

# پراش سنجی پودری نوترون

تألیف و ترجمه:

دکتر زهره غلامزاده

عضو هیئت علمی سازمان انرژی اتمی

مهندس تعطیه غزاء وزیر

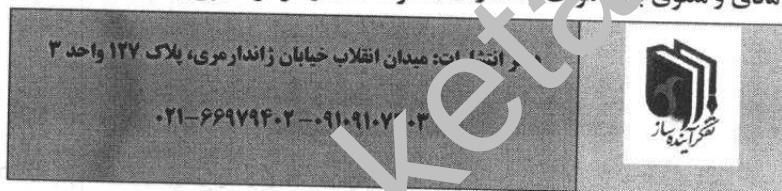
کارشناس ارشد سازمان انرژی اتمی

دکتر سید محمد میروکیل

عضو هیئت علمی سازمان انرژی اتمی

|                     |   |                                                                                   |
|---------------------|---|-----------------------------------------------------------------------------------|
| سرشناسه             | : | غلامزاده، زهره، ۱۳۵۸-                                                             |
| عنوان و نام پدیدآور | : | پراش سنجی پودری نوترون/تالیف و ترجمه زهره غلامزاده، عطیه جزویری، سیدمحمد میروکیلی |
| مشخصات نشر          | : | تهران: تفکر آینده ساز، ۱۳۹۹.                                                      |
| مشخصات ظاهری        | : | س. [۲۴۷ ص: مصور (رنگی)، جدول (رنگی)، نمودار (رنگی)]                               |
| شابک                | : | ۹۷۸-۶۲۲-۷۰۸۱۵-۰۳                                                                  |
| وضعیت فهرست نویسی   | : | فیبیا                                                                             |
| موضوع               | : | نوترون -- پراش                                                                    |
| موضوع               | : | Neutrons -- Diffraction                                                           |
| شناسه افزوده        | : | وزیری، عطیه، ۱۳۶۳-                                                                |
| شناسه افزوده        | : | میروکیلی، سیدمحمد، ۱۳۶۰-                                                          |
| رده بندی کنگره      | : | QC۷۲۱                                                                             |
| رده بندی دیویی      | : | ۵۳۱/۴۱۳                                                                           |
| شماره کتابشناسی ملی | : | ۷۲۸۱۰۴                                                                            |

حقوق مادی و معنوی بر این اثر محفوظ است و هر گونه کپی برداری پیگرد قانونی دارد



عنوان کتاب

پراش سنجی پودری نوترون

..... که مؤلف ..... دکتر زهره غلامزاده، دکتر سیدمحمد میروکیلی، دکتر سیدمحمد میروکیلی  
 ..... که صفحه آرا ..... تفکر آینده ساز  
 ..... که طراح جلد ..... تفکر آینده ساز  
 ..... که ناشر ..... تفکر آینده ساز  
 ..... که شمارگان ..... ۱۰۰۰ جلد  
 ..... که نوبت چاپ ..... اول، ۱۳۹۹  
 ..... که قیمت ..... ۸۶ هزار تومان

