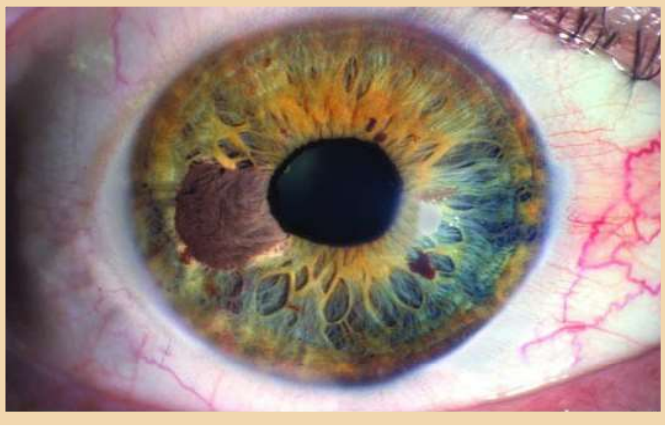
اپلیکاتورهای براکی‌تراپی چشم

همانطور که گفته شد از دو پلاک چشمی ^{106}Ru و ^{125}I برای درمان استفاده می‌شود. پلاک ^{106}Ru از سه لایه تشکیل شده است. یک پنجره نازک از جنس نقره به ضخامت ۰.۱ mm، یک فویل نازک به ضخامت ۰.۲ mm (که ماده پرتوزای ^{106}Ru روی آن اندود شده است) و یک لایه انتهایی به ضخامت ۰.۷ mm که وظیفه‌اش مسدود کردن تابش در پشت پلاک می‌باشد. بستر ۰.۷ mm از جنس نقره به خوبی ۹۵ درصد تابش حاصل از واپاشی ^{106}Ru را جذب می‌کند. بنابراین تابش از سمت پنجره به سوی تومور تابیده می‌شود. رادیوایزوتوپ ^{106}Ru با نیمه عمر ۳۷۳.۶ روز به ایزوتوپ پایدار پالادیم واپاشی می‌کند. ^{106}Ru یک عنصر بتازاست و انرژی بیشینه طیف بتای آن حدود MeV ۳.۵۴ می‌باشد. اپلیکاتورهای چشمی ^{106}Ru در ۱۳ نوع مختلف ارایه شده‌اند تا برای درمان تومورهای مختلف با شکل و اندازه متفاوت، مناسب باشند. همانطور که در شکل ۱ مشاهده می‌شود پلاک‌ها دارای انحنا هستند و شعاع انحنای پلاک‌ها از ۱۲ mm تا ۱۴ mm می‌باشد. قطر اپلیکاتورها از ۱۱.۶ mm تا ۲۵.۴ mm متغیر است.



ساختار هندسی ۱۳ مدل پلاک بتازای ^{106}Ru

مزیت ذرات بتا (یا الکترون‌ها) این است که برد بسیار کوتاهی نسبت به تابش فوتونی دارند و بنابراین دارای افت دز بسیار زیادی با افزایش فاصله از پلاک می‌باشند. بنابراین برای تومورهای متمرکز و کوچک تا متوسط (عمق بیشینه ۵ mm) گزینه بسیار خوبی هستند.



برای تومورهای بزرگ و عمیق، استفاده از پلاک‌های رادیواکتیو با دانه‌های براکی‌تراپی ^{125}I توصیه شده است. رادیوایزوتوپ ^{125}I به علت فرّار بودن و نشتی زیاد و همچنین میزان بالای سمیّت آن به صورت لایه اندود شده استفاده نمی‌شود، بلکه به صورت کپسول‌شده در حفاظ‌های تیتانیومی درون پلاک قرار می‌گیرند. رادیوایزوتوپ ^{125}I با نیمه عمر حدود ۶۰ روز و با انرژی بیشینه ۳۵ کیلو الکترون ولت (KeV) برای درمان تومورهای بزرگ تا عمق ۱۰mm مناسب است. برد مؤثر این فوتون‌ها به ۱۷ mm می‌رسد. این دانه‌ها معمولاً دارای طول کمتر از۵ میکرومتر و قطر کمتر از ۱ میکرومتر هستند. از آنجا که ابعاد دانه‌های ^{125}I بسیار کوچک است، تعداد زیادی از دانه‌ها باید در یک پلاک کاشته شود. شکل ۲ یک نمونه نوعی از پلاک حامل دانه‌های ^{125}I را نشان می‌دهد. جنس این پلاک‌ها از طلا بوده و یک قالب از جنس سیلیکان برای قرار گرفتن دانه‌ها در چینش خاص، داخل پلاک طلا جاسازی شده‌اند.

