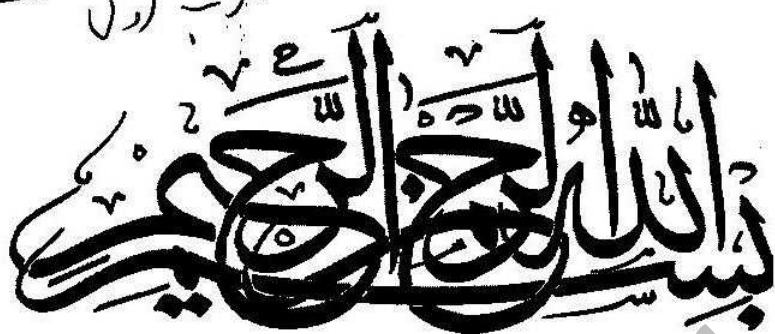


شماره ۷۸ ۱۴۵۲۹

جلد اول



روشهای مدرن تولید انرژی الکتریکی به روش

شکافت هسته‌ای

مؤلفین

مهندس فرهاد عسکری

مهندس امین نصیریان

(مدرس گروه برق دانشگاه آزاد اسلامی واحد همدان)

|                     |                                                                                          |
|---------------------|------------------------------------------------------------------------------------------|
| سرشناسه             | : عسگری، فرشاد، ۱۳۷۱ -                                                                   |
| عنوان و نام پدیدآور | : روش‌های مدرن تولید انرژی هسته‌ای به روش شکافت هسته‌ای/مولفین فرشاد عسگری، امین نصیریان |
| مشخصات نشر          | : تهران: سپا دانش، ۱۳۹۵.                                                                 |
| مشخصات ظاهری        | : ۱۵۲ص.                                                                                  |
| شابک                | : 978-600-181-156-2                                                                      |
| وضعیت فهرست نویسی   | : فیپا                                                                                   |
| موضوع               | : راکتورهای هسته‌ای                                                                      |
| موضوع               | : Nuclear reactors                                                                       |
| موضوع               | : انرژی اتمی                                                                             |
| موضوع               | : Nuclear energy                                                                         |
| شناسه               | : نصیریان، امین، ۱۳۵۶ -                                                                  |
| ردیفی کشور          | : ۱۳۹۵۹۲۰۲۱۶/ع۹                                                                          |
| رده بنیادی          | : ۴۸۳/۶۲۱                                                                                |
| شماره کتابخانه      | : ۴۲۳۷۰۰                                                                                 |

این اثر مشمول قانون حمایت مؤلفان و مترجمان مصوب ۱۳۴۸ است هرکس تمام یا قسمتی از این اثر را بدون اجازه ناشر، نشر یا پخش کند مورد پیگرد قانونی خواهد گرفت.

تلفن و فکس: ۳-۶۶۵۶۹۸۸۱

همراه: ۰۹۱۲۱۲۶۱۴۱۹



سهادانش

مرکز پخش: میدان انقلاب - اول کارگر جنوبی - کوچه رشتچی - ریه روی - انتشارات علمی کاربردی - پلاک ۹

عنوان کتاب ..... روش‌های مدرن تولید انرژی اتمی به روش شکافت هسته‌ای  
 مؤلف: ..... فرشاد عسگری، امین نصیریان  
 ناشر: ..... سهادانش  
 سال چاپ: ..... ۱۳۹۵  
 نوبت چاپ: ..... اول  
 تیراژ: ..... ۱۱۰۰  
 قیمت: ..... ۱۵۰۰۰۰ ریال

ISBN 978-600-181-156-2

شابک: ۲-۱۵۶-۱۸۱-۶۰۰-۹۷۸

فروشگاه شماره ۱: میدان انقلاب-بازار بزرگ کتاب- طبقه زیرین- پلاک ۲- کتابفروشی سخنکده

ارسال انواع کتاب به تمام نقاط ایران - تلفن: ۰۲۱-۶۶۴۰۸۰۰۰ (خط ۱۰) [www.ajansketab.com](http://www.ajansketab.com)