## فهرست مطالب

|    |                                                                      |
|----|----------------------------------------------------------------------|
| ۱۱ | فصل ۱: معرفی پراش سنجی نوترون                                        |
| ۱۲ | ۱-۱ مقدمه                                                            |
| ۱۵ | ۱-۲ نقش پراش سنجی پودری نوترون در آنالیز مواد                        |
| ۱۶ | ۱-۳ نقاط عطف در توسعه پراش سنجی پودری نوترون                         |
| ۳۰ | فصل ۲: اصول پایه پراش سنجی نوترون                                    |
| ۳۱ | ۲-۱ استفاده از نوترون برای پراش                                      |
| ۳۲ | ۲-۲ نظم کونا هرد و بلور                                              |
| ۳۳ | ۲-۳ جامدهای کریستالی                                                 |
| ۳۴ | ۲-۴ ۱- کریستال دارای ساختار مکعبی ساده (Simple Cubic یا SC)          |
| ۳۴ | ۲-۴ ۲- ساختار مکعبی مرکزی (Body Centered Cubic یا BCC)               |
| ۳۵ | ۲-۴ ۳- ساختار مکعبی با وجوه پر (Face Centered Cubic یا FCC)          |
| ۳۶ | ۲-۴ ۴- شبکه کریستالی هگزاگونال فشرده (Hexagonal Close Packed یا HCP) |
| ۳۶ | ۲-۴ ۵- ساختار کلرید سدیم                                             |
| ۳۷ | ۲-۴ ۶- نمونه برای پراش - ساختار ماده چگال                            |
| ۳۸ | ۲-۵ حالت کریستالی کامل (نظم شیمیایی و مکانی دور برد سه بعدی)         |
| ۴۲ | ۲-۶ جهات و صفحات کریستالی                                            |
| ۴۴ | ۲-۷ عزیمت از کمال (محدود کردن نظم سه بعدی دور برد)                   |
| ۵۱ | ۲-۸ شیشه ها (مواد جامد بدون نظم دور برد)                             |
| ۵۲ | ۲-۹ مایعات (حرکت اتمی یا مولکولی سریع)                               |
| ۵۳ | ۲-۱۰ نظم مغناطیسی                                                    |
| ۵۵ | ۲-۱۱ پراکندگی هسته ای توسط اتم های منفرد                             |
| ۵۹ | ۲-۱۲ پراکندگی از دسته اتم ها - پراکندگی همدوس و ناهمدوس              |
| ۶۰ | ۲-۱۳ طول های پراکندگی همدوس و سطح مقطع های جذب                       |
| ۶۳ | ۲-۱۴ پراکندگی مغناطیسی                                               |
| ۶۶ | ۲-۱۵ پراکندگی ناکشسان                                                |

|     |                                                                                 |
|-----|---------------------------------------------------------------------------------|
| ۶۷  | ۱۶-۲- الگوی پراش پودر .....                                                     |
| ۶۷  | ۱۷-۲- جهت‌های پرتوهای پراش از یک کریستال کامل .....                             |
| ۷۳  | ۱۸-۲- شدت پرتوهای پراش از یک نمونه پلیکریستال ایده آل .....                     |
| ۷۵  | ۱۹-۲- پارامترهای جابجایی اتمی (فاکتورهای درجه حرارت) .....                      |
| ۷۶  | ۲۰-۲- ضریب لورنس .....                                                          |
| ۷۹  | ۲۱-۲- کثرت .....                                                                |
| ۸۰  | ۲۲-۲- تضعیف (جذب) .....                                                         |
| ۸۶  | فصل ۳: معرفی کان ساختار سیستم پراش‌سنجی نوترون .....                            |
| ۸۷  | ۱-۳- استفاده از چشمه‌های نوترون برای پراش‌سنجی .....                            |
| ۸۹  | ۲-۳- تجهیزات مورد نیاز پراش‌سنجی برای هدایت نوترون به سیستم‌های پراش‌سنجی ..... |
| ۹۲  | ۳-۳- پراش‌سنج‌های نوترونی در محل ثابت .....                                     |
| ۹۴  | ۱-۳-۳- تکفام‌کننده .....                                                        |
| ۹۶  | ۲-۳-۳- موازی‌سازی .....                                                         |
| ۹۹  | ۳-۳-۳- آشکارسازی .....                                                          |
| ۱۰۴ | ۴-۳- پراش‌سنج‌های نوترونی TOF .....                                             |
| ۱۰۶ | ۳-۵- مقایسه پراش‌سنج‌های CW و TOF .....                                         |
| ۱۰۷ | ۶-۳- طرح آزمایش .....                                                           |
| ۱۰۷ | ۱۰۶-۳- طراحی اولیه .....                                                        |
| ۱۱۱ | ۷-۳- پراش‌سنجی دما بالا و پائین .....                                           |
| ۱۱۵ | ۸-۳- فشار هیدرواستاتیکی .....                                                   |
| ۱۱۶ | ۹-۳- اندازه‌گیری تنش باقیمانده در مواد با استفاده از روش پراش‌سنجی .....        |
| ۱۱۶ | ۱۰-۳- استفاده از میدان الکتریکی در محیط نمونه .....                             |
| ۱۱۷ | ۱۱-۳- سلول‌های الکترو شیمیایی .....                                             |
| ۱۱۸ | ۱۲-۳- طراحی باجزئیات .....                                                      |
| ۱۲۵ | فصل ۴: کاربردهای پراش‌سنجی نوترون .....                                         |
| ۱۲۶ | ۱-۴- کاربردهای پراش‌سنجی نوترون .....                                           |
| ۱۲۸ | ۲-۴- استفاده از پراش‌سنجی پودری نوترون در صنعت .....                            |