ساختار هندسی ۱۳ مدل پلاک بتازای ^{106}Ru

نویسنده: لیلا ابراهیمی

پرتودهی در صنایع غذایی

منظور از پرتودهی، استفاده از تابش یونساز در صنعت است که با اهداف گوناگونی انجام می‌گیرد. یکی از صنایعی که به‌طور قابل‌توجه از پرتودهی استفاده می‌کند، صنعت مواد غذایی است. روش‌های معمول و سنتی فرآوری و نگهداری مواد غذایی مانند استفاده از نگهدارنده‌ها و افزودنی‌ها در صنایع غذایی یا فرآیندهای گرمایی مانند پاستوریزاسیون موجب از دست رفتن ارزش غذایی، تغییر ویژگی‌های حسی و اثرات منفی بر سلامت مصرف‌کننده می‌شود. این یک تکنولوژی به نسبت جدید است که با نابود کردن آفات و میکروارگانیسم‌های مضر، سلامت مواد غذایی را بهبود می‌بخشد. همانند پاستوریزه‌کردن شیر و کنسرو کردن میوه و سبزیجات، پرتودهی نیز می‌تواند ایمنی و ماندگاری مواد غذایی را افزایش دهد. این تکنولوژی سال‌ها پیش توسط سازمان غذا و داروی جهانی مورد تأیید قرارگرفته است و در بسیاری از کشورهای جهان به کار گرفته می‌شود. برای اولین بار در سال ۱۹۵۰ میلادی، اثر پرتودهی در رفع جوانه زدن بر روی محصول گوجه‌فرنگی صورت پذیرفت و سپس آزمایش‌های سنجش سمیّت مواد غذایی توسط ارتش آمریکا بر روی گوجه‌ها، گندم، گوشت و هلو و... انجام شد. سازمان غذا و کشاورزی FAO، آژانس بین‌المللی انرژی اتمی و سازمان جهانی بهداشت در سال ۲۰۰۳ میلادی با پرتودهی با دوز بالا به‌صورت رسمی موافقت کردند و استاندارد جهانی را به‌روزرسانی کردند. پرتودهی یک روش فیزیکی فرآوری مواد غذایی است. در این روش، ماده غذایی در یک محدوده زمانی مشخص در معرض اشعه یونیزان قرار می‌گیرد. هدف از آن افزایش مدت‌زمان ماندگاری و بهبود ایمنی و میکروبی محصول است. پرتوهایی که برای حذف میکروارگانیسم‌ها استفاده می‌شوند طول‌موج پایینی (و انرژی بالا) دارند، زیرا چنین پرتوهایی اثر تخریبی بیشتری بر میکروارگانیسم‌ها دارند. این تکنولوژی هرچند قدمت تاریخی بسیار طولانی دارد ولی هم‌اکنون نیز بحث داغی است. درواقع امروزه بیشتر تمرکز بر روی افزایش بازدهی پرتودهی و کاهش هزینه‌هاست. جالب است که بدانید سازمان غذا و کشاورزی و آژانس بین‌المللی انرژی اتمی در سال ۲۰۲۰ یک تحقیق ۵ ساله را آغاز کرده‌اند که در آن توسعه کاربرد پرتوایکس کم انرژی و باریکه‌های الکترونی کم انرژی برای غیرفعال‌کردن باکتری‌های سطحی مواد غذایی در کارخانجات مواد غذایی و خط تولید را بررسی خواهند کرد؛ با این هدف که این سیستم‌های کم انرژی و کم‌هزینه جایگزین

سیستم‌های پرتودهی گاما که پرهزینه هستند، بشود.

