

مبانی فیزیک راکتور هسته‌ای

تألیف:

المیر ال. لوئیس

ترجمه:

دکتر فرهاد منوچهری

(عضو هیئت علمی دانشگاه علوم و فنون هسته‌ای سازمان انرژی اتمی ایران)

برای انتشار علمی:

دکتر مصطفی حسن زاده

(عضو هیئت علمی پژوهشگاه علوم و فنون هسته‌ای سازمان انرژی اتمی ایران)



انتشارات رازنهان

۱۳۹۵

سرشناسه	لوئیس، المر یوجین، ۱۹۳۸ - م.
عنوان و نام پدیدآور	Lewis, E. E. (Elmer Eugene) مبانی فیزیک راکتور هسته‌ای / تالیف المیر ال لوئیس " ترجمه: فرهاد منوچهری؛ ویراستار علمی: مصطفی حسن زاده.
مشخصات نشر	تهران: راز نهان، ۱۳۹۵.
مشخصات ظاهری	۳۶۱ ص.
شابک	۹۷۸-۶۰۰-۴۴۸-۱۳۲-۸
وضعیت فهرست‌رسانی	فیفا
یادداشت	عنوان اصلی: Fundamentals of nuclear reactor physics.
موضوع	انرژی اتمی
موضوع	Nuclear energy
موضوع	فیزیک هسته‌ای -- مسائل، تمرین‌ها و غیره
موضوع	Nuclear physics -- Problems, exercises, etc.
شناسه افزوده	منوچهری، فرهاد، ۱۳۴۰ - مترجم
شناسه افزوده	حسن زاده، مصطفی، ۱۳۵۴ - ویراستار
رده بندی کنگره	TK ۱۴۰ م ۱۳۹۵
رده بندی دیویی	۶۲۱/۴۸
شماره کتابشناسی ملی	۴۶۳۰۶۸۲

آدرس: میدان انقلاب، اول جمال زاده چتری، کچه دانشور، پلاک ۱۲، واحد ۲
شماره تماس: ۰۱۱۲۲۳۳۰۲۶۹ - ۰۱۱۲۲۳۳۰۱۸۴۱
آدرس الکترونیکی: raznahanbook@gmail.com
آدرس سایت: www.raznahanbook.com



که عنوان کتاب..... مبانی فیزیک راکتور هسته‌ای
که مولف..... المیر ال. لوئیس
که مترجم..... دکتر فرهاد منوچهری
که ویراستار علمی..... دکتر مصطفی حسن زاده
که صفحه آرا..... رضا کاوه
که طراح جلد..... رضا کاوه
که ناشر..... راز نهان
که شمارگان..... ۱۰۰۰ نسخه
که نوبت چاپ..... اول ۱۳۹۵
که قیمت..... ۲۷۰۰۰ تومان

ISBN: 978-600-448-132-8

فهرست مطالب

۱۳	.....	مقدمه
۱۷	.....	فصل اول: واکنش هسته ای
۱۷	.....	۱-۱ مقدمه
۱۹	.....	۲-۱ مبانی واکنش هسته ای
۲۴	.....	۳-۱ منحنی انرژی اتصال
۲۶	.....	۴-۱ واکنش های ادغامی
۲۸	.....	۵-۱ واکنش های شکافتی
۳۶	.....	۶-۱ مواد شکافتنی و بارور
۳۸	.....	۷-۱ تجزیه رادیو اکتیو
۵۱	.....	فصل دوم: برهم کنش های نوترونی
۵۱	.....	۱-۲ مقدمه
۵۲	.....	۲-۲ برش های مقطعی نوترون
۶۳	.....	۳-۲ بُرد انرژی نوترون
۶۶	.....	۴-۲ وابستگی انرژی برش مقطعی
۷۶	.....	۵-۲ پخش نوترون
۸۹	.....	فصل سوم: توزیع های نوترونی در انرژی
۸۹	.....	۱-۳ مقدمه
۹۰	.....	۲-۳ ویژگی های سوخت هسته ای
۹۵	.....	۳-۳ تعدیل کننده های نوترونی
۹۷	.....	۴-۳ طیف انرژی نوترون
۱۱۰	.....	۵-۳ نرخ های واکنشی با انرژی متوسط گیری شده

