نگاهنامه علمی تخصصی دانشجویی

دانشکده مکانیک بخش مهندسی هسته‌ای

سال هفتم شماره ۴ زمستان ۱۴۰۱

نوپا

دانشگاه شیراز

در این شماره می خوانید:

رادیو گپ با حضور خانم دکتر سینا

بررسی حادثه چرنوبیل، چرا و چگونه؟

ساخت و توسعه دُزیمتر رادیوکرومیک FXG و بررسی ویژگی های آن

انواع مختلف جوشش در یک راکتور هسته‌ای

انجمن علمی مهندسی هسته‌ای

فراخوان شرکت در هشتمین دوره جایزه فیزیک بهداشت سیمین

مرکز تحقیقات تابش دانشگاه شیراز | انجمن حفاظت در برابر اشعه ایران | جایزه فیزیک بهداشت سیمین

آخرین مهلت ارسال پژوهش ها: ۳۰ آذرماه ۱۴۰۱

8th SIMIN AWARD 2022

محورهای پژوهش:

بخش دانشجویی

- حفاظت در برابر پرتوهای یونساز وغیر یونساز
- دزیمتری بیمار، پرسنل و افراد جامعه
- حفاظ گذاری
- پایش محیطی پرتوها
- رادیوبیولوژی
- سوانح و حوادث پرتویی

بخش غیر دانشجویی (جدید)

- آموزش همگانی یا تخصصی حفاظت در برابر اشعه
- کاهش پرتوگیری مردم، پرسنل و بیماران
- هرگونه فعالیت در زمینه ی ارتقا فیزیک بهداشت در کشور
- ارتقاء سطح دانش افراد جامعه از طریق فضای مجازی

* پروژه های ساخت از جمله آشکارساز، فانتوم و حفاظ و... از امتیاز ویژه ای برخوردار است.
* در بخش غیر دانشجویی افراد میتوانند شخصا پژوهش و فعالیت مرتبط با فیزیک بهداشت خود را به دبیرخانه جایزه ارسال نمایند.

همچنین این امکان وجود دارد که افراد فعالیت های شاخص در زمینه فیزیک بهداشت را که توسط دیگران انجام شده و واجد شرایط دریافت جایزه به نظر میرسد، با ذکر دلایل، به دبیرخانه جایزه معرفی نماید. اطلاعات بیشتر در وبسایت جایزه سیمین قابل مشاهده است.

دبیرخانه دائم: شیراز، خیابان ملاصدرا، دانشکده مهندسی مکانیک، مرکز تحقیقات تابش دانشگاه شیراز
تلفن: ۲۳۳۴۰۳۳-۰۷۱ فکس: ۶۴۷۳۰۳۵-۰۷۱
E-mail: siminaward@shirazu.ac.ir Website: www.siminaward.ir

گاهنامه علمی تخصصی دانشجویی

نشریه نوپا

انجمن علمی مهندسی هسته ای

Nuclear.eng.anjoman@hafez.shirazu.ac.ir

خیابان ملاصدرا،

دانشکده مهندسی مکانیک،

طبقه سوم

صاحب امتیاز:

انجمن علمی مهندسی هسته ای دانشگاه شیراز

مدیر مسئول:

آوا ظریف صنایعی

سردبیر:

فاطمه قنبری

هیئت تحریریه

فاطمه قنبری، محدثه حیدری نیا، شیما علیزاده، مریم سادات حسینی

کمیته فنی

ویراستار علمی: دکتر فرشاد فقیهی

ویراستار نگارشی: مریم سادات حسینی، فاطمه قنبری

طراح جلد: فاطمه قنبری

صفحه آرایی و گرافیک: فاطمه قنبری، مریم سادات حسینی

اساتید همکار و داور و ناظر

استاد مشاور انجمن علمی: دکتر فرشاد فقیهی

استاد مشاور نشریه: دکتر فرشاد فقیهی

اساتید داور و ناظر: دکتر فرشاد فقیهی، دکتر عطاالله ربیعی، دکتر احمد پیروزمند، دکتر کمال حداد، دکتر صدیقه سینا، دکتر محمدرضا نعمت اللهی، دکتر محمدرضا محمدیان بهبهانی

اساتید همکار: دکتر صدیقه سینا

گذری بر انجمن علمی مهندسی هسته ای

انجمن علمی مهندسی هسته ای در سال ۱۳۹۰ زیر نظر دکتر کمال حداد و حمایت مدیریت علمی دانشجویان دانشگاه شیراز تاسیس و در سال ۱۳۹۲ با پیگیری های مصرانه دکتر احمد پیروزمند و مشارکت دانشجویان بخش مهندسی هسته ای احیا شد. آغاز به کار انجمن با انجام فعالیت های موثر در جهت ارتقا هرچه بیشتر سطح علمی و فرهنگی بخش مهندسی هسته ای همراه بوده است. در راستای نیل به این هدف انجمن علمی بر تدارک گسترده و مستمر کارگاه های آموزشی و جلسات هم اندیشی متمرکز شده و در این راه به خوبی ایفای نقش کرده است. علاوه بر اولویت های اصلی ذکر شده، با تدارک اردوهای علمی و چاپ نشریه پازل فعالیت های انجمن تکمیل گردید. در پایان ضمن بیان گوشه ای از افتخارات، امیدواریم که فعالیت های اعضای انجمن علمی مهندسی هسته ای دانشگاه شیراز به عنوان نمادی از تلاشی خودجوش برای ارتقا سطوح علمی دانشجویان و دانشگاهیان در سطح کشور شناخته شود که این امر جز در سایه حمایت های مداوم اساتید بخش مهندسی هسته ای و مشارکت روزافزون دانشجویان عزیز محقق نخواهد شد.

- شرکت در جشنواره حرکت سال ۱۳۹۳ و مقام اول بخش نوآوری و خلاقیت در دانشگاه شیراز
- انتخاب مقاله مهندس حسن سعادتی به عنوان مقاله برگزیده در اولین جشنواره نشریه دانشجویی خردادماه ۹۵ در گروه رقابتی فنی و مهندسی
- بازدید از مراکز هسته ای سازمان انرژی اتمی در تهران و کرج در اردیبهشت ۹۳ و اردیبهشت ۹۸ و بازدید از منطقه هسته ای اصفهان در زمستان ۹۶ و اردیبهشت ۹۸
- برگزاری بیش از ۱۵۰ جلسه هم اندیشی و ژرنال کلاب
- کسب عنوان برگزیده نهایی در حوزه نشریه گروه رقابتی فنی و مهندسی در نهمین جشنواره دانشجویی حرکت سال ۹۷
- کسب عنوان استاد مشاور برگزیده در نهمین جشنواره دانشجویی حرکت سال ۹۷
- کسب عنوان دبیر شایسته تقدیر در نهمین جشنواره دانشجویی حرکت سال ۹۷
- کسب عنوان نشریه شایسته تقدیر در دومین جشنواره نشریات دانشجویی سال ۹۷

برای اشتراک نسخه الکترونیک و چاپی نشریه نوپا فرم زیر را تکمیل نموده و به دفتر انجمن علمی مهندسی هسته ای تحویل دهید و یا اسکن آن را به پست الکترونیکی نشریه ارسال فرمایید.

نام:	نام خانوادگی:
مقطع تحصیلی:	رشته تحصیلی:
شماره دانشجویی:	شماره همراه:
پست الکترونیک:	مدت اشتراک:

کمیته نشریه نوپا

دکتر فرشاد فقیهی

استاد مشاور انجمن علمی

حمیدرضا ممتاز

دبیر انجمن علمی

آوا ضریف صنایعی

مدیر مسئول نشریه

فاطمه قنبری

سردبیر نشریه

محدثه حیدری نیا

هیئت تحریریه نشریه

شیما علیزاده

هیئت تحریریه نشریه

سخن سردبیر

به نام حضرت دوست که هر چه دارم از اوست

اول از همه به رسم ادب یه سلامی کنم به همتون که باعث دلگرمیم هستین.

حال و احوال هسته قلبتون چه طوره؟

شماره چهارم نوپا رو خیلی یهویی نوشتیم. کم و کاست داره ....

به لطف نظرات خوبتون بهتر از این هم میشه ;)

می تونین چهارمین شماره نشریه نوپا رو از ایمیل رسمی انجمن علمی مهندسی هسته ای دریافت کنین

و یا از دفتر انجمن تحویل بگیرین.

قلمم رسمی ننوشت چون مخاطبم آشناست.

نوپا با حضور و حمایت شما سرپاست.

فاطمه قنبری

رادیو ساینس

- نحوه نگارش مقاله علمی پژوهشی
- حادثه چرنوبیل، چرا و چگونه؟
- ساخت و توسعه دُزیمتر رادیوکرومیک FXG و بررسی ویژگی های آن
- تعاریف انواع مختلف جوشش در یک رآکتور هسته ای

رادیوگپ

- مصاحبه با خانم دکتر صدیقه سینا

ته نوشت

- خوب است بدانیم!
- بوک تراپی
- معرفی مرکز تحقیقات تابش

رادیوساینس

نحوه نگارش مقاله علمی پژوهشی

مقدمه

بر طبق برخی مستندات اولین مقاله در اواخر قرن شانزدهم میلادی توسط مایکل دی مونتاین فرانسوی به قلم تحریر درآمد که مقاله ای مطبوعاتی بود. البته از نظر بسیاری از محققان و تاریخ نویسان فرانسیس بکن به عنوان اولین مقاله نویس انگلیسی شناخته می شود. مقاله یک نوشته دانشگاهی است که نتایج یک پژوهش علمی را برای متخصصین یک حوزه نظری خاص ارائه می کند. به عبارت دیگر یک مقاله علمی ره آورد تجربه و تمرین در سازمان دهی فکری است. به این معنی که نویسنده مقاله می آموزد تا نتایج پژوهش های خود را به شکل منظم و سیستماتیک طبقه بندی کند و به ساده ترین روش بیان کند. یکی از مهم ترین ابعاد مقاله علمی، محتوای علمی و ارزشمندی کیفی آن است.

مقاله علمی معمولا در نتیجه پژوهش منطقی، ژرف و متمرکز نظری، علمی یا مختلط، به کوشش یک یا چند نفر در یک موضوع تازه و با رویکردی جدید با جهت دستیابی به نتایج تازه تهیه و منتشر می گردد و مقاله باید یافته های مهمی را در دانش بشر گزارش نماید.

امروزه یکی از مهم ترین ابزار در نشر علم و دانش، چاپ مقالات علمی است. در حقیقت از طریق مقالات علمی است که یک پژوهشگر می تواند یافته هایش را در اختیار دیگران قرار دهد.

دغدغه همه کسانی که می خواهند دست به قلم برده و مطالبی در قالب گزارش، مقاله، کتاب و... بنویسند؛ به علل و عوامل زیادی از جمله شیوه های آموزش در نظام آموزش و پرورش، خانواده و اجتماع بر می گردد که نیازمند بحث و بررسی دقیق از سوی متخصصان مربوطه است و کالبد شکافی عمیق این مسائل در این مختصر نمی گنجد و البته تا کنون مطالب زیادی در رابطه با شیوه نوشتن مقاله به رشته تحریر درآمده است و هر کدام با رویکرد و دیدگاه خاصی این مسئله را

مورد بررسی قرار داده اند. اما از آن جا که هر پدیده ای را می توان از منظر و دیدگاه های مختلف نگریست، نگارنده قصد دارد تا شیوه نوشتن را به شکلی ساده و روان بیان کند تا خواننده بتواند مسائلی را که به ذهنش خطور می کند بدون هیچ گونه دلهره و نگرانی بر روی کاغذ بیاورد.

بخش های یک مقاله علمی پژوهشی

۱- عنوان

عنوان، یکی از قسمت های مهم و جزء جدانشدنی مقاله است؛ چراکه نشان دهنده ماهیت مقاله است. به عبارت ساده تر، عنوان، اولین قسمتی از مقاله است که توجه خواننده را جلب می کند و او را ترغیب می کند تا به سراغ مقاله برود. تعداد کلمات در عنوان را حداکثر دوازده واژه بیان کرده اند.

۲- مشخصات نویسنده

در این قسمت مشخصات نویسنده/ نویسندگان و سازمان/ سازمان هایی که آن ها از لحاظ علمی به آن وابسته اند ذکر می شود. در این قسمت سعی شود اسم/ اسامی نویسندگان و آدرس سازمان/ سازمان های مذکور به صورت کامل آورده شوند. اگر قبلا مقاله یا مقاله های چاپ شده دارید، نامتان را در همه آن ها به صورت یکسان ذکر کنید مثلا در یک مقاله نامتان را به صورت کامل و در مقاله دیگر به صورت اختصاری نیاورید. در ضمن اگر به عنوان نویسنده به هیچ سازمانی وابسته نیستید باید محل اقامت خود را بنویسید.