انواع پرتودهی مواد غذایی

۱. رادوریزاسیون

یکی از انواع پرتودهی مواد غذایی، رادوریزاسیون است. دوز معمول اشعه در این فرآیند برای گوشت تازه، فرآورده‌های دریایی، میوه‌ها، سبزی‌ها و دانه‌های غلات ۰.۷۵ تا ۵.۲ کیلوگری می‌باشد. دوز پرتوهای یونیزه مورداستفاده در این روش در حدی است که کیفیت غذا را از طریق کاهش قابل‌توجه تعداد میکروارگانیسم‌های زنده عامل فساد، افزایش می‌دهد. درواقع رادوریزاسیون نوعی پاستوریزاسیون اشعه‌ای محسوب می‌شود.

۲. رادیسیداسیون

دوز اشعه مورداستفاده در این فرایند نسبتاً پایین (حدود ۰.۱ تا ۸ کیلوگری) است. این واژه به معنی کاهش تعداد میکروارگانیسم‌های زنده غیراسپورزای بیماری‌زا (به‌جز ویروس‌ها) می‌باشد. این تعداد باید تا حدی کم باشد که توسط هیچ‌یک از روش‌های استاندارد قابل‌تشخیص نباشد.

۳. راداپرتیزاسیون

یکی دیگر از انواع پرتودهی مواد غذایی، راداپرتیزاسیون است. مقدار لازم برای این اشعه ۱۰ تا ۵۰ کیلوگری است. دوز پرتو یونیزه به مقداری است که فعالیت میکروارگانیسم‌های زنده (به‌غیراز ویروس‌ها) تا حد بسیار کمی کاهش می‌یابد. به‌طوری‌که نمی‌توان با آزمون‌های متداول میکروبیولوژیکی تعداد این میکروارگانیسم‌های زنده را تشخیص داد. راداپرتیزاسیون معادل استریلیزاسیون توسط اشعه و یا به‌عبارت‌دیگر استریلیزاسیون تجاری که در صنعت کنسروسازی رایج است، می‌باشد یعنی محصول نهایی ازلحاظ نگهداری تحت شرایط معمولی پایدار است.

مزایای پرتودهی در صنایع غذایی

۱. حفظ بهتر ارزش تغذیه‌ای و کیفیت حسی مواد غذایی نسبت به سایر روش‌ها

۲. عدم ایجاد آلودگی ثانویه به دلیل امکان استفاده از اشعه بعد از بسته‌بندی

۳. باقی نماندن هیچ سمی در ماده غذایی

۴. ثابت نگه‌داشتن کیفیت مواد غذایی را به مدت طولانی

۵. مؤثر در کنترل میکروارگانیسم‌های عامل فساد

۶. عاری کردن مواد غذایی از وجود باکتری‌های بیماری‌زا، مخمرها، کپک‌ها و حشرات

۷. کنترل زمان رسیدن، پیری و میزان جوانه‌زنی میوه‌ها و سبزی‌های تازه

معایب پرتودهی در صنایع غذایی

۱. بعضی از میوه‌ها و سبزی‌ها در معرض اشعه نرم شده و خصوصیات بافتی خود را از دست می‌دهند.

۲. چربی‌ها در اثر اشعه رادیکال‌های آزاد ایجاد می‌کنند، که سبب اکسید و تند شدن چربی می‌شود.

۳. دوز بالای اشعه، طعم‌های نامطلوب شدید تولید می‌کند.

۴. بعضی ویتامین‌ها مانند K،B، A و E در بعضی فرآورده‌های لبنی در طول پرتودهی باعث ایجاد طعم نامطلوب می‌شود.

۵. رنگ گوشت ممکن است در اثر پرتودهی تغییر کند.

۶. دوز پایین اشعه تمام اسپورهای باکتریایی را تخریب نمی‌کند.

۷. یکی از معایب آشکار فرآیند اشعه‌دهی در مقایسه با فرآوری حرارتی، عدم قابلیت آن در جلوگیری از فعالیت آنزیمی است.