|     |                                                                                            |
|-----|--------------------------------------------------------------------------------------------|
| ۱۳۲ | ۳-۴- استفاده از پراش سنجی پودری نوترون در پزشکی و بیولوژی                                  |
| ۱۳۳ | فصل ۵: تجهیزات مختلف سیستم پراش سنجی نوترون                                                |
| ۱۳۴ | ۱-۵- ابزارهای ثبت پراکندگی نوترون                                                          |
| ۱۳۴ | ۲-۵- طیف سنج سه محوره (تکفام سازهای بلوری)                                                 |
| ۱۳۵ | ۳-۵- تکنیک زمان پرواز                                                                      |
| ۱۳۷ | ۴-۵- برشگر باریکه نوترون                                                                   |
| ۱۴۰ | ۵-۵- برشگر با عنوان پالسی کننده باریکه نوترون                                              |
| ۱۴۳ | ۶-۵- مطالعات انجام شده در زمینه طراحی و ساخت انواع برشگرها                                 |
| ۱۴۳ | ۵-۶-۱- برشگر T                                                                             |
| ۱۴۴ | ۵-۶-۲- برشگر مود شده دهنای بلند                                                            |
| ۱۴۸ | ۵-۶-۳- برشگر فرمی برشگر E                                                                  |
| ۱۴۸ | ۵-۷- طراحی و ساخت برشگر برای اندازه گیری طیف نوترون های حرارتی                             |
| ۱۵۰ | ۵-۸- ساخت برشگر فرمی                                                                       |
| ۱۵۳ | ۵-۹- برشگرهای فرمی در مرکز KEK                                                             |
| ۱۵۴ | ۵-۱۰- برشگرهای استفاده شده در راکتور ۸ MW آب سبک گرنوبل فرانسه                             |
| ۱۵۴ | ۵-۱۱- تکفام کننده های نوترونی                                                              |
| ۱۶۱ | ۵-۱۱-۱- معیار شایستگی تکفام کننده                                                          |
| ۱۶۳ | ۵-۱۲- آینه نوترون                                                                          |
| ۱۶۸ | ۵-۱۳- موازی سازی باریکه نوترون                                                             |
| ۱۷۱ | ۵-۱۴- فیلترهای نوترون                                                                      |
| ۱۷۵ | فصل ۶: پیکربندی های مختلف کانال سیستم پراش سنجی نوترون                                     |
| ۱۷۶ | ۶-۱- طیف سنج پس پراکندگی IN۱۶ در HFR گرنوبل فرانسه                                         |
| ۱۷۸ | ۶-۲- طیف سنج مرکز تحقیقات نوترونی NIST (ابزار جدید برای مطالعات پراکندگی شبه کشسان نوترون) |
| ۱۸۰ | ۶-۳- شبیه سازی پراش سنجی پودری زمان پرواز در راکتور تحقیقاتی بوداپست                       |
| ۱۸۱ | ۶-۴- طیف سنج PHAROS در چشمه نوترونی تلاشی آزمایشگاه ملی لوس آلاموس LANSCE                  |
| ۱۸۳ | ۶-۵- آشنایی با سیستم پراش نوترونی با نمونه پودری راکتور تحقیقاتی تهران                     |
| ۱۸۴ | ۶-۶- چیدمان کانال در انواع مختلف پراش سنج های پودری نوترون در جهان                         |