۳- چکیده

چکیده همان طور که از نامش پیداست، عصاره و فشرده مقاله است که در عین سادگی، تحقیق و نتایجش را در قالب چند جمله بیان می کند و پژوهشگر پس از مطالعه چکیده درخواهد یافت که آیا مقاله مفروض پاسخ دهنده سوالاتش است یا خیر. چکیده، خلاصه جامعی است که همه مراحل و اجزای اصلی پژوهش را در خود دارد که در قالب یک بند یا تعداد محدودی جمله بیان می شود. چکیده باید بیان گر سیر کاملی از مقاله بوده و بین ۲۰۰ تا ۵۰۰ کلمه باشد.

۴- واژگان کلیدی

در اکثر مقالات و به درخواست مجلات، بلافاصله بعد از چکیده، واژگان قرار دارند و اغلب به همراه چکیده منتشر می شوند. معمولا ۳ تا ۱۳ واژه یا عبارت موضوعی و البته کوتاه به عنوان واژگان کلیدی مقاله در نظر گرفته می شوند که می بایست موضوعات اصلی و فرعی مقاله را پوشش دهند.

۵- مقدمه

مقدمه قسمت حساس مقاله، یا به عبارت بهتر، قلب مقاله است. زیرا در این قسمت دلایل وجود مقاله بیان می شوند. به طور کلی در این قسمت اهداف و حوزه تحقیق بیان می شوند. باید در قسمت مقدمه مشخص شود مقدمه سرآغاز هر مطلب یا مبحث است و با اشاره به مسائل و مشکلات موجود در آن زمینه، یافته های قبلی درباره موضوع مورد بحث را به اختصار شرح می دهد و در پایان به ارائه راه حل می پردازد. در واقع پیوند میان نویسنده و خواننده از طریق مقدمه صورت می گیرد و ضروری است که روان و جذاب باشد.

مرور کامل نشریات نباید در مقدمه آورده شوند. فقط به منابعی اشاره کنید که برای مقبولیت مقاله شما اساسی هستند. این منابع باید در سطح عالی و از بین سیاهه منابع و مقالات مطالعه شده انتخاب شوند. معمولا سه شاهد از گروه های مختلف کافی است. بهتر است مقدمه در یک صفحه تهیه شود. در پاراگراف اول مقدمه ابتدا به شرح و بیان مسئله پژوهش بپردازید. در پاراگراف دوم اهمیت و ارزش موضوع را شرح دهید. در پاراگراف سوم اهداف خود را توضیح دهید. در پاراگراف آخر توضیح دهید خواننده درمقاله با چه موضوعاتی مواجه خواهد شد اما نتیجه گیری از مباحث به عمل نیاورید.

۶- روش تحقیق

هدف اساسی از بیان روش آن است که به گونه ای دقیق، چگونگی انجام پژوهش، گزارش گردد تا خواننده بتواند آن را تکرار نماید و همچنین درباره

اعتبار نتایج داوری کند؛ بنابراین مولف باید همه مراحل اجرا از جمله آزمودنی ها، ابزار های پژوهش، طرح پژوهش، روش اجرا و روش تحلیل داده ها را بیان کند. این قسمت بسته به نوع و حوزه تخصصی مورد مطالعه مقاله ممکن است با عناوین دیگری نیز بیان شود که مهم ترین آن ها عبارت اند از؛ اطلاعات مورد نیاز و روش ها، روش کار، آزمایش ها، شبیه سازی، روش شناسی، مدل و ترکیبی از این عبارات مانند اطلاعات مورد نیاز و روش کار. در واقع اینجا محلی است که باید به طور کاملا شفاف و دقیق بیان شود که روش انجام پژوهش به چه شکلی بوده است.

۷- نتایج

بعد از پیاده سازی روش یا روش های پیشنهادی بر روی ورودی و اطلاعات مورد نیاز، خروجی ها، یافته ها و نتایج حاصل می شوند که در این قسمت مقاله به گزارش دادن آن ها می پردازیم. به این نکته دقت شود که در قسمت روش ها اشاره ای به یافته ها و نتایج نمی شود بلکه در این قسمت از مقاله است که خروجی ها و یافته های مقاله و تحلیل ما از آن ها ارائه می شوند. البته لازم به ذکر است که منظور ما از تحلیل نتایج و خروجی ها، بحث و نتیجه گیری درباره آن ها نیست. توصیف کلامی با اطلاعات آماری مورد استفاده، کامل می شود و بهترین روش آن است که داده ها از طریق شکل و نمودار یا جدول، نمایش داده شوند.

۸- خلاصه نویسی

در این قسمت محقق باید به نتیجه معقول، منطقی و مستدل برسد. نداشتن تعصب و سوگیری غیر منصفانه در نتیجه گیری، ارتباط دادن نتایج با مباحث مطرح شده در پیشینه، ارائه راهبرد ها و مشخص کردن نقش نتایج در پیشبرد علوم بنیادی و کاربردی و امثال آن، از جمله مواردی است که محقق باید به آن ها توجه داشته باشد. در اکثر مواقع قسمت خلاصه و نتیجه گیری با اشاره به مطالبی از قسمت های قبلی شروع می شوند.

۹- تقدیر ها

در این قسمت، باید از هر شخص حقیقی و حقوقی که به نوعی در جمع آوری و نگارش مقاله نقش

داشته، قدردانی شود. دقیقا باید ذکر شود که چرا این اشخاص مورد قدردانی قرار گرفته اند ضمن آن که کسب اجازه از آن ها نیز نیاز است.

۱۰-منابع و مآخذ

اعتبار یک گزارش پژوهشی علاوه بر صحت و دقت داده ها و استدلال حاصل از آن ها، به منابع و مرجعی است که هدف از ارائه این فهرست، نشان دادن میزان تلاش پژوهشگر در بررسی و استفاده از منابع گوناگون، احترام به حقوق سایر نویسندگان و مؤلفان و نیز راحتی دستیابی خواننده به منابع مورد نظر است؛ علاوه بر این که تمامی مراجع و مآخذی که در متن به آنها استناد شده، باید در فهرست منابع آورده شود، پس در بخش منابع، فقط منابعی آورده می شود که در متن به آن ها استناد شده است.

در ذکر هر منبع، حداقل پنج دسته اطلاعات، ضروری به نظر می رسند که حداقل در همه ارجاعات مشترک اند:

- نام مؤلف یا مؤلفان
- تاریخ انتشار اثر
- عنوان اثر
- نام شهر(ایالت)
- نام ناشر

جداسازی این اطلاعات از هم با نقطه (.) و جداسازی اجزای مختلف هر یک از آن ها با ویرگول (،) صورت می گیرد.

بررسی حادثه چرنوبیل، چرا و چگونه؟

فاطمه قنبری

در تاریخ ۲۶ آوریل سال ۱۹۸۶ میلادی در واحد ۴ نیروگاه چرنوبیل حادثه ای به وقوع پیوست که درصدد توضیح آن و اشکالات ساختاری که آن حادثه مرگبار را رقم زد هستیم.

در این نوشتار به بررسی حادثه چرنوبیل پرداخته ایم. به این سوال می پردازیم که چرا و به چه علت حادثه چرنوبیل روی داد؟ در حال حاضر ما جواب مسئله را می دانیم و معما حل شده است. اشکالات به دو دسته الف) طراحی راکتور و ب) عملیات اشتباه اپراتوری تقسیم بندی می شود.

الف) مشکلات طراحی رآکتور:

نیروگاه چرنوبیل از نوع RBMK-1000 با خنک کننده آب و کندکننده گرافیت بود و توان حرارتی نیروگاه ۳۲۰۰ مگاوات و توان الکتریکی آن ۱۰۰۰ مگاوات بود. این نوع رآکتور در حال حاضر منسوخ شده است که البته در سال های ۱۹۶۰ توسط شوروی سابق طراحی و ساخته شد. قلب رآکتور ۷ متر ارتفاع و ۱۱,۸متر قطر داشته است. این قلب بسیار بزرگ بوده و نسبت ارتفاع به قطر آن اصلا با استانداردهای طراحی قلب مطابقت ندارد. لازم به ذکر است که امروزه یکی از توصیه های طراحی قلب، نزدیک بودن نسبت ارتفاع به قطر قلب می باشد. اگر تمامی رآکتورهای آبی تحت فشار را بررسی نمایید متوجه نزدیکی این نسبت می شوید.

مشکل مهم تر و یکی از عوامل اصلی طراحی بد، مثبت بودن ضرایب فیدبک بوده است.

همان طور که می دانید، آب به عنوان خنک کننده در این رآکتور، خودش می تواند کند کننده باشد. (گرافیت هم که کند کننده بوده است.) لذا در این رآکتور $\alpha_T > 0$ بوده است. به عبارت دیگر، بیش از حد لازم نوترون کند می شده (Over-moderated core) . مخصوصا اینکه به ویژه α_T در قدرت های کمتر، مثبت تر نیز بوده است.

اشکال ساختاری دیگر از نظر طراحی، نداشتن یک پوش (Containment) بوده است. میدانیم پوش رآکتور نقش عمده ای در مورد عدم نشت مواد رادیواکتیو در آب و خاک منطقه خواهد داشت که متاسفانه یک پوش علمی و مفیدی در این رآکتور نبوده و تنها یک ساختمان نسبتا معمولی با سقفی در حد معمولی قلب راکتور و متعلقات دیگر مدار اولیه را در بر میگرفته است. به گونه ای که پس از انفجار سقف و ساختمان مذکور تا ده ها متر تخریب شد و تمامی گازهای رادیواکتیو به محیط منتقل شد. و جالب تر اینکه واحدهای ۱ الی ۳ همین نیروگاه بعد از انفجار به طور عادی به کار می پرداختند!

اشکال دیگر ساختاری در این حادثه این بود که طبق ضوابط فعلی آژانس انرژی اتمی، هیچ گاه با یک رآکتور قدرت نمی توان آزمایش یا برآوردی را امتحان کرد! در زمان حادثه قرار بود یک آزمایش انجام شود! که این اصلا با استانداردهای اپراتوری رآکتور مطابقت ندارد. بیایید خود را به سال ۱۹۸۶ ببریم تا متوجه شویم که چرا روس ها این آزمایش را در رآکتور قدرت انجام دادند که منجر به این حادثه شد. در آن سال ها دنیا به دو بلوک شرق و غرب دسته بندی می شد. قدرت سیاسی شوروی علاقه مند بود که به این پرسش پاسخ داده شود که چنانچه امریکایی ها به واسطه بمباران خاک شوروی، تمام برق شبکه کشور را دچار اختلال نمایند، آیا نیروگاه های اتمی کشور با مشکل مواجه خواهند شد یا خیر؟ لذا قرار بود به مدت یک دقیقه Feed water در این رآکتور خاموش شود با فرض این که حادثه از دست رفتن برق خارجی نیروگاه واقع شده که باعث قطع Feed water شده است. قرار بود این تست در قدرت ۷۰۰ MWt انجام شود ولی به علتی نامعلوم ابتدا قدرت را به ۲۰۰ MWt می برند و سپس فیدواتر را خاموش می کنند. درحال حاضر می دانیم که کاهش پاور از ۷۰۰ به ۲۰۰ مگاوات باعث افزایش زنون در ساعت های پیش رو خواهد شد که مسلما یک راکتیویته مجازی منفی در قلب بوجود می آورد.

همین راکتیویته مجازی منفی ناشی از افزایش زینون و سپس راکتیویته مثبت ناشی از کاهش زینون، یکی از عوامل اصلی خروج بیش از حد میله های کنترل بوده است. اپراتور در زمانی مشغول بیرون آوردن میله کنترل بوده و درصدد تزریق راکتیویته مثبت که زینون در حال افزایش بوده است.

سپس زینون کم شده ولی اپراتور اشتباه خود را انجام داده و میله کنترل را در زمان نامناسب به مقدار بیشتر از حد لازم بیرون آورده است. البته این اشتباه به خودی خود بسیار حاد نبوده که منجر به حادثه شده باشد. مشکل عمده همان اشکال ساختاری α_T مثبت بوده و مخصوصا این که در توان پایین تر این مقدار مثبت بیشتر هم بوده است.