چشمه‌های پرتودهی

مهم‌ترین پرتوهای مورداستفاده در مواد غذایی عبارتند از:

اشعه گاما: یکی از مهم‌ترین و پرکاربردترین انواع پرتودهی مواد غذایی، استفاده از اشعه گاما در صنایع غذایی است. اشعه گاما، تشعشعات الکترومغناطیسی هستند که از هسته‌های برانگیخته‌شده کبالت ۶۰ و سزیم ۱۳۷ ساطع می‌شود. این اشعه از اهمیت ویژه‌ای در نگهداری مواد غذایی برخوردار است. اشعه گاما، ارزان‌ترین شکل اشعه جهت نگهداری مواد غذایی می‌باشد.

پرتوهای ایکس: این تابش‌ها از طریق بمباران فلزات سنگین توسط الکترون‌هایی با سرعت زیاد در یک لوله خلأ تولید می‌شود. امواج مایکروویو: طول‌موج امواج مایکروویو بین امواج مادون‌قرمز و امواج رادیویی قرار دارد.

پرتو ماوراءبنفش: نفوذ کم این اشعه سبب می‌شود تا استفاده از آن به کاربردهای سطحی محدود گردد. استفاده از این اشعه موجب تسریع تغییرات اکسیداتیو می‌شود که منجر به تند شدن، تغییر رنگ و واکنش‌های دیگر می‌گردد. پرتو فرابنفش شامل اشعه خورشید با طول‌موج‌های بین ۱۰۰ تا ۴۰۰ نانومتر می‌باشد.

اثرات پرتودهی مواد غذایی

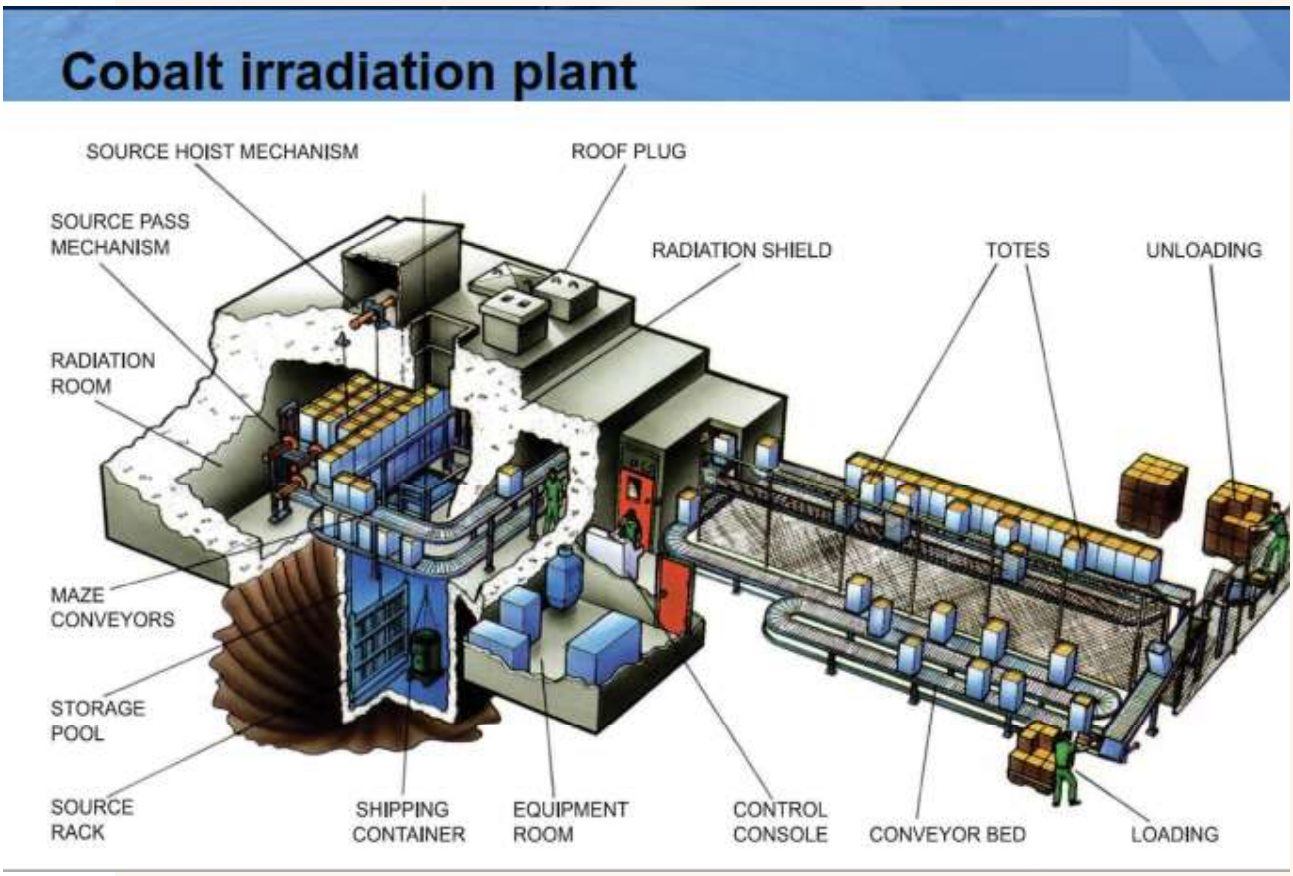
۱. نابودی عوامل بیماری‌زا و حشرات: تابش پرتو می‌تواند حشرات، انگل‌ها و عوامل بیماری‌زا را نابود و مدت‌زمان نگهداری مواد غذایی مثل مرغ، ماهی و میوه‌های تازه را افزایش دهد. این روش موجب می‌شود تا از ضدعفونی‌کننده‌ها که نه‌تنها سمی‌اند، بلکه در درازمدت سبب بروز سرطان می‌شود استفاده نشود.