فروشگاه شماره ۲: میدان انقلاب - ضلع جنوب شرقی - پلاک ۹ - کتابفروشی راه اندیشه - تلفن: ۶۶۴۷۵۷۹۸

فروشگاه شماره ۳: میدان انقلاب - بین خیابان اردیبهشت (منبری جاوید) و ۱۲ فروردین - کتابسرای اندیشه - طبقه

همکف واحد ۲ سمت راست - کتابفروشی آکادمی سنجش ۲ - تلفن: ۶۶۴۹۲۶۶۳

فروشگاه اینترنتی: [www.sohadanesh.com](http://www.sohadanesh.com)

## فهرست مطالب

|    |       |                                                               |
|----|-------|---------------------------------------------------------------|
| ۱۵ | ..... | مقدمه                                                         |
| ۹  | ..... | تاریخچه راکتورهای هسته‌ای                                     |
| ۱۰ | ..... | عملکرد راکتورهای هسته‌ای                                      |
| ۱۱ | ..... | سهم برق هسته‌ای کشورهای جهان                                  |
| ۱۲ | ..... | انرژی هسته‌ای از دیدگاه سازگاری با محیط زیست                  |
| ۱۵ | ..... | فصل ۱ اصول و مبانی شکافت هسته‌ای                              |
| ۱۶ | ..... | اتم و هسته                                                    |
| ۱۸ | ..... | ایزوتوپ                                                       |
| ۱۸ | ..... | یکاهای فیزیک هسته‌ای                                          |
| ۲۰ | ..... | کاستی جرم و انرژی بستگی                                       |
| ۲۱ | ..... | نیروهای هسته‌ای و ترازهای انرژی                               |
| ۲۲ | ..... | واکنشهای هسته‌ای                                              |
| ۲۴ | ..... | پرتوزایی و ایزوتوپ‌های پرتوزا                                 |
| ۲۵ | ..... | ایزوتوپ‌های پرتوزای طبیعی                                     |
| ۲۶ | ..... | خواص تابشهای $\alpha$ ، $\beta$ و $\gamma$ ، و برهم کنش آن‌ها |
| ۲۹ | ..... | فصل ۲ نوترون و برهم کنش آن با ماده                            |
| ۲۹ | ..... | نوترون و چشمه‌های نوترونی                                     |
| ۳۰ | ..... | برهم کنشهای نوترون با هسته اتم                                |
| ۳۰ | ..... | تشکیل هسته مرکب                                               |
| ۳۰ | ..... | گیراندازی                                                     |
| ۳۱ | ..... | پراکندگی ناکشسان                                              |
| ۳۱ | ..... | شکافت                                                         |
| ۳۴ | ..... | پراکندگی کشسان و کندشدن نوترون                                |
| ۳۵ | ..... | نوترونهای حرارتی                                              |
| ۳۵ | ..... | توان، توان ویژه، مصرف سوخت و سوختگی در راکتورها               |
| ۳۷ | ..... | فصل ۳ راکتور هسته‌ای و فیزیک نوترونها                         |
| ۳۸ | ..... | نوترون و نقش آن در راکتور                                     |

|    |                                      |
|----|--------------------------------------|
| ۴۰ | ضریب تکثیر                           |
| ۴۳ | چرخه نوترون                          |
| ۴۴ | نوترونهای تند (سريع)                 |
| ۴۴ | نوترونها با انرژی متوسط (ایمی ترمال) |
| ۴۴ | نشت نوترون                           |
| ۴۵ | توزیع شار نوترون                     |
| ۴۵ | بازتابنده ها                         |
| ۴۵ | منطقه بندی قلب راکتور                |

## فصل ۴

|    |                                        |
|----|----------------------------------------|
| ۴۷ | کنترل راکتور                           |
| ۴۷ | اثرهای سیستم کنترل راکتور              |
| ۴۸ | پارامترهای کم مدت، میان مدت و دراز مدت |
| ۴۹ | مواد جذب کننده نوترون                  |
| ۵۰ | میل‌های کنترل                          |
| ۵۱ | سم مصرفی یا تحلیل راکتور               |
| ۵۱ | سم محلول                               |
| ۵۱ | انریسیتهای کنترل بر شکل شار (نو نو)    |
| ۵۳ | سمهای محلول و کنترل شکل شار نوترون     |