ب) عملیات اشتباه اپراتوری:

گفتیم که اپراتور به اشتباه میله های کنترل را بیش از حد معمول بیرون می آورد. در ابتدای بیرون آوردن میله کنترل، آب به صورت مایع می باشد اما با خروج تدریجی میله های کنترل و مثبت بودن ضرایب فیدبک راکتیویته و با گرم شدن بیشتر آب به مقدار راکتیویته اضافه می شود. مضاف بر این که زینون هم بعد از چند ساعت در حال حرکت معکوس بود و باعث افزایش بیشتر راکتیویته شده بود. در این حالت آب به حالت بخار تبدیل می شود (دمای بالای ۳۵۰ درجه سانتیگراد) و دانسیته آن شدیدا افت می کند. با افزایش دما، فشار نیز افزایش می یابد. بخار آب در دمای حدود ۳۵۰ درجه سانتیگراد با گرافیت کند کننده واکنش تخریبی انفجاری می دهد.

در مرحله بعد اپراتورها تصمیم می گیرند که آب بیشتر وارد سیستم نمایند تا دما را کم کنند که این مسئله نیز باعث «Over-Moderate» شدن بیشتر قلب می گردد و وضعیت بحرانی می شود.

در این حالت به دلیل بحرانی شدن وضعیت، اپراتور تصمیم می گیرد میله های کنترل اضطراری را وارد نماید. متاسفانه اشکال ساختاری نهایی، جنس و ارزش میله های کنترل اضطراری بوده است! اولا این میله ها ارزش مناسبی جهت زیر بحرانی کردن سریع قلب نداشته اند. مهم تر اینکه از چند جنس مختلف (شامل گرافیت در ابتدا و مواد دیگر در انتها) ساخته شده بود که با ورود سر گرافیتی در بخار آب با دمای بالا یک عدم تعادل شدید در شار نوترونی (پاورترمال) به وجود می آید و باعث می شود که به طور خاص میله های سوخت در بعضی نواحی ذوب شوند و همچنین انفجار بخار آب و گرافیت را به همراه داشت.

سرنوشت چرنوبیل در دفتر سیاسی حزب کمونیست رقم خورد. به نظر نویسنده اپراتورها نقش اصلی را در حادثه نداشتند. آنها تمام تلاش خود را به درستی انجام دادند. اما اشکالات ساختاری رآکتور و دستورالعمل سیاسی سرنوشت محتوم چرنوبیل را رقم زد. تنها اشتباه اپراتورها این بود که تست غیر ضروری را بایستی در قدرت ۷۰۰ مگاوات انجام می دادند و آنها به دلیلی غیر مشخص ابتدا قدرت را به ۲۰۰ مگاوات پایین آورده و تست قطع فیدواتر را انجام می دهند. وگرنه باقی عملیات آنها درست بود. شاید احساس می کردند که در توان پایین تر حاشیه ایمنی بهتری دارند؛ غافل از اینکه در پاور پایین تر ضریب فیدبک دمایی راکتیویته مثبت تر است!

در پایان به عنوان نتیجه گیری عرض می شود که به طور سیستماتیک مشکلات نیروگاه چرنوبیل به دو دسته تقسیم بندی می شود:

۱. طراحی قلب

می توان به موارد زیر اشاره کرد:

۱.۱. $\alpha_T > 0$ که باعث افزایش راکتیویته مثبت و لذا افزایش پاور در اثر گرم شدن بیشتر آب میشد.

۱.۲. نداشتن **Containment** که در این صورت هیچ محفظه ای و سیستمی برای انباشت مواد رادیواکتیو وجود نداشته است و تمامی مواد به هوا و آب منطقه وارد شده است.

۱.۳. نداشتن سیستم های اتومکانیک پیشرفته که اشتباهات اپراتورها را اعلان نماید و یا از آن جلوگیری کند. مثلا میله های کنترل در شروع آزمایش خیلی سریع تر از حد مجاز و همچنین مقدار لازم بیرون آورده شده است. این بیرون آوردن در زمانی بوده که زینون در حال افزایش بوده است!

۱.۴. میله های کنترل عکس العملی سریع نداشته اند. جنس و ارزش آن ها اصلا استاندارد نبوده است. سر گرافیتی میله های کنترل و ورود آن در قلب بخار شده با دمای بالای ۳۵۰ درجه سانتیگراد باعث انفجار شد.

۲. عملیات اپراتوری

۲.۱. در یک نیروگاه قدرت هرگز نباید تست و آزمایشی انجام شود.

۲.۲. هیچ گونه دستورکاری برای اجرای آزمایش موجود نبوده است.

۲.۳. فیزیک نوترون را مثل شما نمی دانسته اند!

در پایان لازم به ذکر است که هیچ نیروگاه اتمی به بمب هسته ای تبدیل نمی شود! پس انتظار یک انفجار هسته ای نداشته باشید. انفجار نهایتا از نوع یک انفجار معمولی با آثاری نظیر افزایش فشار و ذوب قلب و ترکیدن لوله ها و تخریب ساختمان است. بدترین نوع حادثه و انفجار یک نیروگاه اتمی، همانی بود که در چرنوبیل روی داد و باعث نشت مواد رادیو اکتیو به اروپا و ساکنان اطراف نیروگاه گردید.

ساخت و توسعه دُزیمتر رادیوکرومیک FXG و بررسی ویژگی های آن

ابراهیم فرج زاده[۱و۲*]، صدیقه سینا[۱و۲]، محمدرضا قنبرپور[۲] ، ، فاطمه نوروزعلیزاده[۲]، محمدامین نظری جهرمی[۲]

۱. بخش مهندسی هسته‌ای، دانشکده مکانیک، دانشگاه شیراز، شیراز، شیراز- ایران
۲. مرکز تحقیقات تابش دانشگاه شیراز، دانشگاه شیراز، شیراز- ایران

چکیده

در طی سال های اخیر فن‌های پیشرفته رادیوتراپی مانند درمان های استریوتاکتیک رادیوسرجری در گاما نایف ، IMRT و ... گسترش یافته‌اند. این نوع روش‌ها به خطاهای موجود در درمان بسیار حساس هستند. بنابراین استفاده از یک سیستم دزیمتری با پایداری و حساسیت بالا، که قابلیت تجزیه و تحلیل کمی و کیفی توزیع فضایی دُز جذب شده در یک حجم تحت تابش را داشته باشد و روشی دقیق، ارزان، ایمن و مناسب به منظور اعتبار تکنیک های جدید برنامه ریزی پرتو درمانی را کند یک نیاز اساسی به شمار می رود.

در این مطالعه با استفاده از ژل دزیمتر شیمیایی Fricke Xilenol Gel (FXG) دُزیمتری با ترکیب مناسب جهت استفاده در کاربردهای رادیوتراپی و دُزهای بالا ساخته شد و پارامترهای پاسخ دُزیمتر به دُز جذب شده، پایداری، تکرارپذیری و وابستگی به آهنگ دُز و انرژی پرتوهای تابشی برای دُزیمتر با ترکیب بهینه شده مورد بررسی قرار گرفت. علاوه بر این، برای تعیین دُز جذب شده در دُزیمتر FXG یک روش ساده و سریع پیشنهاد شده است.

نتایج این مطالعه نشان می دهد استفاده از دزیمتر FXG با ترکیب بهینه شده می‌تواند یک انتخاب معمول برای اندازه گیری‌های سه بعدی دُز در کاربردهای دزیمتری باشد.

کلیدواژه‌ها : ژل دُزیمتر فریک ، دُزیمتر سه بعدی، رادیوتراپی.

۱. مقدمه

جذب پرتو یونیزان در برخی مواد می‌تواند سبب ایجاد تغییرات شیمیایی گردد. چنانچه این تغییرات قابل اندازه‌گیری باشد، از این مواد می‌توان برای اندازه‌گیری دُز جذب پرتو استفاده نمود. صدها سیستم دُزیمتری شیمیایی پیشنهاد شده ولی تعداد کمی از آن‌ها در خارج از آزمایشگاه‌های اولیه مورد استفاده قرار گرفته است. یکی از مهم‌ترین آن‌ها به‌وسیله Fricke و همکاران در سال ۱۹۲۷ پیشنهاد شده و دُزیمتر Fricke یا سولفات فرو نامیده می‌شود، طبق استاندارد ISO / ASTM 51261 محلول Fricke به‌عنوان یک سیستم مرجع استاندارد دُزیمتری شیمیایی طبقه‌بندی می‌شود [1].

دُزیمترهای فریک وقتی تحت تابش قرار می‌گیرند یون فرو (Fe^{2+}) تبدیل به یون فریک (Fe^{3+}) می‌شود، به زیان ساده‌تر پدیده پرتوکافت یا رادیولیز اتفاق می‌افتد. ادغام محلول فریک داخل بستر ژلِ دارای حجم به منظور حفظ توزیع فضایی دُز انتقال یافته به ژل جهت تصویر برداری های MRI، آغازگر ژل دزیمتری بود. ماتریس ژل(ژلاتین و آگارز) در یک ساختار که دُزیمتر بتواند ترکیب فضایی خود را نگه دارد تأمین می شود. بنابراین اطلاعات فضایی از توزیع دز داخل دزیمتر ژلی تابش دیده فراهم می شود.

اگرچه یکی از متداول‌ترین دُزیمترها برای انرژی مگاولتاژ فیلم‌های رادیوکرومیک هست، اما دُزیمتر فریک مهم‌ترین مورد برای تعیین دُز جذب شده در بافت نرم و مواد بیولوژیکی در نظر گرفته می‌شود [2] و این به دلیل نزدیک بودن عدد اتمی مؤثر و چگالی دُزیمتر فریک و آب می‌باشد.

در سال ۲۰۰۰ برو و همکاران با افزودن ژلاتین و زاینول نارنجی دُزیمتری ساخته‌اند [3] با نام اختصاری FXG که از پایداری بالاتر و اکسیداسیون طبیعی کمتری برخوردار بود. این دُزیمتر از ژلاتین، فرو سولفات آمونیوم، اسید سولفوریک، زاینول اورانج و آب تشکیل شده بود.

ژل دُزیمتر فریک با درصدهای مختلف از ترکیبات ساخته شده است. مطالعات بسیاری پاسخ دُز خطی را برای دُزهای بیش از ۲۰ گری را نشان داده‌اند [4-7]، که دامنه بالینی مورد نیاز برای اکثر فن‌های رادیوتراپی را پوشش می دهد، اما از لحاظ حساسیت، ثبات زمانی و تکرارپذیری عملکرد قابل قبولی ندارند. نشان داده شده است که حساسیت دُزیمتر بسته به ترکیب شیمیایی غلظت فرو سولفات آمونیوم [8-11]، غلظت سولفوریک اسید [6, 9, 11]، غلظت ژلاتین [7] و غلظت زاینول اورانج [12-15] می‌تواند متفاوت باشد.

دُزیمترهای FXG مانند بدن انسان از ۷۰ درصد آب تشکیل شده است که هنگام برخورد تابش به آن توسط روابط زیر Fe^{2+} به Fe^{3+} تبدیل می‌شود.

$$XO + HO^0 + Fe^{2+} \rightarrow HOXO^- + Fe^{3+} \quad (۱)$$

$$HO^0 + Fe^{2+} \rightarrow OH^- + Fe^{3+} \quad (۲)$$

$$HO_2^0 + Fe^{2+} \rightarrow Fe^{3+} + H_2O^- \quad (۳)$$

یون‌های فریک تولید شده در داخل دُزیمتر در اثر تابش باعث تغییر رنگ دُزیمتر به دلیل حضور XO می‌شود که این تغییر رنگ متناسب با دُز جذب شده می‌باشد. علاوه بر این ، دُزیمتر FXG امکان تجزیه و تحلیل کمی و کیفی توزیع فضایی دُز جذب شده در یک حجم تحت تابش را با تکنیک‌های مختلف از

جمله UV ، تشدید مغناطیسی و ... را فراهم می‌کند [3].

در این پژوهش دستورالعملی اتخاذ شد تا با استفاده از آن به ترکیبی بهینه برای دُزیمتر FXG از نقطه نظر پاسخ خطی منحنی کالیبراسیون، حساسیت، پایداری بالا و تکرارپذیری قابل قبول بدست آید.