۲. تغییرات خصوصیات کیفی مواد غذایی پرتودهی شده: تغییرات شیمیایی که براثر پرتودهی در ماده غذایی به وجود می‌آید ممکن است باعث اثرات قابل‌ملاحظه‌ای در طعم و مزه آن شود. میزان این تغییرات عملاً به نوع ماده غذایی پرتودهی شده، میزان دوز و عوامل دیگری مثل درجه حرارت در حین عمل پرتودهی بستگی دارد. بعضی از مواد غذایی حتی در دوزهای بسیار پایین هم‌تغییر مزه می‌دهند مثل شیر و فراورده‌های لبنی. معمولاً تغییر طعم که پس از پرتودهی به وجود می‌آید در خلال نگهداری و یا پخت کم شده یا از بین می‌رود. دوزهای بالا عملاً محدودیت‌هایی برای پرتودهی میوه و سبزیجات ایجاد می‌کنند که بستگی به استحکام بافت گیاهی دارد. در کل، پرتودهی مواد غذایی ممکن است تغییرات شیمیایی بسیار جزئی در مواد غذایی به وجود آورد ولی هیچ‌کدام از تغییرات شناخته‌شده مضر یا خطرناک نمی‌باشند.

۳. کنترل جوانه‌زنی و قوه نامیه: دوزهای پایین پرتودهی از جوانه زنی غده‌های سیب‌زمینی و غده‌های پیاز، سیر، زنجبیل و شاه‌بلوط جلوگیری به عمل می‌آورد.

۴. افزایش زمان نگهداری مواد فاسدشدنی: یکی از موارد کلی استفاده از پرتودهی مواد غذایی، از بین بردن میکروارگانیسم‌هایی است که سبب فساد و آلودگی آن‌ها می‌شوند. در پرتو، جهت کنترل و از بین بردن این میکروارگانیسم‌ها به میزان تحمل آن‌ها در مقابل پرتو، میزان بار میکروبی در مقدار معینی از ماده غذایی بستگی دارد.

۵. کنترل آفات: پرتودهی مواد غذایی با دوزهای نسبتاً پایین سبب کشته شدن یا عقیم شدن تمام مراحل مختلف تکاملی آفات معمولی غلات، حتی تخم‌های واقع در داخل دانه می‌گردد. میوه‌های خشک، سبزیجات و خشکبار همیشه در معرض حمله حشرات می‌باشند. بعضی از این محصولات خصوصاً میوه‌ها نمی‌توانند به‌غیراز پرتودهی به‌وسیله روش‌های شیمیایی یا عوامل فیزیکی ضدعفونی گردند.