۱۱۹.....	۶-۳ ضرب محیط بی نهایت
۱۲۵.....	فصل چهارم: هسته راکتور توان
۱۲۵.....	۱-۴ مقدمه
۱۲۵.....	۲-۴ ترکیب هسته
۱۳۷.....	۳-۴ شبکه‌های راکتور سریع
۱۴۱.....	۴-۴ شبکه‌های راکتور گرمایی
۱۶۳.....	فصل پنجم: جنبش شناسی راکتور
۱۶۳.....	۱-۵ مقدمه
۱۶۴.....	۲-۵ دلالت معادل نوترونی
۱۷۰.....	۳-۵ رفتار سیستم‌های ضرب کننده
۱۷۳.....	۴-۵ جنبش شناسی نوترین تاخیری
۱۷۸.....	۵-۵ تغییرات پله ای در واکنش پذیری
۱۸۷.....	۶-۵ مقدمه ای بر دینامیک راکتور
۱۹۵.....	فصل ششم: انتشار فضایی نوترون ها
۱۹۵.....	۱-۶ مقدمه
۱۹۶.....	۲-۶ معادله انتشار نوترون
۲۰۰.....	۳-۶ سیستم‌های غیر ضربی - هندسه صفحه ای
۲۰۳.....	۴-۶ شرایط مرزی
۲۰۸.....	۵-۶ سیستم‌های غیر ضربی - هندسه کروی
۲۱۳.....	۶-۶ درستی تقریب انتشار
۲۱۷.....	۷-۶ سیستم‌های ضربی
۲۳۱.....	فصل هفتم: توزیع‌های نوترونی در راکتورها
۲۳۱.....	۱-۷ مقدمه
۲۳۲.....	۲-۷ معادله انتشار مستقل زمانی
۲۳۳.....	۳-۷ راکتورهای یکنواخت
۲۳۹.....	۴-۷ نشت نوترونی
۲۴۸.....	۵-۷ راکتورهای بازتابی
۲۵۵.....	۶-۷ سموم نوترونی
۲۷۳.....	فصل هشتم: انتقال انرژی
۲۷۳.....	۱-۸ مقدمه

۲۷۴	۲-۸ توزیع توان هسته
۲۷۹	۳-۸ انتقال گرما
۲۸۸	۴-۸ گذارهای گرمایی
۳۰۱	فصل نهم: فیدبک واکنش پذیری
۳۰۱	۱-۹ مقدمه
۳۰۲	۲-۹ ضرایب واکنش پذیری
۳۰۹	۳-۹ ضرایب ترکیبی
۳۱۳	۴-۹ واکنش پذیری بیش از اندازه و حد از کار افتادن
۳۱۶	۵-۹ گذارهای راکتور
۳۳۱	فصل دهم: رفتار بلند مدت هسته
۳۳۱	۱-۱۰ مقدمه
۳۳۲	۲-۱۰ کنترل واکنش پذیری
۳۳۴	۳-۱۰ ایجاد و حذف حاصل شکافت
۳۴۳	۴-۱۰ تخلیه سوخت
۳۴۹	۵-۱۰ محصول شکافت و وجود کتیدها
۳۵۷	نمایه

مقدمه

این کتاب به عنوان اولین رساله فیزیک راکتورهای هسته ای در نظر گرفته شده است. کتاب حاضر طوری طراحی شده تا به عنوان مقدمه ای برای تئوری راکتور در برنامه درسی مهندسی هسته ای و نیز به عنوان یک واحد درسی مسلسل برای دانشجویان مهندسی مکانیک، برق و سایر رشته ها که آشنایی قبلی با انرژی هسته ای ندارند مناسب باشد. همچنین این کتاب به عنوان یک منبع مناسب برای مهندسين رشته های مختلف که حرفه آنها نیازمند آشنایی با فیزیک راکتورهای هسته ای است در نظر گرفته شده است.