۲. روش کار

برای ساخت دُزیمتر مناسب از مواد زیر استفاده‌شده است:

جدول ۱. مواد لازم برای ساخت دُزیمتر

نام	فرمول شیمیایی	نقش (در دُزیمتر)	جرم مولی
ژلاتین	$(C_{17}H_{32}N_5O)_x$	حالت‌دهنده	۴۰۲,۴۷
آب دو بار تقطیر	H_2O	حلال	۱۸,۰۲
اسید سولفوریک	H_2SO_4	حلال	۹۸,۰۷
فروسولفات آمونیوم	$Fe(NH_4)(SO_4)_2_6H_2O$	کاتالیزور	۳۱۲,۱۲
زاینول نارنجی	$C_{31}H_{28}N_2O_{13}$	رنگ‌زای شیمیایی	۷۶۰,۵۸

ازآنجا که روش آماده‌سازی دُزیمتر بسیار زیاد بر پاسخ دُزیمتر تأثیرگذار است لذا از روش زیر برای ساخت ژل دُزیمتر استفاده شد، روش کلی ساخت ژل دُزیمتر به شرح زیر است:

۱. اندازه‌گیری مقدار موردنیاز از هریک از مواد ژلاتین، زاینول اورانج و اسیدسولفوریک با ترازوی دیجیتال و قرار دادن داخل بشرهای جداگانه
۲. تقسیم کردن حجم نهایی آب به نسبت ۷۵ به ۲۵ برای ترکیب با ژلاتین با آب (بشر اول) و سایر واکنش‌دهنده‌ها با آب (بشر دوم و سوم)
۳. در این مرحله ژلاتین به حجم ۷۵ درصدی آب اضافه می‌شود و به مدت ۱۰ تا ۱۵ دقیقه در همین حالت کنار گذاشته می‌شود تا ژلاتین به‌خوبی جذب آب شود.
۴. بعدازاینکه ژلاتین به‌خوبی جذب آب شد بشر اول را بر روی هیتر قرار داده و تا رسیدن به دمای ۴۵ درجه سانتی‌گراد با استفاده از همزن مغناطیسی هم زده شود.
۵. با رسیدن دمای محلول به ۴۵ درجه سانتی‌گراد ظرف حاوی محلول را داخل یک ظرف آب قرار داده و تا رسیدن به دمای ۴۰ درجه سانتی‌گراد پیوسته هم زده شود.
۶. به بشر دوم حاوی زاینول اورانج حجم ۲۰ درصدی آب، اسیدسولفوریک اضافه می‌کنیم و به‌آرامی هم زده شود.
۷. حال محتویات بشر دوم به بشر اول اضافه کرده تا محلولی کاملاً شفاف و همگن به رنگ نارنجی به دست آید.

۸. به بشر سوم حاوی فرو سولفات آمونیوم ۵ درصد آب اضافه می‌شود و به خوبی هم زده می‌شود و به محتویات بشر اول و دوم اضافه می‌شود.

۹. سپس محلول را در حجم‌های موردنظر به نام کووت با اندازه $1*1*4.5\ cm^2$ ریخته و به مدت ۱۰ ساعت داخل یخچال قرار داده می‌شوند

برای پیدا کردن بهینه‌ترین ترکیب برای ساخت دُزیمتر برای هریک از مواد تشکیل دهنده دُزیمتر درصدهای وزنی متفاوتی استفاده شد (جدول ۲) تا تأثیر درصدهای وزنی مواد مورداستفاده بر حساسیت، پایداری بعد از پرتودهی و میزان خطی بودن پاسخ این دُزیمتر موردمطالعه قرار گیرد.

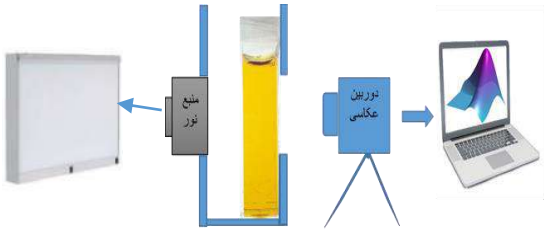
جدول ۲. غلظت‌های متفاوت از مواد تشکیل دهنده FXG برای پیدا کردن بهینه‌ترین ترکیب

اسم ماده	غلظت (mM)
فرو سولفات آمونیوم	2.5 - 1.5 - .32 -.02
ژلاتین	220 - 168 - 112 - 0
زاینول اورانج	.2- .125-.1-.05
اسیدسولفوریک	120 - 100-65 - 10

پس از آماده‌سازی ژل‌ها و گذشت ۱۰ ساعت ژل‌ها از داخل یخچال بیرون آورده تا تحت تابش قرار گیرند. پرتودهی با دستگاه سزیم-۱۳۷ و دستگاه X-Ray انجام برای خوانش دُزیمترها از دستگاه اسپکتروفتومتر Halo DB-20 Double Beam استفاده شد تا تغییرات جذب اپتیکی دُزیمتر قبل و بعد از پرتودهی اندازه‌گیری شود. در هر بار پرتودهی در یک دُز معین تعداد ۲ نمونه مورد آزمایش قرار گرفت تا خطا به حداقل مقدار ممکن برسد. وجود زاینول اورانج در ترکیب دُزیمتر FXG باعث می‌شود وقتی تحت تابش قرار گیرد خصوصیات نوری دُزیمتر تغییر یابد به‌طوری‌که تشخیص دُزیمتری که تحت تابش قرارگرفته از دُزیمتر تابش ندیده با چشم هم امکان‌پذیر باشد. به همین دلیل می‌توان از دوربین‌های دیجیتال دارای CCD به‌عنوان سیستم خوانش دُزیمتر FXG استفاده کرد [16]. در شکل ۱ شماتیکی از این سیستم را ملاحظه می‌فرمایید که از نگاتوسکوپ دارای لامپ LED به عنوان منبع نور استفاده شده است، که در آن نور به صورت یکنواخت در صفحه منتشر می‌شود. در این روش دُزیمترهای تابش‌دهی شده بلافاصله پس از خوانش با دستگاه اسپکتروفتومتر، بر روی یک نگاتوسکوپ قرار داده شد و با استفاده از دوربین سونی Cyber-Shot 8 MP در ۱۵ سانتی‌متری نگاتوسکوپ، در حالت آسان و بدون استفاده از فلاش عکس با فرمت jpg گرفته شد (شکل ۱) و با استفاده از نرم‌افزار متلب پردازش شد، ماتریس مربوط به رنگ آبی حذف می‌شود و سپس یک میانگین بین ماتریس رنگ‌های قرمز و سبز انجام می‌شود. سیگنال به‌دست‌آمده توسط دوربین، از معادله زیر برای محاسبه قرائت FXG برای یک دُز مشخص استفاده شد [16]:

$$OD = -\frac{1}{dx} * Log\left(\frac{\overline{I(\iota J)}}{\overline{I_0(\iota J)}}\right) \qquad (۴)$$

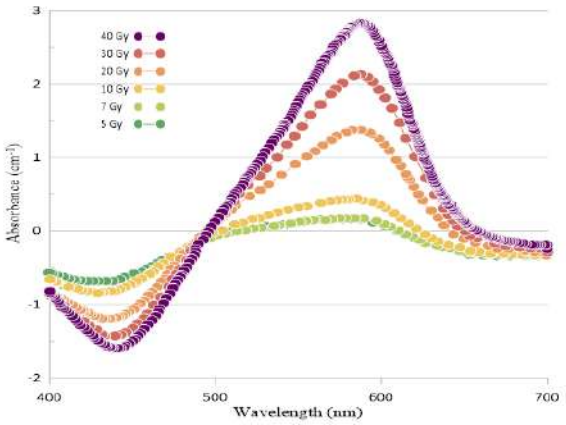
I سیگنال سلول‌های تحت تابش قرارگرفته با دوز مشخص، I_0 سیگنال سلول‌های تابش نشده و dx طول مسیر نوری می‌باشد.



شکل ۱. شماتیک روش خوانش پیشنهادی

۳. نتایج

دُزیمترها تابش دیده پس از قرائت توسط اسپکتروفتومتر، طیف جذبی آن‌ها مطابق شکل ۲ به دست آمد. FXG در طول‌موج ۵۸۹ نانومتر بیشترین جذب را در دُزهای مختلف دارد.



شکل ۲. طیف جذبی دُزیمتر FXG

در شکل ۳ میزان تغییر رنگ دُزیمتر بهینه تحت تابش ۰ تا ۵۰ گری نمایش داده شده است تغییر رنگ از نارنجی روشن به قهوه‌ای تیره با افزایش دُز جذب شده به‌وضوح قابل مشاهده است.

شکل ۳. تغییر رنگ دُزیمتر FXG بهینه شده در اثر تابش

با افزایش غلظت فرو سولفات آمونیوم تغییر محسوسی در پاسخ دزیمتر ایجاد نشد به این دلیل است که غلظت مورد استفاده در FXG از قبل دارای غلظت کافی یون‌های آهن است. غلظت‌های متفاوت فرو سولفات آمونیوم بر پایداری دُزیمتر به شدت تأثیر می‌گذارد. غلظت فرو سولفات آمونیوم رابطه مستقیم با محوشدگی پاسخ دُزیمتر دارد به‌طوری‌که در یک دوره چهار ساعته برای FXG (2.5 mM FAS) حدود ۸ درصد محوشدگی پاسخ را نسبت به خوانش بعد از پرتودهی داشتیم (جدول ۳).

با حذف کامل ژلاتین یکی از مزایای اصلی استفاده از FXG یعنی استنباط توزیع فضایی دُز جذب شده در دُزیمتر نخواهیم داشت. علاوه بر این، کمبود ژلاتین باعث کاهش حساسیت دُزیمتر می‌شود(جدول ۳). این نشان می‌دهد که ژلاتین را می‌توان نوعی کاتالیزور واکنش دانست، که تعداد بیشتری رادیکال آزاد را برای

اکسیداسیون Fe^{+2} فراهم می‌کند. پایداری دُزیمتر هم وابستگی شدید به غلظت ژلاتین دارد، دُزیمتر با ۹ درصد ژلاتین بعد از ۴ ساعت حدود ۵۱ درصد محو شدگی سیگنال دارد، این رفتار نتیجه غلظت بالاتر مواد آلی در دُزیمتر است که منجر به دسترسی بیشتر رادیکال‌های آزاد برای اکسید شدن یون‌های آهنی و در نتیجه از دست رفتن اطلاعات می‌شود.

pH محلول سرعت تولید رادیکال‌ها را کنترل می‌کند به‌طوری‌که در pH بیشتر از ۲ باعث اکسیداسیون زودرس یون‌های Fe^{2+} و در نتیجه منجر به کاهش خطی بودن پاسخ دُزیمتر می‌گردد، اما در pH بین ۱,۵ تا ۲ از تولید رادیکال‌های آزاد را جلوگیری می‌کند و دامنه پاسخ خطی را افزایش می‌دهد. در pH کمتر از ۱,۵ پیوند $Fe^{3+} - XO$ می‌تواند جدا شود و باعث محو شدن پاسخ در طول زمان شود (جدول ۳).

تغییرات در غلظت زاینول نارنجی سهم بزرگی در خطی بودن پاسخ دُزیمتر داشت، با افزایش غلظت این ماده حساسیت دُزیمتر افزایش و پایداری دُزیمتر هم بیشتر می‌شود (جدول ۳).

برای دستیابی به ترکیب بهینه براساس حساسیت، پایداری، پاسخ به دُز و ضریب همبستگی بالا، از غلظت-های متفاوت مواد تشکیل دهنده FXG استفاده کردیم (جدول ۲). نتایج این بررسی در جدول ۳ آورده شده است که ترکیب بهینه از مواد تشکیل دهنده دُزیمتر با رنگ قرمز مشخص شده است.

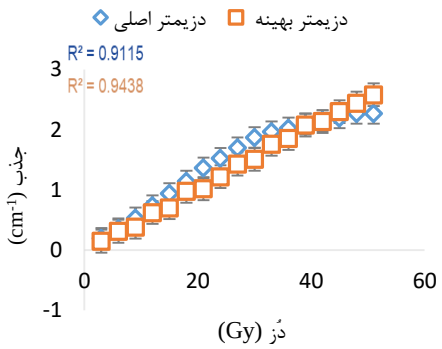
خطای استاندارد پیش‌بینی (SEP) با هدف تعیین تفاوت بین مقدار پیش‌بینی شده و مقدار مورد انتظار از یک تابع کالیبراسیون مورد بررسی واقع شد بر این اساس که این تخمینی از انحراف استاندارد "فرایند خطا" است که باعث ایجاد انحراف از خط روند در رگرسیون می‌شود که توسط فرمول زیر محاسبه می-شود [17]:

$$SEP = S * \sqrt{1 + \frac{1}{n} + \frac{(x - \bar{x})^2}{\delta_x^2 (n-1)}} \qquad (۵)$$

که در آن S، δ_x و n به ترتیب خطای استاندارد و انحراف معیار مقادیر اندازی گیری شده و تعداد مشاهدات می‌باشند. ضریب همبستگی خطی، قدرت و جهت یک رابطه خطی را بین دو متغیر بیان میکند. هر چه ضریب همبستگی به ۱ یا ۱- نزدیکتر باشد، شدت رابطه خطی بین متغیرها شدیدتر است. برای بررسی خطی بودن دُزیمتر با غلظت‌های اصلی و بهینه، دُزیمترها بعد از پرتودهی توسط دستگاه اسپکتروفتومتر خوانش شد تا دو دُزیمتر اصلی و بهینه با هم مقایسه شوند. نتایج این بررسی در شکل ۳ نمایش داده شده است که در آن تغییرات جذب به صورت تابعی از دُز جذب شده رسم شده است.که در آن علاوه بر افزایش دامنه خطی دُزیمتر، حساسیت دُزیمتر نیز افزایش یافته است.