نویسنده:لیلا ابراهیمی

نرم افزار و کد های هسته ای

مقدمه ای بر الگوریتم مونت‌کارلو

روش مونت کارلو، روش عددی برای حل مسائل پیچیده ریاضی و همانندسازی مسائل آماری و پیچیده است. از این روش در مسائلی که تعداد فاکتورهای موجود در مسئله زیاد بوده و راه تحلیل برای مسئله وجود ندارد، استفاده شده است.

هدف اصلی در روش مونت‌کارلو این است که یک مدل آماری که با مسئله مورد نظر توافق داشته باشد ساخته شده و یا دقیقا خود مسئله موردنظر همانندسازی گردد. در هر حالت پارامترهای تصادفی مورد نیاز بر اساس قواعد خاصی ساخته می‌شوند و بر اساس آنها چندین بار پدیده مورد نظر نمونه‌برداری می‌شود. از فواید این روش امکان حل ساده مسائل نسبتا پیچیده و از معایب آن زیاد بودن تعداد محاسبات و در نتیجه بالا بودن زمان اجرای برنامه‌های کامپیوتری مربوطه است، به طوری که برای افزایش یک رقم معنی دار به نتایج محاسبات، زمان اجرای برنامه حدودا صد برابر می‌شود.

همانگونه که پیش‌تر در مورد الگوریتم مونت‌کارلو توضیح داده شد و از آنجایی که می‌دانیم برهمکنش ذرات و پرتوهای یونیزان با ماده ماهیتی کاملا آماری دارد، بهترین و مطمئن ترین روش جهت شبیه سازی رفتار این ذرات استفاده از الگوریتم مونت‌کارلو است و به همین علت تمامی کد های محاسبات هسته‌ای بر مبنای این الگوریتم توسعه داده شده‌اند. در این شماره به توضیح و بررسی سه کد پرکاربرد MCNPX، Fluka و Open MC پرداخته شده است، در ابتدا نرم‌افزار فلوکا توضیح داده می‌شود، فلوکا نرم‌افزاری است که در بخش های مختلفی از طراحی حفاظ و دزیمتری داخلی گرفته تا پرتو درمانی و طراحی شتاب‌دهنده‌ها کاربردهای وسیعی دارد. پس از آن نرم‌افزار MCNPX توضیح داده می‌شود و از آنجایی که این نرم افزار یک ماهیت سلولی دارد، ابزار مناسبی جهت شبیه سازی برهمکنش پرتو و ذرات یونیزان با ماده است. به عنوان حسن ختام نرم افزار Open MC قرار داده شده که یک کد قدرتمند در زمینه شبیه سازی رفتار نوترون هاست. چرا که تخمین رفتار این ذرات به خصوص در فرآیند شکافت درون راکتور اتمی از اهمیت بسیار بالایی برخوردار است.

Fluka

ابزار Fluka (FLUktuierende KAskade) یک کد محاسباتی چند منظوره برای محاسبه ترابرد ذرات و برهمکنش بین ذرات و ماده براساس روش مونت‌کارلو می‌باشد. این کد بر پایه زبان برنامه نویسی فورتن ۷۷ نوشته شده و بر روی سیستم عامل لینوکس قابل اجرا می‌باشد. روند تکامل کد فلوکا تا به امروز ادامه یافته به طوری که در حال حاضر دارای کاربردهایی وسیع به شرح زیر است :

کاربردهای ابزار Fluka:

۱.محاسبه ترابرد و برهمکنش ذرات با ماده
۲.شبیه سازی حفاظ در شتاب‌دهنده های الکترونی و پروتونی
۳.کالری متری (اندازه گیری میزان گرمای تولیدی یا جذب شده در یک فرآیند شیمیایی)
۴.محاسبه اکتیویته (برانگیختگی مواد)
۵.دزیمتری
۶.طراحی آشکارسازهای هسته‌ای
۷.سیستم‌های راه‌انداز شتاب‌دهنده
۸.پرتوهای کیهانی
۹.فیزیک نوترینو
۱۰.رادیوگرافی(پرتو درمانی)
و ....