چرا با وجود کتاب های متعدد، نیاز به کتابی جدید در مورد فیزیک راکتوری احساس می شود؟ کتاب های بسیار مفیدی در این زمینه وجود دارد و از آنجا که مبانی فیزیک هسته ای در زمان چاپ این کتاب ها به خوبی مشخص شده لذا بسیاری از این کتاب ها همچنان معتبر هستند، اما عقیده من این است که برای دانشجویان در حال تحصیل و مهندسين صنعتی، معرفی بهتری از فیزیک راکتور از طریق سازماندهی و تمرکز دوباره بر روی محتوای کتاب های حاضر و نیز تاکید بر ویژگی های راکتورهای توان جدید می تواند ارائه شود.

بیشتر کتاب های قبلی با مبحث فیزیک راکتور و واکنش های نوترونی آغاز شده و سپس، بررسی جزئی رفتار آهسته شونده نوترون و پخش در ترکیبات همگن از مواد ارائه می گردد. تنها در قسمت های

پایانی این کتاب ها، آنالیز تمام رفتارهای مهم وابسته زمانی سیستم های شکافت پذیر مطرح و خیلی دیر به اهمیت موجود در مورد ساختار شبکه ای هسته های راکتوری پرداخته می شود. چنین روندی تا حدودی برای ارائه منطقی موضوع مورد بحث ضروری است. اما با این حال، هم از نظر تدریس برای دانشجویان و هم از نظر ارائه مطالب برای مهندسان، متوجه شده ام که ارائه یک مرور کمی اما در عین حال کلی در ابتدا، با تفاوت هایی در مورد آنالیزهای جزئی تر و ارائه مباحث ریاضیاتی پیشرفته تر مربوطه پس از آن مفیدتر می باشد. لذا من مباحث مربوط به جنبش شناسی راکتورها را به اول انتقال داده ام تا تلاش کنم درک بهتری از رفتار وابسته زمانی واکنش های زنجیره ای را قبل از ورود به بحث توزیع های توان فضایی، ذخیره سازی منعکس کننده ای و سایر موضوع های مربوط به پاسخ معادله بخش نوترون ارائه دهم. همچنین، ترکیبات هسته های راکتوری توان در بحث های اول گنجانده شده تا بر ماهیت بین رشته ای نوترونی و حرارتی تاکید شود.

هدف من در این کتاب، به جای روش های لازم برای به دست آوردن نتایج با دقت بالا از طریق شبیه سازی عددی پیشرفته، تاکید بر پدید فیزیکی است. در زمانی که کتاب های متعدد در این موضوع ارائه می شدند کامپیوترها به عنوان ابزارهای قدرتمند برای آنالیز راکتور در حال ظهور بودند. در نتیجه، روش آموزشی در تدریس تئوری راکتور معمولاً بر برنامه ییزی در مورد روش های تمایز محدود، الگوریتم های پاسخ ماتریسی و سایر روش های عددی به همراه آنالیز رفتار فیزیکی راکتورها تاکید داشته و لذا بازه پاسخ ها، بیش از آنچه که با خودکار و قلم دستی آید توسعه یافت. اما در حال حاضر، زبان های برنامه نویسی سطح بالا مانند Mathcad و Mr. LAB به دانشجویان اجازه می دهد تا معادلات سیستم های غیر جبری یا خطی را حل کرده، از معادلات دیفرانسیل انتگرال گیری کرده و سایر عملیات مورد نیاز برای حل مسائل پیشرفته که در یک درس مقدماتی با آن مواجه می شوند را بدون نیاز به برنامه نویسی الگوریتم ها انجام دهند. در عین حال، شبیه سازی عددی رفتار راکتور به یک امر بسیار پیچیده تبدیل شده است؛ موضوعی که من بخش بزرگی از سابقه کاری خود را به آن اختصاص داده ام. اما من اعتقاد دارم که روش های عددی بهتر است پس از اینکه درک خوبی از رفتار فیزیکی راکتورها به دست آمد، به واحدهای درسی پیشرفته تر سپرده شود. در غیر این صورت، تلاش برای گنجاندن روش های عددی به کار رفته در طراحی راکتور باعث کاهش تاکید بر پدیده فیزیکی می شود که بایستی ابتدا به خوبی درک گردد.