|     |                                                                              |
|-----|------------------------------------------------------------------------------|
| ۱۸۵ | ۱-۱-۶ چشمه نوترون FRM-II                                                     |
| ۱۸۹ | ۲-۱-۶ پراش سنج نوترون RESI آلمان                                             |
| ۱۹۱ | ۳-۱-۶ پراش سنج قدرت تفکیک بالا (SPODI)                                       |
| ۱۹۲ | ۴-۱-۶ پراش سنجی نوترون HEIDI آلمان (پراش سنج تک کریستال روی چشمه نوترون داغ) |
| ۱۹۵ | ۵-۱-۶ پراش سنجی نوترون POLI آلمان (پراش سنج نوترون داغ پلاریزه)              |
| ۱۹۷ | ۶-۱-۶ پراش سنجی نوترون STRESS-SPEC آلمان (پراش سنج علم مواد)                 |
| ۱۹۹ | ۷-۱-۶ پراش سنجی نوترون BIODIFF آلمان (پراش سنج برای سلول های واحد بزرگ)      |
| ۲۰۰ | ۸-۱-۶ پراش سنج ردی نوترون HB-۲A قدرت تفکیک بالای اوک ریج                     |
| ۲۰۳ | ۹-۱-۶ پراش سنج راکتور پیشرفته تحقیقاتی چین (CARR)                            |
| ۲۰۴ | ۷-۶ چیش کانال پراش سنج نوترون برای اهداف مختلف                               |
| ۲۱۲ | فصل ۷: نرم افزارهای مدل سازی شبیه سازی سیستم پراش سنجی نوترون                |
| ۲۱۳ | ۱-۷ مقدمه ای بر کدهای محاسباتی و منظور مدل کردن سیستم پراش سنجی نوترون       |
| ۲۱۵ | ۲-۷ کد محاسباتی VITESS                                                       |
| ۲۱۷ | ۱-۲-۷ استفاده از ماژول ها برای ایجاد ابزار و تجهیزات خود                     |
| ۲۱۸ | ۲-۲-۷ ایجاد ابزار و تجهیزات                                                  |
| ۲۱۹ | ۳-۷ کد محاسباتی McStas                                                       |
| ۲۲۳ | ۴-۷ کد محاسباتی MCNPX                                                        |
| ۲۳۲ | ۵-۷ کد DISCUS                                                                |
| ۲۳۹ | فصل ۸: مراجع                                                                 |

## پیشگفتار

از آنجایی که در زمینه پراش سنجی نوترون در ایران کار تحقیقاتی جدی انجام نشده بود و فقط کارهای کوچکی در راکتور تحقیقاتی تهران صورت گرفته است و با توجه به کاربردهای گسترده این تکنولوژی در زمینه مطالعه کریستال آراهای خلری، سرامیک، مواد معدنی پودری، مواد پادفرمغناطیس، فرومغناطیس و بسیاری از مواد دیگر بر آن شدیم تا در زمینه پراش سنجی نوترون مطالعاتی انجام دهیم. نتیجه این مطالعات و تحقیقات، کتاب پراش سنجی پودری نوترون می باشد که تا این زمان آن در حدود ۱ سال به طول انجامید. امید است که خوانندگان محترم با خواندن این کتاب پی به اهمیت این تکنولوژی در پیشبرد صنعت کشور عزیزمان ببرند و این کتاب سهم کوچکی در پیش برد اهداف برای رسیدن به جامعه آمارهای مورد پسند امام زمان (عج) باشد.