برخی از ویژگی های Fluka:

۱.دارای بیش از ۶۰ نمونه ذره جهت شبیه سازی از قبیل:
*فوتون ها و الکترون هایی از انرژی ۱Kev الی هزاران Tev
*نوترینو
*میون هایی با انرژی دلخواه
*هادرون‌هایی با انرژی های حداکثر ۲۰Tev (در صورت لینک کردن ابزار Fluka با کد DPMJET می‌توان به انرژی های ۱۰Pev نیز رسید.)
*تمامی پادذره های مرتبط
*یون های سنگین
*نوترون به علاوه نوترون‌های حرارتی
۲.محاسبه ترابرد فوتون های قطبی (از قبیل پرتوهای سینکروترون) و فوتون‌های نوری
۳.ارزیابی زمانی و ردیابی پرتو های ساطع شده از هسته های ناپایدار
۴.پشتیبانی از هندسه های پیچیده
۵.ردیابی ذرات باردار (حتی در میدان الکتریکی)
۶.عدم نیاز به برنامه نویسی توسط کاربر در اکثر برنامه ها
۷.قابل استفاده در دو مُد bias (بایاس) و تمام آنالوگ که مختص Fluka بوده و تقریبا در هیچ کد مبتنی بر روش مونت‌کارلو یافت نمی‌شود.

*MCNPXX

یک کد شبیه سازی مبتنی بر الگوریتم مونت کارلو بوده که توسط آزمایشگاه لوس آلاموس ایالات متحده در سال ۱۹۵۷ توسعه داده شده که تا به امروز نسخه های متعددی از آن ارائه شده است، اصولا این کد جهت آنالیز ترابرد ذرات نوترون و پرتوهای گاما استفاده می‌شود. به همین علت به آن محاسبه‌گر ذرات خنثی به روش مونت کارلو (Monte Carlo Neutral Particle)می‌گویند.

برخی از قابلیت های کد MCNPX

*محاسبات ترابرد حداقل ۳۵ نوع ذره مختلف
*قابلیت محاسبه ترابرد ذرات پروتون ، نوترون و الکترون به صورت تک به تک
*محاسبه ترابرد به صورت ترکیب های نوترون/ فوتون/ الکترون، فوتون/ الکترون و الکترون/ فوتون
*دارای بازه انرژی kev ۱ الی Gev ۱۰۰ برای فوتون‌ها و Kev۱ الی Gev ۱ برای الکترون‌ها

کاربردهای MCNPX

*طراحی نوترونی راکتورهای هسته‌ای
*پرتوپزشکی
*فیزیک پزشکی
*طراحی حفاظ
*طراحی هدف در شتاب‌دهنده‌ها
*سیستم‌های گداخت هسته‌ای
*طراحی آشکارسازها
*رادیوگرافی

مختصری بر نحوه کار با ابزار MCNPX

در ابتدا یک فایل ورودی که حاوی جزئیات شبیه سازی است، ایجاد شده و توسط ابزار MCNPX خوانده می‌شود. اطلاعات موجود در این فایل عبارتند از:

۱. مشخصات هندسه
۲. تعریف مواد و انتخاب نوع سطح مقطع
۳. تعریف خصوصیات و مکان چشمه
۴. انتخاب نوع پاسخ (خروجی)
۵. انتخاب واریانسی که موجب افزایش بازدهی شود

ساختار کلی فایل ورودی (برنامه اصلی) از سه کارت اصلی است:

کارت سلول: فرامین موجود در این کارت به گونه ای است که تمامی اجسام تعریف شده در کارت سطوح را پوشش می‌دهد و به طور کلی بیانگر:

۱. جنس اشکال تعریف شده در کارت سطوح
۲. نحوه هم پوشانی هندسه های متفاوت (اشتراک اشکال، اتحاد اشکال)
۳. تعیین حساسیت سطوح به نوترون و پروتون

کارت سطوح: پیکربندی و تعریف اولیه هندسه توسط خطوط فرمان (کدها) موجود در این کارت ها انجام می پذیرد.

ک**ارت داده:** به طور کلی می‌توان گفت که تمامی فرامین غیر از پیکربندی هندسه در کارت‌های داده قرار می‌گیرند. برخی پارامترهایی که می‌توان در این کارت‌ها تعریف نمود عبارتند از :

۱. نوع ذرات
۲. مواد مورد استفاده در مسئله
۳. چشمه رادیواکتیو
۴. نوع فایل خروجی
۵. واریانس مورد استفاده
۶. کتابخانه های سطح مقطع و ...