با سازمان دهی و تمرکز دوباره بر روی مفاهیم مربوطه بر این اساس، امیدوارم تا بر تعداد مخاطبانی که این کتاب می‌تواند برای آنها مفید باشد را افزوده باشم به خصوص مخاطبانی که توانایی حرفه‌ای خود را حتی بدون گذراندن واحد درسی مربوطه در دانشگاه می‌خواهند بسط دهند. هدف من این است که اگرچه به خاطر کمی وقت، برخی بخش‌های ریاضیاتی تر مرور شده و نتایج بدون بررسی جزئی برخی مسائل پذیرفته شده اما با خواندن این کتاب، بینش فیزیکی حاصل شود. با این هدف در ذهن خود، بسیاری از نتایج به صورت گرافیکی و شکل تحلیلی ارائه شده‌اند و هر جا ممکن بوده پارامترهای نمایشی برای کلاس‌های وسیعی از راکتورهای توان با هدف آشنا سازی دانشجویان با برخی اعداد گنجانده شده است.

مثال‌هایی بر متن کتاب آورده شده و مسائل انتخابی در انتهای هر فصل گنجانده شده است. تمرینات آخر فصل در تکمیل مفاهیم مطرح شده در هر فصل موثر بوده و در برخی موارد، توسعه مفاهیم مطرح شده را ایجاد می‌کنند. بسیاری از تمرینات می‌توانند به صورت تحلیلی یا با استفاده از ماشین حساب جیبی حل شوند. در برخی موارد، نتایج و راه‌های متعدد یا نتایج گرافیکی خواسته شده است استفاده از منوی فرمول یک برنامه صفحه گسترده مانند اکسل هرگونه اضافه کاری را از بین می‌برد که بدون این موارد کاری طاقت فرسا می‌باشد. برخی مسائل انتخابی نیازمند استفاده از یک زبان‌های محاسباتی سطح بالای پیشرفته است که قبلاً ذکر می‌شود تا معادلات غیر جبری و دیفرانسیلی را بتوان حل کرد. این مسائل با ستاره مشخص شده‌اند.

تهیه این کتاب بدون کمک و تشویق‌های بسیاری از دوستان، همکاران، نگاه‌ها و دانشجویان اگر غیر ممکن نبود اما کار بسیار سختی می‌بود. راهنمایی‌ها و همکاری‌های اعضای بخش مهندسی هسته‌ای آزمایشگاه ملی Argonne در آماده سازی کتاب بسیار ارزشمند بوده است. به خصوص وون سیک یانگ با ارائه پیشنهادات، پارامترهای راکتوری، تشریحات گرافیکی و خواندن متن پیش نویس کتاب کمک شایانی برای تهیه کتاب کرده است. راجر بلوم کوئیست، تانک ک. کیم، چانگ-هو لی، گیوسپ پالمیوتی، مایکل ا. اسمیت، تمیتوپ ایوو و بسیاری دیگر از دوستان نیز در این زمینه یاری رساننده بوده‌اند. بروس م. بینگمن و همکاران وی در برنامه راکتورهای نیروی دریایی نیز کمک‌های شایان زیادی را کرده‌اند. در نهایت، فیدبک حاصل از دانشجویان دانشگاه نورث وسترن در تکمیل و گنجانیدن یک مجموعه از یادداشت‌های کلاسی در داخل این کتاب کمک بسیاری کرده است. بیش

از همه، Ann همسر من که علاوه بر انجام وظایفی بیش از مسئولیت‌های همسری در تهیه این کتاب نیز صبر و بردباری زیادی را به خرج داده است.

www.ketab.ir