## فصل ۵

|    |                                                                    |
|----|--------------------------------------------------------------------|
| ۵۴ | تکنولوژی راکتورهای آب تحت فشار و تجهیزات مربوط به سیستم تولید بخار |
| ۵۵ | ساختمان راکتور و پوشش ایمنی                                        |
| ۵۷ | قلب راکتور (Reactor core)                                          |
| ۶۰ | سیستم اولیه خنک کننده راکتور (Reactor Primare Coolant System)      |
| ۶۱ | دیگ فشار راکتور (Reactor Pressuer Vessel)                          |
| ۶۴ | چنگک‌های کنترل (Control Rod Drive Mechanism)                       |
| ۶۶ | پمپ های اصلی خنک کننده (Reactor Coolant Pump)                      |
| ۶۸ | مولدهای بخار (Steam Generators)                                    |
| ۷۱ | فشارنده (Pressurizer) و سیستم انبساط (Relief system)               |
| ۷۳ | لوله‌های اصلی مدار اولیه (Primary Piping)                          |
| ۷۵ | عایق بندی تجهیزات مدار اولیه (Thermal Insulation)                  |
| ۷۵ | سیستم های کمکی راکتور (Reactor Auxiliary System)                   |
| ۷۵ | سیستم کنترل حجم و کیفیت شیمیایی آب (RCV)                           |
| ۷۶ | سیستم تغذیه آب و بورون (REA)                                       |
| ۷۷ | سیستم خنک کننده راکتور در حالت خاموشی (RRA)                        |
| ۷۸ | سیستم جابجایی و ذخیره سازی سوخت (PMC)                              |
| ۸۰ | سیستمهای ایمنی راکتور (Reactor Safety Systems)                     |

## فصل ۶

|    |                                                            |
|----|------------------------------------------------------------|
| ۸۱ | طبقه بندی سیستمها                                          |
| ۸۱ | سیستم مدار اولیه Reactor Coolant System                    |
| ۸۱ | اجزا مدار اولیه                                            |
| ۷۶ | پمپ مدار اول Reactor Coolant pump-RCP                      |
| ۸۵ | تنظیم کننده فشار Pressurizer                               |
| ۸۶ | سیستم خنک کننده اضطراری Emergency Core Cooling System-ECCS |
| ۸۶ | ویژگیهای سیستم ایمنی                                       |

## فصل ۷

|    |                                                                             |
|----|-----------------------------------------------------------------------------|
| ۸۹ | سیستم های کمکی هسته ای Nuclear Auxiliary Systems                            |
| ۹۱ | سیستم کنترل حجم مدار اول                                                    |
| ۹۳ | سیستم کنترل شیمیایی اسید بوریک Chemical Control Systems-TB                  |
| ۹۳ | سیستم تصفیه آب                                                              |
| ۹۴ | سیستم گاز زدایی Coolant Degasing System-TC                                  |
| ۹۴ | سیستم نگهداری و جداسازی از مدار اول Coolant storage and Treatment system-TD |
| ۹۶ | سیستم برداشت حرارت باقیمانده Residual Heat Removal System-RH                |
| ۹۸ | سیستم خنک کننده اجزای هسته ای Nuclear Component cooling System-NC           |
| ۹۹ | سیستم اسپری در کره فلزی (Containment Spray System-TG)                       |
| ۹۹ | سیستم اسید بوریک اضافی (Extra Boric Acid System-TW)                         |

## فصل ۸

|     |                                                                     |
|-----|---------------------------------------------------------------------|
| ۱۰۱ | سیستمهای اصلی مدار دوم (آب/بخار)                                    |
| ۱۰۱ | سیستم بخار اصلی (Main Steam System-RA)                              |
| ۱۰۲ | سیستم چگالنده اصلی (Main Condensate System-RM)                      |
| ۱۰۳ | سیستم تأمین آب برای مولدهای بخار (Feedwater System-RL)              |
| ۱۰۴ | سیستم راه اندازی و خاموشی راکتور (Startup and Shutdown System-RR)   |
| ۱۰۵ | سیستم اضطراری تأمین آب مولدهای بخار (Emergency Feedwater System-RS) |
| ۱۰۵ | سیستمهای خنک کننده (Cooling Water System-V)                         |