اجزاء	دُزیمتر مورد بررسی	حساسیت (1/cm.Gy)	ضریب همبستگی	خطای استاندارد پیش‌بینی (٪)	پایداری FXG (٪)			
					1 h	2 h	3 h	4h
فرو سولفات آمونیوم	FXG (.02 mM FAS)	.0079	.5997	13.90	10.73	15.5	17.82	18.77
	FXG (.32 mM FAS)	.0435	.9664	17.10	0.07	0.33	0.72	0.76
	FXG (1.5 mM FAS)	.0446	.9682	17.00	0.66	1.33	1.86	4.45
	FXG (2.5 mM FAS)	.0476	.9673	16.66	1.06	3.21	3.67	8.33
ژلاتین	FXG (0 % Gel)	.0503	.9957	8.06	0.42	0.60	0.76	0.86
	FXG (4.5 % Gel)	.0397	.9488	15.96	1.04	1.125	1.85	2.15
	FXG (6.5 % Gel)	.0355	.9341	18.70	1.68	3.718	5.10	5.83
	FXG (9 % Gel)	.018	.7319	25.31	18.53	34.17	43.98	51.6
اسیدسولفوریک	FXG (10 mM SA)	. 0499	. 9952	8.67	0.3	0.42	0.9	1.14
	FXG (65 mM SA)	. 0412	. 9713	12.98	1.51	1.45	1.42	1.33
	FXG (100 mM SA)	. 0395	. 948	17.69	2.59	3.37	3.355	3.19
	FXG (120 mM SA)	. 0302	. 8182	29.92	4.4	4.46	4.48	5.54
زاینول نارنجی	FXG (.02 mM XO)	.0201	.7286	29.63	0.79	1.6	2.23	2.28
	FXG (.1 mM XO)	.0429	.9773	9.58	1.05	1.25	1.7	2.15
	FXG (.125 mM XO)	.0493	.9949	6.97	0.59	1.15	1.47	1.75
	FXG (.2 mM XO)	.0512	.9967	5.10	0.39	0.44	0.49	0.77

جدول ۳. اثر غلظت‌های مواد تشکیل دهنده FXG بر حساسیت، ضریب همبستگی و پایداری



شکل ۳. منحنی پاسخ دُزیمتر اصلی و بهینه

نوع دُزیمتر	حساسیت (1/cm.Gy)	ضریب همبستگی خطی	خطای استاندارد پیش‌بینی (%)
دُزیمتر اصلی	.05	.9681	25
دُزیمتر بهینه	.0517	.9967	5.1

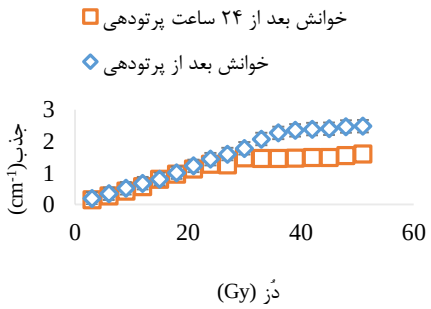
در جدول ۴ شیب خط با سطح اطمینان ۹۵ درصد، ضریب همبستگی و خطای استاندارد پیش‌بینی برای هر دو دُزیمتر آورده شده است. خطای استاندارد پیش‌بینی برای دُزیمتر اصلی و بهینه به ترتیب ۲۵ و ۵،۱ درصد بود که برای دُزیمتر بهینه کمتر از مقدار توصیه شده توسط گزارش ICRU 44 می‌باشد [18].

- **ثبات زمانی دُزیمتر**

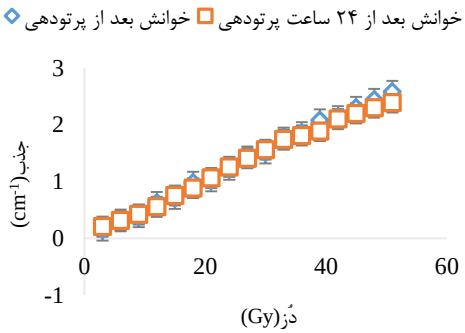
دُزیمتر با غلظت‌های اصلی و بهینه، دقیقاً بعد از پرتودهی و یک‌بار ۲۴ ساعت بعد از تابش توسط اسپکتروفتومتر خوانش شدند تا ثبات زمانی این دُزیمترها مورد آزمایش قرار گیرد. نتایج این بررسی در شکل ۴ نمایش داده شده است که در آن تغییرات جذب به صورت تابعی از دُز جذب شده رسم شده است.

دُزیمتر اصلی بعد از گذشت ۲۴ ساعت از زمان پرتودهی حساسیت دُزیمتر به شدت کاهش می یابد اما در دُزیمتر بهینه بعد از گذشت ۲۴ ساعت از زمان پرتودهی حساسیت دُزیمتر تقریبا تغییری نمی‌کنند (جدول ۵).

دُزیمتر اصلی



دُزیمتر بهینه



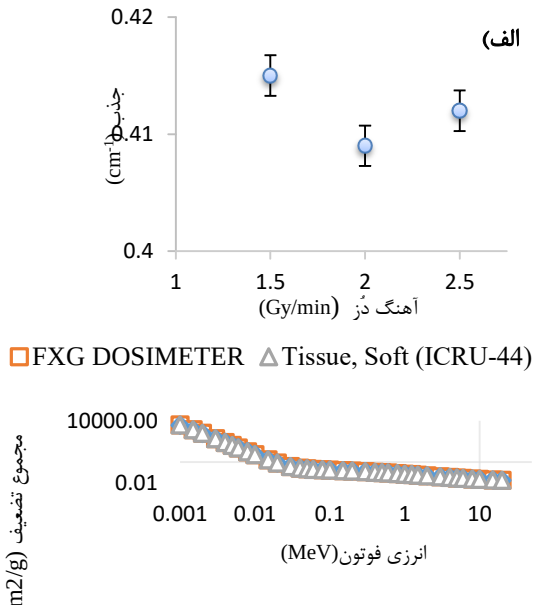
شکل۴. منحنی پاسخ دُزیمتر اصلی و بهینه در زمانهای متفاوت پس از پرتودهی

جدول ۵. مقایسه دُزیمتر اصلی و بهینه

نوع دُزیمتر	خوانش بعد از پرتودهی		خوانش بعد از ۲۴ ساعت پرتودهی	
	حساسیت (1/cm.Gy)	ضریب همبستگی خطی	حساسیت (1/cm.Gy)	ضریب همبستگی خطی
دُزیمتر اصلی	.053	.9681	.0299	.8668
دُزیمتر بهینه	.0517	.9967	.048	.9939

تعیین ضریب تضعیف اشعه در پارامترهای دُزیمتری و در نتیجه پارامترهای درمانی در رادیوتراپی اهمیت ویژه‌ای دارد. از آنجا که اندازه‌گیری و محاسبه ضریب تضعیف به‌صورت مستقیم دشوار است و در بعضی شرایط ممکن نیست ما از داده‌های سایت NIST استفاده کردیم (سایت NIST یکی از بهترین پایگاه های اطلاعاتی برای برآورد ضرایب تضعیف جرمی تابش های ایکس و گاما در عناصر، ترکیبها و مخلوط‌های مختلف است که بر اساس داده های ساده ای که از مشخصات نمونه داده می-شود، ضریب تضعیف جرمی رو حساب می‌کند) [19].تا ضریب تضعیف جرمی[1] برای دُزیمتر بهینه و بافت نرم به دست آید، نتایج این بررسی نشان داد دُزیمتر FXG انطباق خوبی با بافت نرم داشت (شکل ۵).

[1] Mass Attenuation Coefficients



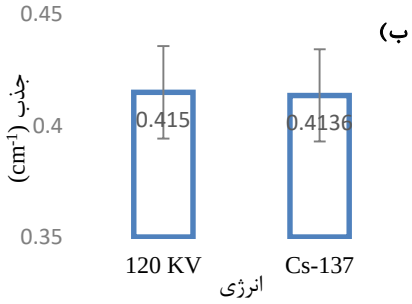
شکل ۵. ضرایب تضعیف جرمی برای دزیمتر FXG و بافت نرم

وابستگی پاسخ دُزیمتر به آهنگ دُز و انرژی پرتوهای تابشی

برای بررسی پاسخ دُزیمتر FXG به آهنگ دُز، دُزیمترها را تحت تابش دز ۱۰ گری از پرتوها با آهنگ دزهای متفاوت قرار می‌دهیم، نتایج این بررسی نشان می‌دهد با تغییر آهنگ دز تابشی پاسخ دزیمتر تغییرات قابل‌توجهی نمی‌کند (شکل ۶-الف). برای بررسی پاسخ دُزیمتر FXG به انرژی پرتوهای تابشی، دُزیمترها را تحت تابش دُز یکسان از پرتوها با انرژی متفاوت قرار داده شده است، نتایج این بررسی نشان می‌دهد که در آن تغییرات جذب به صورت تابعی از انرژی پرتوهای تابشی رسم شده است، که پاسخ دزیمتر وابسته به انرژی پرتوهای تابشی نیست (شکل ۶-ب).

تکرارپذیری

بررسی تکرارپذیری یکی از گام‌های اولیه در بررسی یک روش آزمایشگاهی بوده و به‌منظور تخمین میزان عدم دقت یا خطای راندوم (اتفاقی) آزمایش بکار می‌رود. دُزیمترها با توجه به میانگین جذب در دُزهای مختلف، با توجه به شرایط گفته‌شده ارزیابی شدند و درصد خطای تکرارپذیری به‌عنوان نماینده کمیت تکرار مجموعه دُزیمترها به کار گرفته شد، که نشان می‌دهد دزیمتر FXG از تکرارپذیری خوبی برخوردار است (جدول ۵).



شکل ۶. منحنی تغییرات جذب دزیمتر FXG بهینه شده با دز ۱۰ گری **الف)** از پرتوهای با انرژی 120 KV به صورت تابعی از آهنگ دُز

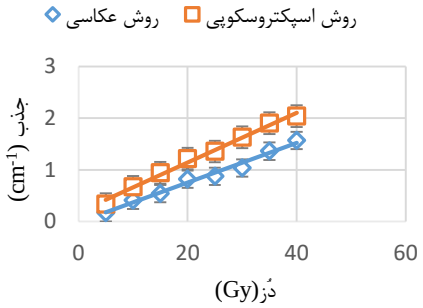
ب) از پرتوهای با انرژی KV ۱۲۰ و Cs-137 به صورت تابعی از انرژی

جدول ۵. محاسبه خطای بین دو اندازه‌گیری

درصد خطای تکرارپذیری	خطای استاندارد	میانگین اختلافات بین دو سری اندازه‌گیری	میانگین اندازه‌گیری‌های دوم	میانگین اندازه‌گیری‌های اول
1	0.0041	0.032	1.349	1.381

در آخر از روش خوانش پیشنهادی برای اندازه‌گیری تغییرات جذب دُزیمترها استفاده کردیم. دُزیمترها بعد از پرتودهی ابتدا توسط دستگاه اسپکتروفتومتر خوانش شدند سپس بلافاصله توسط ستاپ گفته شده در شکل ۱ دوربین در فاصله ۱۵ سانتی‌متری از نمونه و نمونه چسبیده به نگاتوسکوپ استفاده شد. نتایج این بررسی در شکل ۶ نمایش داده شده است که در آن تغییرات جذب به صورت تابعی از دُز جذب شده رسم شده است.