به طور خلاصه Open MC یکی از کدهای هسته‌ای است که جهت شبیه‌سازی رفتار نوترون‌ها و فوتون‌ها در محیطی شبیه به دنیای واقعی استفاده می‌شود. محیط شبیه‌سازی می‌تواند به سادگی یک کره فلزی یا به پیچیدگی یک راکتور هسته‌ای باشد. به این نمونه شبیه‌سازی، شبیه‌سازی مبتنی بر روش مونت‌کارلو نیز گفته می‌شود. در مدل راکتور شبیه‌سازی رفتار نوترون‌ها از این نظر حائز اهمیت است که این ذرات باعث ایجاد شکافت در عناصری مانند اورانیوم می‌شوند و در صورت آگاهی داشتن از نحوه رفتار این ذرات می‌توان به توالی فرآیندهای شکافت و انرژی آزاد شده در هر شکافت پی برد. همانگونه که پیشتر اشاره شد قبل از هر چیز باید مدل شبیه سازی مشخص شود که این مدل می‌تواند یک راکتور هسته‌ای و یا هر سیستم فیزیکی دارای مواد شکافتنی]محیطی که فرآیند شکافت در آن اتفاق بیافتد[باشد. به عنوان یک برنامه نویس باید مدلی تعریف کنید تا کد بتواند با آن تعامل برقرارکند خصوصیات یک مدل پایه عبارتند از :

۱. تعریف هندسه
۲. تعریف تعداد اتم ها و چگالی مواد مورد استفاده
۳. تعریف پارامترهایی برای تعیین تعداد و نحوه استفاده از ذرات (منظور از نحوه استفاده فیزیک برهمکنش آن‌ها است.)
۴. تعریف مقادیر فیزیکی مختلف که نرم افزار پس از شبیه سازی به عنوان جواب باز می‌گرداند (در الگوریتم مونت کارلو در صورت عدم تعریف این مورد هیچ پاسخی در خروجی نهایی وجود نخواهد داشت.)

نیازمندی ها جهت شروع شبیه سازی با ابزار open MC

* آشنایی و کار با محیط cmd در سیستم عامل مورد استفاده اعم از macOS , Linux , windows.
* تسلط کافی بر زبان پایتون جهت استفاده از تمامی عملکرد های open MC چراکه این کد از یک رابط برنامه نویسی پایتون استفاده می‌کند که می‌توان به وسیله آن پردازش‌های متفاوتی را بر روی فایل های XML ورودی انجام داد.
* این کد از یک نرم افزار کنترل ورژن به نام git استفاده می‌کند که آشنایی و نصب آن در کنار برنامه اصلی میتواند کمک شایانی در بروزرسانی های کد باشد.
* مطالعه دستورالعمل مفاهیم راکتور (NRC)، دستورالعمل ذکر شده شامل مفاهیم پایه ای تولید الکتریسیته از انرژی هسته ای ، فرایند شکافت و مقدمه ای بر راکتور های اب جوش و اب تحت فشار است. از منابع کارآمد دیگر جهت آشنایی بیشتر با رشته مهندسی هسته ای و خصوصا گرایش راکتور میتوان به کتاب راهنمای زیر اشاره کرد که اگرچه کامل تر از دستورالعمل فوق است ولی کماکان در سطح مقدماتی قرار دارد.

نویسنده:محمدعلی بیجاری

دانشمند هسته‌ای
شهید محسن فخری‌زاده

دانشمند برجسته و ممتاز هسته‌ئی و دفاعی کشور **جناب آقای محسن فخری‌زاده** به دست مزدوران جنایتکار و شقاوت پیشه به شهادت رسید. این عنصر علمی کم‌نظیر، جان عزیز و گرانبها را به خاطر تلاشهای علمی بزرگ و ماندگار خود، در راه خدا مبذول داشت و مقام والای شهادت، پاداش الهی اوست...

۱۳۹۹/۰۹/۰۸ سید علی خامنه‌ای