## فصل ۹

|     |                                            |
|-----|--------------------------------------------|
| ۱۰۹ | انواع نیروگاههای هسته ای                   |
| ۱۰۹ | شناخت راکتورهای قدرت                       |
| ۱۱۱ | انواع نیروگاههای هسته ای                   |
| ۱۱۲ | نیروگاههای با راکتور آب سبک تحت فشار (PWR) |
| ۱۱۸ | نیروگاههای با راکتور آب سبک جوشان (BWR)    |

- ۱۲۴ ..... نیروگاههای با راکتور آب سنگین تحت فشار (PHWR)
- ۱۲۷ ..... نیروگاههای با راکتور با خنک کننده گازی دما بالا (HTGR)
- ۱۳۰ ..... نیروگاههای با راکتور سریع (زاینده)

## فصل ۱۰

- ۱۳۵ ..... چرخه سوخت هسته‌ای
- ۱۳۶ ..... اورانیوم
- ۱۳۷ ..... مرحله اکتشاف
- ۱۳۸ ..... مرحله استخراج
- ۱۴۰ ..... مرحله ماده سازی
- ۱۴۱ ..... مرحله تبدیل
- ۱۴۲ ..... غنی سازی
- ۱۴۶ ..... ساخت میله های سوخت
- ۱۴۸ ..... مصرف سوخت نیروگاه
- ۱۴۹ ..... انتهای عقبی چرخه سوخت هسته‌ای
- ۱۵۲ ..... فهرست مراجع

در دنیای امروز با توجه به رشد مصرف سوخت‌های فسیلی و نیاز بیش از پیش انسان به انرژی برای ادامه حیات، ما را بر آن می‌دارد که به دنبال انرژی جدید دیگری باشیم. از حدود ۵۲ سال پیش (سال ۱۹۵۶ میلادی)، تحقیق و آزمایش بر روی انرژی هسته‌ای در ایران آغاز شده است و ما امروز شاهد پیشرفت این انرژی حیاتی در کشورمان هستیم.

جمهوری اسلامی ایران به عنوان یکی از کشورهای امضاء کننده معاهده منع تکثیر و گسترش سلاح‌های هسته‌ای، همواره بر حق خود جهت برخورداری از دانش و فناوری هسته‌ای مسالمت آمیز براساس موافقت نامه های جهانی تاکید کرده و استفاده از آن را حق مسلم خود می‌داند. تامین انرژی سالم، ارزان قیمت و مطمئن به عنوان یکی از راههای رشد و شکوفایی اقتصاد هر کشوری، با استفاده از دانش و فناوری هسته‌ای است که در عصر حاضر در کشورهای پیشرفته از آن استفاده می‌شود.

تکنولوژی تولید و بهره‌برداری از سوخت هسته‌ای یکی از پیشرفته ترین فناوری هایی است، که از طیف گسترده ای از علوم و فنون مختلف مانند شیمی هسته‌ای، مهندسی فرآیند، متالوژی مواد، ترمودینامیک و غیره بهره می‌گیرد. یکی از تفاوت‌های اساسی سوخت هسته‌ای با سوخت های فسیلی، لزوم شکافت هسته‌ای در سوخت، برای تولید انرژی می‌باشد.

با شکافت هسته‌ای سوخت، ساختار سوخت متغیر می‌شود و پویسته تغییر می‌نماید و علاوه بر تولید انرژی، پاره شکافت رادیواکتیوی بوجود می‌آورد. بدین جهت رعایت مسائل ایمنی برای جلوگیری از پخش پرتوهای رادیواکتیو به محیط راکتورهای هسته‌ای ناممکن روری می‌باشد.

هرگونه نظرات، پیشنهادات و ثانتقادات خود را در خصوص این کتاب به آدرس اینترنتی [ipoece@yahoo.com](mailto:ipoece@yahoo.com) ارسال نمایید.

مهندس فرشاد عسگری، مهندس امین نصیریان

بهار ۱۳۹۵