در جدول ۶ شیب خط با سطح اطمینان ۹۵ درصد، ضریب همبستگی و خطای استاندارد پیش‌بینی برای هر دو روش اسپکتروفتومتر و عکاسی آورده شده است. پاسخ دُزیمتر به دُز جذب شده در هر دو روش خطی است و دارای ضریب همبستگی قابل قبولی هستند. خطای استاندارد برای هر دو روش به ترتیب برابر با 5.1 و 9 درصد محاسبه شد که کمتر از مقدار توصیه شده توسط گزارش ICRU 44 هست [18].



شکل ۶. منحنی پاسخ بهینه در زمان‌های متفاوت پس از پرتودهی

جدول ۶. مقایسه دُزیمتر اصلی و بهینه در زمان‌های متفاوت پس از پرتودهی

	روش خوانش	حساسیت (1/cm.Gy)	ضریب همبستگی	خطای استاندارد پیش‌بینی (%)
دُزیمتر بهینه	اسپکتروفتومتر	.0517	.9912	5.1
	عکاسی	.0348	.9841	9

۴. بحث و نتیجه‌گیری

دُزیمتر بهینه FXG دارای عدد اتمی ۷,۳ و چگالی ۱,۰۵ گرم بر سانتی مترمکعب است که بسیار نزدیک به مشخصات بافت نرم می‌باشد، به دلیل چنین شباهت‌هایی ، برخی از عوامل تصحیح می‌توانند هنگام محاسبه دُز جذب شده، خصوصاً در محدوده پرتودرمانی نادیده گرفته شوند. منحنی پاسخ دُزیمتر بهینه شده تا ۵۰ گری با ضریب همبستگی قابل قبول خطی می‌باشد و قابل استفاده در دُزهای بالا می‌باشد، همچنین محوشدگی پاسخ در ۲۴ ساعت برای دُزیمتر اصلی و بهینه به ترتیب ۲۳ و ۴,۵ درصد بود که دُزیمتر بهینه شده عملکرد قابل قبولی داشت. این دُزیمتر با داشتن ویژگی‌های آماده‌سازی آسان، هزینه پایین، حساسیت کافی به دُز، نداشتن وابستگی به آهنگ دُز و انرژی پرتوهای تابشی، تکرارپذیری قابل قبول، معادل بافت بودن و امکان استفاده از خوانش اپتیکی، می‌تواند یک انتخاب معمول برای اندازه‌گیری‌های سه‌بعدی دُز در کاربردهای رادیوتراپی و میدان‌های پیچیده درمان با بیم خارجی و ... باشد.

۵. تشکر و قدردانی

از مرکز تحقیقات تابش دانشگاه شیراز به دلیل کمک فراوان در انجام این تحقیق کمال تشکر و قدردانی را داریم.

مراجع

[1] Harold Elford Johns JR. (1983). Physics of Radiology. p.19,27,55.

[2] Rogers DWO. (1987). Introduction to Radiological Physics and Radiation Dosimetry by F. H. Attix .

[3] Bero MA, Gilboy WB, Glover PM. (2000). An optical method for three-dimensional dosimetry. *J. Radiol. Prot.*, 20(3), 287-294.

[4] Duzenli C, Sloboda R, Robinson D. (1994). A spin-spin relaxation rate investigation of the gelatin ferrous sulphate NMR dosimeter. *Phys. Med. Biol.*, 39(10), 1577-1592.

[5] Cervantes HJ, Cavinato CC, Campos LL, Rabbani SR. (2010). Gamma Knife® 3-D Dose Distribution Mapping by Magnetic Resonance Imaging. *Appl. Magn. Reson.*, 39(4), 357-364.

[6] Davies JB, Baldock C. (2008). Sensitivity and stability of the Fricke-gelatin-xylenol orange gel dosimeter. *Radiat. Phys. Chem.*, 77(6), 690-696.

[7] Olsson LE, Petersson S, Ahlgren L, Mattsson S. (1989). Ferrous sulphate gels for determination of absorbed dose distributions using MRI technique: Basic studies. *Phys. Med. Biol.*, 34(1), 43-52.

[8] Schulz RJ, DeGuzman AF, Nguyen DB, Gore JC. (1990). Dose-response curves for Fricke-infused agarose gels as obtained by nuclear magnetic resonance. *Phys. Med. Biol.*, 35(12), 1611-1622.

[9] Olsson LE, Appleby A, Sommer J. (1991). A new dosimeter based on ferrous sulphate solution and agarose gel. *Int. J. Radiat. Appl. Instrumentation. Part*, 42(11), 1081-1086.

[10] Hazle JD, Hefner L, Nyerick CE, Wilson L, Boyer AL. (1991). Dose-response characteristics of a ferrous-sulphate-doped gelatin system for determining radiation absorbed dose distributions by magnetic resonance imaging (Fe MRI). *Phys. Med. Biol.*, 36(8), 1117-1125.

[11] Bero MA, Gilboy WB, Glover PM. (2001). Radiochromic gel dosemeter for three-dimensional dosimetry. *Radiat. Phys. Chem.*, 61(3–6), 433–435.

[12] Pedersen T V., Olsen DR, Skretting A. (1997). Measurement of the ferric diffusion coefficient in agarose and gelatine gels by utilization of the evolution of a radiation induced edge as reflected in relaxation rate images. *Phys. Med. Biol.*, 42(8), 1575–1585.

[13] Rae WID, Willemse CA, Lötter MG, Engelbrecht JS, Swarts JC. (1996). Chelator effect on ion diffusion in ferrous-sulfate-doped gelatin gel dosimeters as analyzed by MRI. *Med. Phys.*, 23(1), 15–23.

[14] Healy BJ, Zahmatkesh MH, Nitschke KN, Baldock C. (2003). Effect of saccharide additives on response of ferrous-agarose-xylenol orange radiotherapy gel dosimeters. *Med. Phys.*, 30(9), 2282–2291.

[15] Hill B, Bäck SÅ, Lepage M, Simpson J, Healy B, Baldock C. (2002). Investigation and analysis of ferrous sulfate polyvinyl alcohol (PVA) gel dosimeter. *Phys. Med. Biol.*, 47(23), 4233–4246.

[16] Minamisawa RA, Santos LER, Parada MA, Daghastanli KRP, Ciancaglini P, De Almeida A. (2008). Digital image analysis to standardize a photometric method in colorimetric quantification. *Instrum. Sci. Technol.*, 36(1), 97–104. Taylor & Francis Group .

[17] Precision WS, Laboratories C. (2010). Standard Guide for Reporting Uncertainty of Test Results and Use of the Term Measurement Uncertainty in ASTM Test Methods 1. 1–6.

[18] Report I. (1989). Tissue Substitutes in Radiation Dosimetry and Measurement (Report 44).

[19] NIST. (1999). NIST XCOM: Element/Compound/Mixture. *Natl. Inst. Stand. Technol.*

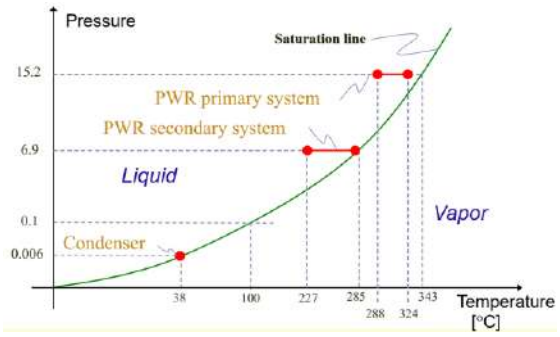
تعاریف انواع مختلف جوشش در یک رآکتور هسته ای

دکتر فرشاد فقیهی

در این مقاله به انواع مختلف جوشش (boiling) در مدار اولیه و ثانویه یک رآکتور هسته ای پرداخته و هر یک را به دقت توضیح می دهیم. کلمات کلیدی را انگلیسی نوشته ایم تا از هرگونه گمراهی احتمالی در ترجمه بپرهیزیم.

Flow boiling: جوشش در یک لوپ که سیال در آن متحرک است. اگر سیال ساکن باشد، مثل کتری آب، فرم جوشش Pool boiling است. مسلما در رآکتورهای BWR ومدار اولیه و ثانویه رآکتورهای PWR و همچنین، در حالت کارکرد نرمال، رژیم انتقال حرارت Flow boiling می باشد.

Subcooled boiling: جوشش در سیالی که دمای بالک آن کمتر از دمای اشباع (Saturation temperature) می باشد را Subcooled boiling گوییم. به دمای ورودی و خروجی در شکل ۱ و مخصوصا به دمای سیال در لوپ اولیه که زیر خط اشباع است توجه کنید. برای یک رآکتور PWR و در شرایط کارکرد نرمال، این تایپ جوشش همه جا (حتی در کانال های داغ) مدار اولیه همیشه وجود دارد. در رآکتورهای BWR نیز در نواحی مقاطع پایینی مجتمع های سوخت این تایپ جوشش وجود دارد.



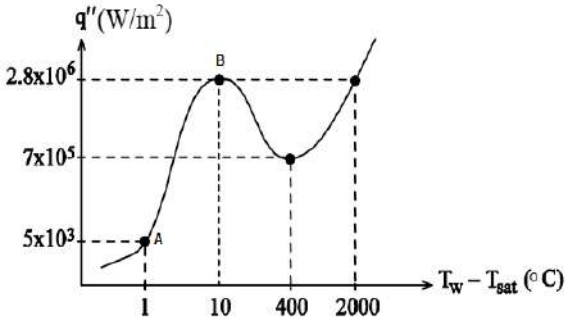
شکل ۱: دما-فشار سیال در لوپ اولیه و ثانویه و همچنین خط اشباع نمایش داده شده است. به دما-فشار ورودی سیال به لوپ اولیه و ثانویه و مهم تر از آن دمای اشباع توجه شود.

Nucleate boiling: این تایپ جوشش بطور تیپیکال در میکرو کانال های درون قلب و مدار اولیه به وجود می آید. میکروکانال ها می تواند فواصل بین اسپیسرها و میله های سوخت باشند که فضایی در حدود میکرومتر بین آنها وجود دارد. پس، این فرم جوشش هم در PWR و BWR در میکروکانال ها وجود دارد. در شکل ۲، کمی پایین تر از نقطه B رژیم انتقال حرارت Nucleate boiling می باشد.

Film boiling : اگر یک لایه نازک از بخار به طور پیوسته بین سطح غلاف سوخت و سیال قرار گیرد، این فرم جوشش را Film boiling گوییم. این فرم جوشش در هیچ رآکتور آبی با تکنولوژی PWR یا BWR در حالت کارکرد نرمال نبایستی روی دهد. در شکل ۲ کمی به سمت راست نقطه B شروع Film boiling است.

Pool boiling: جوشش سیال در حالتی که سیال ساکن باشد. این فرم جوشش در حالت کارکرد نرمال در هیچ رآکتور آبی روی نمی دهد. اگر پمپ مدار اولیه خاموش شود، آب درون قلب و مدار اولیه یک رآکتور PWR به این رژیم انتقال حرارت سوق پیدا می کند. مسلما در مدار ثانویه رآکتور PWR هم به همین صورت اگر سیال ساکن شود جوشش استخری خواهیم داشت. جوشش در یک کتری آب نیز این گونه است.

Departure from Nucleate boiling: منحنی جوشش شکل ۲را در نظر بگیرید. در شکل۲ تغییرات نوعی heat flux بر حسب لگاریتم قدر مطلق تغییرات دمای بالک آب منهای دمای اشباع در آن نقطه (درهر نقطه با توجه به فشارسیال در آن نقطه، مسلما دمای بالک و اشباع عددی متفاوت می باشد) رسم شده است (گاهی محور افقی این منحنی در مراجع لگاریتمی بیان می شود). توجه شود که اعداد شکل ۲ برای فشار متوسط ۱۵,۵ مگاپاسکال است که فشار متوسط نوعی یک رآکتور PWR از نوع Forced circulation primary loop است.

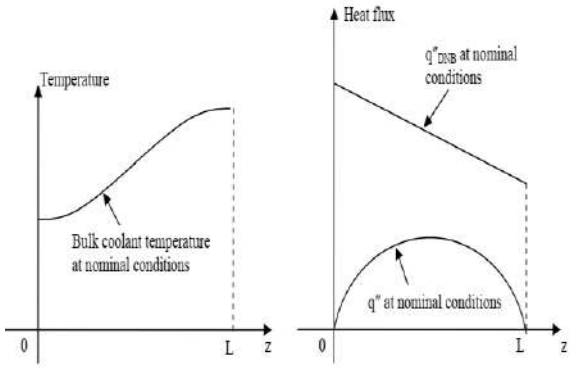


شکل ۲: منحنی جوشش در مدار اولیه یک رآکتورPWR که در فشارمتوسط ۱۵,۵ مگاپاسکال قرار دارد. نقطه A شروع Subcooled می باشد.

کمی پایین تر از نقطه B در منحنی شکل ۱ اصطلاحا Nucleate boiling می باشد که در سطور فوق آن را تعریف کردیم و گفتیم در میکروکانال ها مخصوصا بین اسپیسر ها و میله های سوخت، این رژیم انتقال حرارت محتمل تر است. دقیقا نقطه B مرز بین film boiling و Nucleate boiling می باشد که مقدار Heat flux در آن نقطه با q''_{DNB} یا q''_{CHF} نمایش داده می شود. به خروج از نقطه B، خروج از Nucleate boiling و ورود به Film boiling گوییم که اصطلاحا Departure from Nucleate boiling گفته می شود. در یک رآکتور PWR و در شرایط نرمال کارکرد، هرگز نبایستی روی دهد. اما در حوادثی که باعث شود ضریب انتقال حرارت ناگهانی کاهش یابد (مثلا قفل شدن پمپ مدار اولیه یا LOCA) می تواند رژیم انتقال حرارت در ناحیه Film boiling قرار گیرد که بسیار انتقال حرارت ضعیف می شود و به بحران نزدیک می شویم.

نکته مهم دیگر نحوه تغییرات q''_{CHF} یا q''_{DNB} در جهت محور اکسیال قلب رآکتور می باشد. به عبارت دیگر در جهت ارتفاع کانال داغ. شکل ۳ نحوه تغییرات q''_{DNB} سیال را با ارتفاع قلب نشان می دهد و همان طور که دیده می شود تقریبا به طور خطی کاهشی می باشد. البته فرمول ها و تصحیحات بسیار دقیقی برای

محاسبه q''_{DNB} وجود دارد که خارج از حد این نوشتار می باشد. در حقیقت شکل ۳ تغییرات نقطه B شکل ۲ در راستای محوری است. به عبارت دقیق تر، در شکل ۳ تغییرات q''_{DNB} آب و همچنین نحوه تغیرات $q''_{fuel-rod}$ در حالتی که همه میله های کنترل بیرون هستند نمایش داده شده است. تقسیم نقطه به نقطه دو منحنی شکل ۳ کمیتی بنام DNBR می باشد که مینیمم آن باید از محاسبه این تقسیم بدست آید و به آن MDNBR گوییم. این مقدار یعنی MDNBR هیچ گاه و هیچ گذار نرمالی کمتر از ۱,۶ نبایستی باشد. اگر MDNBR از عدد ۱,۴ کمتر شد این به مثابه شروع یک بحران می باشد. مقدار MDNBR در حالت کارکرد نرمال - پایا حدود ۲,۲ تا ۲,۵ می باشد.



شکل ۳: نحوه تغییرات تقریبی q''_{DNB} (یا همان q''_{CHF}) سیال خنک کننده و $q''_{fuel-rod}$ در کانال داغ.

Dry out: این اصطلاح عمدتا برای یک BWR به کار می رود و تقریبا همان بحران جوششی است که تحت عنوان DNB یا CHF در PWR تعریف شد. به طور دقیق تر اگر به هر دلیلی ضریب انتقال حرارت ناگهان کاهش یابد (مثلا به واسطه ی یک حادثه)، اصطلاحا Dry out اتفاق افتاده است. نتیجه Dry out از بین رفتن لایه نازک مایع در تماس با غلاف سوخت در یک BWR می باشد.

رادیوگپ

رادیو گپ با خانم دکتر سینا

محدثه حیدری نیا

خانم دکتر سینا

معرفی کامل خود شامل نام و نام خانوادگی تاریخ و محل تولد و شغل پدر و مادر؟

صدیقه سینا

متولد ۱۳۶۲

محل تولد فسا

شغل پدر فرهنگی بازنشسته

شغل مادر خانه دار

موضوع پایان نامه شما در مقطع کارشناسی ارشد و دکتری چه بود؟ در چه زمینه ای فعالیت داشتید؟

زمینه‌کاری اینجانب در هر دو مقاطع ارشد و دکتری دزیمتری و طراحی درمان در براکی تراپی بود.

نحوه مطالعه تون در دانشگاه چطور بود ؟ به چه درسی علاقه داشتید ؟

علاقه به درس های عملی و آزمایشگاهی سعی می کردم مثال های عملی از موضوعات را پیدا کنم و به آن طریق یاد بگیرم.

از میان دروس تدریس شده توسط خودتان کدام درس را بیشتر دوست دارید ؟

همه درسها

طراحی و محاسبه دز در طراحی درمان، دزیمتری، فیزیک بهداشت و شیلدینگ.

به نظر شما تفاوت دانشگاه شیراز با سایر دانشگاه ها از لحاظ نقاط قوت و ضعف در چه می باشد؟

در رشته ی مهندسی هسته ای وجود آزمایشگاه های مرکز تحقیقات تابش در کنار بخش مهندسی هسته ای کمک بسیار بزرگی برای دانشجویان است.

نقاط ضعف هم دوری از پایتخت و فرصت های کاری کمتر نسبت به تهران و اصفهان.

دلیل اصلی این که شما رشته مهندسی هسته ای را برای ادامه تحصیل انتخاب کردید چه بود و اگر به عقب برگردید همین انتخاب را دارید؟

علاقه من به فیزیک هسته ای از دبیرستان شروع شد و رشته فیزیک انتخاب اول من در دوره کارشناسی بود.

علت انتخاب مهندسی هسته ای کاربردی بودن این رشته به نسبت رشته های علوم پایه بود اگر صدها بار به عقب برگردم باز هم همین رشته را انتخاب خواهم کرد.

شما آینده ی رشته مهندسی هسته ای (در سه گرایش) در دانشگاه شیراز را به چه صورت می بینید؟

فارغ التحصیلان و دانشجویان دانشگاه شیراز مهندسی هسته ای همواره از بهترین فارغ التحصیلان این رشته در کشور بوده اند و با توجه به برنامه های توسعه کاربرد پرتوها در صنعت و پزشکی امید است که آینده شغلی بهتری در استان فارس و جنوب کشور در سال های آتی فراهم شود.

معمولا خبر های علمی را از چه طریقی دریافت می کنید؟

با جستجو در پایگاه های اطلاعاتی علمی ملی و بین المللی، عضویت در خبرنامه های سازمان های بین المللی چون آژانس بین المللی انرژی اتمی و ...

مطالعات شما تنها در زمینه های علمی و دانشگاهی می باشد یا خیر؟

با توجه به این که علاقه زیاد به یادگیری زبان های خارجی دارم، در صورت داشتن وقت کافی داستان ها و رمان های به زبان غیر فارسی را مطالعه می کنم.

آیا به ورزش و فعالیت های هنری علاقه دارید ؟

در زمان دانشجویی وقت نسبتا قابل توجهی را به ورزش و خطاطی اختصاص می دادم. اما در حال حاضر به علت مشغله کاری، تمرکز کمتری بر فعالیت های ورزشی و هنری دارم.

از بین جملاتی که تا کنون شنیده اید بیشتر کدام یک را دوست دارید؟

اگر می خواهید خوشبخت باشید، زندگی را به یک هدف گره بزنید، نه به آدم ها و اشیا.

الگوی علمی شما چه کسی بوده و دلیل انتخاب این شخص چیست؟

زندگی هر انسانی جنبه های مختلفی دارد و ممکن است هر فرد در هر یک از جنبه ها الگو یا الگوهای خاصی داشته باشد. اینجانب در بسیاری از زمینه های علمی و شغلی استاد بزرگوار سرکار خانم‌مهدی زاده را به‌عنوان الگوی خود انتخاب کرده ام. علت انتخاب ایشان هم اراده ی قوی و روحیه ی پرتلاش ایشان هست.

در مورد جایزه سیمین توضیح دهید که به چه صورت است و به چه کسانی تعلق می گیرد؟

جایزه فیزیک بهداشت سیمین به دانشجویان و فارغ التحصیلانی تعلق می گیرد که پژوهش قابل توجهی را در زمینه فیزیک بهداشت پرتویی انجام داده اند.

از نظر شما مهم ترین ویژگی که یک دانشجو باید داشته باشد چیست؟

مثبت اندیشی، انگیزه و سخت کوشی

به طور کلی خود شما تدریس و تحصیل در ایران را به خارج کشور ترجیح می دهید یا خیر؟

صد در صد

در حال حاضر مهم ترین دغدغه دانشجویان بعد از فراغت از تحصیل یافتن شغل مناسبی می باشد توصیه شما به آنها چیست؟

مطالعه ی مقالات علمی به روز استفاده بهینه از زمان مهارت آموزی در حین یادگیری اصول رشته، مهارت های آزمایشگاهی و آشنایی با نرم افزارها و کدهای تخصصی رشته.

و در آخر مهم ترین توصیه شما در زندگی چیست ؟

در زندگی همیشه هدفمند باشید و با مثبت اندیشی و پشتکار به سمت هدف حرکت کنید و از شکست خوردن هیچ هراسی نداشته باشید.

ته نوشت

معرفی جایزه ملی فیزیک بهداشت سیمین

شیما علیزاده

آنچه در هفتمین دوره جایزه فیزیک بهداشت سیمین گذشت ...

این جلسه هر ساله با همت عزیزان مرکز تحقیقات تابش و انجمن حفاظت در برابر اشعه ایران و با همت سرکار خانم مهندس مهدی زاده برگزار می شود که نام این جایزه جشن نیز به نام ایشان مزین است.

در ابتدا از ریاست محترم دانشکده مهندسی مکانیک دانشگاه شیراز جناب آقای دکتر ربیعی برای سخنرانی دعوت شد. ایشان پیرامون تشویق دانشجویان و جایزه فیزیک سیمین چند نکته را ارائه فرمودند:

در کنار مسائل مالی و تجهیزات، توجه به نیروی انسانی متخصص و انگیزه بخشی به این بخش و ایجاد شور و نشاط برای آنها بحث بسیار کلیدی است. گذری بر جمله رهبر انقلاب زدند که ایشان فرمودند ما می توانیم به قله های بلند برسیم یکی به دلیل ایرانی بودنمان دوم به دلیل اعتقادات مان دیگری به دلیل استعدادهایمان که کلید واژه اصلی آن دست جوانان است چرا که اگر قرار باشد حرکتی شکل بگیرد و در فضای منطقه نمره اول بگیریم، حواسمان باید به قشر جوان مان باشد.

چه باید کرد که جوان ما نسبت به کشورش مسائل دینی دانشگاه و... عرق داشته باشد و شور و نشاط ایجاد کند؟

یکی از کارهای خوبی که سرکار خانم مهندس مهدی زاده در کنار کوله باری از تجربه با نظم خاص ایشان در مسائل علمی و نظم کلی که در نظر داشتند، آن است که چه کنیم بعد از ایشان دانشجو عرق داشته باشد، شور و نشاط داشته باشد؛ کار فاخر خوبی که انجام دادند آن است که دانشجویان ما بعد از یک سال کار پژوهشی و برای این که فعالیت آن ها در حوزه هسته ای دیده شود، یک جلسه نمادین داشته باشیم و تقدیر کنیم از همه کسانی که در این عرصه فعالیت می کنند.

ایجاد کار خالصانه ماندگار خواهد بود چند سال از بازنشستگی سرکار خانم مهندس گذشته است در حالی که در سازمان انرژی اتمی همچنان جایزه فیزیک بهداشت برگزار می شود. این مسئله از خلوص نیت سرکار خانم مهندس نشات می گیرد.

امسال اولین سالی است که در کنار بخش دانشجویی بخش غیر دانشجویی هم به این جایزه اضافه شده است.

در ادامه از سرکار خانم دکتر صدیقه سینا ریاست محترم مرکز تحقیقات تابش دعوت شد تا معرفی مختصری درمورد جایزه فیزیک بهداشت سیمین داشته باشند.

این جایزه از هشت سال پیش به همت سرکار خانم مهندس سیمین مهدی زاده نادری و با همکاری مرکز تحقیقات تابش و انجمن حفاظت در برابر اشعه برای تشویق دانشجویان و انجام پژوهش های مرتبط با بحث حفاظت پرتویی و فیزیک بهداشت شکل

گرفت اما در دو سال اخیر یک بخش جدید به این جایزه افزوده شد به نام بخش غیر دانشجویی که در ادامه این دو بخش تشریح می شود.

در بخش دانشجویی محورهای پژوهش هر ساله طی جلسه ای با مسئولین سازمان انرژی اتمی کارشناسان و اعضای هیئت علمی بخش مهندسی هسته ای و مرکز تحقیقات تابش و سرکار خانم مهندس مهدی زاده و جناب آقای دکتر کاردان رئیس محترم مرکز نظام ایمنی هسته ای کشور برگزار شد و محورهای پژوهش در بخش دانشجویی مشخص می شود.

عمده ترین محورهایی که هر ساله مورد توجه قرار می گیرند حفاظت در برابر پرتوها، دزیمتری بیماران و افراد جامعه، حفاظ گذاری پایش های محیطی رادیوبیولوژی و سوانح و حوادث پرتویی بوده و امتیاز دهی در این بخش هشتاد درصد به نظرات داوران که از اساتید و اعضای هیئت علمی دانشگاه های مختلف کشور و همچنین سازمان انرژی اتمی هستند و بیست درصد به مقالات و اختراعات که از این طرح پژوهشی استخراج شده است اختصاص داده می شود.

بخش جدیدی تحت عنوان بخش غیر دانشجویی اضافه شده است که برای افرادی است که کارهای مرتبط با فیزیک بهداشت انجام می دهند و دغدغه فیزیک بهداشت و حفاظت پرتویی در جامعه دارند و از بین دانشجویان نیستند. خیلی از کارشناسانی که در سازمان انرژی اتمی و در دانشگاه های مختلف کار می کنند یا فارغ التحصیلانی که به نوعی در جاهای مختلف کشور شاغلند مسئول فیزیک بهداشت هستند و در زمینه های حفاظت پرتویی کار می کنند طرح های پژوهشی انجام می دهند آثار ارزشمندی را ارائه می دهند که به نظر می رسید از این افراد هم در این جایزه تقدیر کرد که از سال گذشته بخش غیر دانشجویی هم اضافه شد.

در بخش غیر دانشجویی محورهایی در نظر گرفته شد که شامل تولید محتوای آموزشی خاصی در زمینه حفاظت در برابر اشعه، تهیه بروشور و پوسترهای اطلاع رسانی در مورد حفاظت پرتویی، استفاده از شبکه های اجتماعی برای آموزش و اطلاع رسانی عمومی یا اختصاصی طراحی و ساخت تجهیزات مرتبط با حفاظت پرتویی و هرگونه اقدام پژوهشی که در راستای نیازهای کشور هست می باشند.

در این بخش هم افراد خود می توانند آثار خود را معرفی کنند هم دوستان و آشنایان آنها می توانند این افراد را به دبیرخانه معرفی کنند و از طریق سایت جایزه سیمین برای دریافت جایزه اقدام نمایند. برای دیدن گزارش مختصر دوره های گذشته جایزه سیمین میتوانید از طریق سایت http://siminaward.ir اقدام نمایید.

در این دوره این جایزه ها تعلق گرفت به :

در بخش دانشجویی جایزه اول به جناب آقای مهندس ابراهیم فرج زاده با موضوع ساخت و توسعه یک دزیمتر رادیوکرومیک قابل استفاده برای دزیمتری خون و اتاقک های پرتودهی تعلق گرفت. و جایزه شایسته تقدیر به جناب آقای مهندس امیر مهدی زاده با موضوع طراحی و ساخت اتاقک کالیبراسیون گاز رادون ۲۲۲ اهدا شد.

جایزه دوستانی که در جلسه حضور نداشتند در سازمان انرژی اتمی تهران به افراد اهدا خواهد شد.

جایزه ملی فیزیک بهداشت سیمین

حامیان:

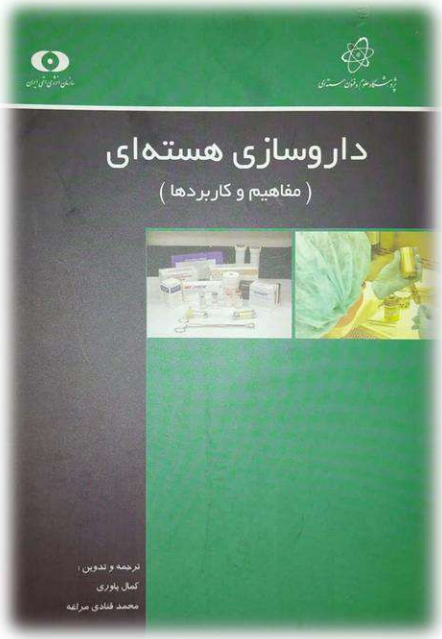
مرکز تحقیقات تابش

انجمن حفاظت در برابر اشعه ایران

بوک تراپی

داروسازی هسته ای (مفاهیم و کاربرد ها)

کمال یاوری
محمد قنادی مراغه



این کتاب در اصل برای دانشجویان داروسازی حرفه ای نوشته شده است، اما همچنین با این انگیزه که برای دیگران، از جمله داروسازان، پزشکان، داروسازان هسته ای، تکنولوژیست های پزشکی هسته ای و دانشجویان سطوح عالی محقق در این زمینه مفید باشد.

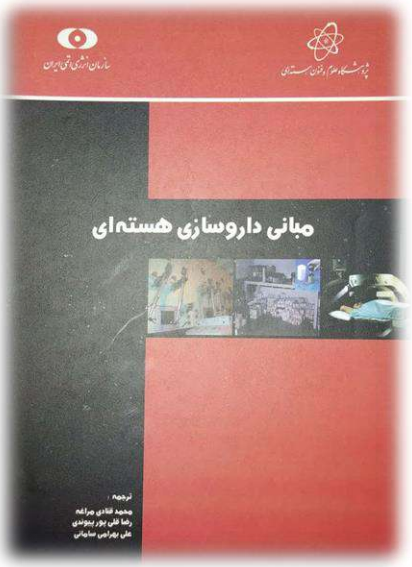
خلاصه مطالب پوشش داده شده در این کتاب در فصل ۱ جمع آوری شده است. محدوده مطالب از مقدمه ای بر فیزیک هسته ای پایه، فروپاشی رادیواکتیو، رادیو دارو ها، و تمرین داروسازی هسته ای، تا روش های اخذ و استفاده رادیودارو ها در واحد پزشکی هسته ای را در بر می گیرد.

مبانی داروسازی هسته ای

محمد قنادی

رضا قلی پور پیوندی

علی بهرامی سامانی



این کتاب به گونه ای به رشته تحریر در آمده است که در برگیرنده بسیاری از مفاهیم و اصول بنیادی و جامع در زمینه پرتوپزشکی و مبانی رادیوداروها می باشد. این کتاب می تواند مرجع بسیار مناسبی برای اساتید محترم، پزشکان و دانشجویان مقاطع کارشناسی ارشد و دکتری در رشته پرتوپزشکی، داروسازی هسته ای و سایر علوم مرتبط باشد.

در مقایسه با بسیاری از کتب مرتبط می توان اظهار نمود که کتاب حاضر در نوع خود کم نظیر است. بسیاری از داده ها و استاندارد های مورد نیاز که جمع آوری آن ها ملزم به مطالعه تعداد بسیار زیادی از مراجع مختلف می باشد، در این کتاب گردآوری و با نظم خاصی در بین فصول قرار گرفته است که حاصل بیش از ۴۰ سال فعالیت تجربی مؤلف در این زمینه می باشد.

مرکز تحقیقات تابش
دانشگاه شیراز
Radiation Research Center

معرفی مرکز تحقیقات تابش

مرکز تحقیقات تابش دانشگاه شیراز در سال ۱۳۵۶ به منظور کنترل و نظارت بر امور حفاظت در برابر اشعه در دانشگاه شیراز و تامین ایمنی پرسنل و محیط دانشگاه در برابر خطرات بالقوه پرتوهای یونساز و همچنین انجام تحقیقات در زمینه کاربرد تابش‌ها در زمینه‌های پزشکی، کشاورزی و صنعت و در کل ارتقاء فرهنگ کار با منابع مولد اشعه تاسیس گردید.

این مرکز با تهیه و تصویب مقررات ایمنی تشعشعات در سال ۱۳۶۰ سعی نمود، کلیه فعالیت‌های خود را بر اساس ضوابط و استانداردهای بین المللی در سطح دانشگاه اجرا کند. این مقررات در شرایطی توسط مرکز تحقیقات تابش در دانشگاه شیراز به مورد اجرا گذاشته شد که هیچ قانون مصوبی در مورد حفاظت در برابر اشعه در کشور وجود نداشت. این مرکز در حال حاضر با کارشناسان و اعضاء هیات علمی مجرب خود در سه گروه پایش‌های محیطی و دزیمتری و پرتوهای غیریونساز در حال فعالیت می‌باشد. مرکز تحقیقات تابش تنها مرکز دارنده موافقت سازمان انرژی اتمی ایران جهت کالیبراسیون آشکارسازهای اشعه ایکس می‌باشد.

فعالیت‌های مرکز

انجام طرح‌ها و پروژه‌های پژوهشی

خدمات حفاظت در برابر اشعه در دانشگاه شیراز

مشارکت در انجام پایان‌نامه‌های دانشجویی

ارائه خدمات دزیمتری، کالیبراسیون، پایش‌های محیطی و طیف‌نگاری

ارائه خدمات مشاوره‌ای به مراکز خارج از دانشگاه در زمینه حفاظت در برابر اشعه و دزیمتری

برگزاری دوره‌های آموزشی مختلف

برگزاری کنفرانس‌های مرتبط با پرتوها

طراحی و ساخت فانتوم‌ها، حفاظ‌ها (لباس‌های حفاظتی و بتون‌های سبک و سنگین) و سایر تجهیزات حفاظت در برابر اشعه

برگزاری سالانه جایزه ملی فیزیک بهداشت سیمین

تفاهم‌نامه و همکاری‌ها

همکاری با بخش مهندسی هسته‌ای دانشگاه شیراز

همکاری با سازمان انرژی اتمی ایران

همکاری با انجمن حفاظت در برابر اشعه ایران

تفاهم‌نامه همکاری پژوهشی با مراکز تحقیقاتی مختلف دانشگاه علوم پزشکی شیراز

مرکز تحقیقات حفاظت در برابر پرتوهای یونساز و غیر یونساز
مرکز تحقیقات پزشکی هسته‌ای
مرکز تحقیقات تصویربرداری پزشکی

همکاری بین المللی

تفاهم‌نامه با موسسه فیزیک نظری ایتالیا (ICTP) به عنوان federated institute

به منظور اعزام دانشجویان جهت شرکت در کارگاه‌های آموزشی و کنفرانس‌های مرتبط

آزمایشگاه‌های مرکز

آزمایشگاه فیزیک هسته‌ای

آزمایشگاه دزیمتری TLD و فیلم بج

آزمایشگاه آشکارسازی

آزمایشگاه طیف نگاری گاما

آزمایشگاه کالیبراسیون

آزمایشگاه پرتودهی

آزمایشگاه فعال‌سازی نوترونی

آزمایشگاه رادیوشیمی

آزمایشگاه پایش‌های محیطی

آزمایشگاه نمونه‌سازی

آیلتس
خود را در
کمترین زمان با
بهترین نتیجه
بگیرید.

تخفیف با ارائه کارت دانشجویی

IELTS 7PLUS 6MONTHS

شیراز، فرهنگ شهر،
روبروی اداره امور مالیاتی

۰۷۱-۳۶۳۰۸۱۵۶
۰۹۱۷۸۱۲۵۹۴۱

زبانسرای مهراس

mahraslanguageinstitute

استاد سیاوش صفدریان

دوره های حفاظت در برابر اشعه و کنترل کیفی
مرکز تحقیقات تابش دانشگاه شیراز

دارای مجوز رسمی از سازمان انرژی اتمی

برگزاری دوره های حفاظت در برابر اشعه مقدماتی وپیشرفته:

پزشکی- صنعتی- باز آموزی صنعتی

دوره کنترل کیفی دستگاههای رادیولوژی

دوره رادیوگرافی صنعتی و تفسیر فیلم

نحوه ی ثبت نام:

۱- از طریق شماره گیری کد:

*6655*2334033#

۲- از طریق سایت:

www.SIMINAWARD.ir

۳- ثبت نام به صورت حضوری

۰۷۱۳۲۳۳۴۰۳۳

RRC

www.SIMINAWARD.ir

کانال تلگرام: @ShirazUtabesh

دانشگاه شیراز
Shiraz University

دوره ها بنا به درخواست متقاضیان در شهرهای مختلف برگزار میشود