

# کاربرد کد شیشه سازی MCNP در محاسبات هسته‌ای

کرمه آذری و ترجمه:

سید پیمان شمس‌رودی

علی طاهری

جلال اسیری

انتشارات سونبرگ

|                         |                                                                 |
|-------------------------|-----------------------------------------------------------------|
| سرنامنه                 | : شيرمردى ، پژمان ، ۱۳۵۹ ، گرد آورنده و مترجم                   |
| عنوان و نام پديد آورنده | : کاربرد كد شبیه سازی MCNP در محاسبات هسته ای / گردآوری و ترجمه |
| مشخصات نشر              | : وكنوين : پژمان شیرمردی ، علی طاهری ، جمال امیری               |
| مشخصات ظاهري            | : تهران : سنوبرك ، ۱۳۸۸                                         |
| شابك                    | : ۲۲۹ ص. : مصور ، جدول.                                         |
| وضعيت فهرست نویسی       | : ۹۷۸-۶۰۰-۹۱۴۹۴-۰-۷                                             |
| پادداشت                 | : فیا                                                           |
| موضوع                   | : كتابنامه : ص. ۲۲۸ - ۲۲۹.                                      |
| موضوع                   | : Monitoring Completed Navigation Projects Program (US)         |
| موضوع                   | : روش مونت كارلو - داده پردازى                                  |
| موضوع                   | : Particles ( Nuclear Physics ) -Data Processing                |
| موضوع                   | : Particles ( Nuclear Physics ) -Mathematical Models            |
| شناسه افزوده            | : طاهری ، علی ، ۱۳۶۱ ، گرد آورنده و مترجم                       |
| شناسه افزوده            | : امیری ، جمال ، ۱۳۵۹ ، گرد آورنده و مترجم                      |
| شماره كتابشناسی ملی     | : ۱۹۷۶۰۰۰                                                       |



|                         |                                               |
|-------------------------|-----------------------------------------------|
| عنوان كتاب              | : کاربرد كد شبیه سازی MCNP در محاسبات هسته ای |
| گردآوری و ترجمه         | : سيد پژمان شیرمردی ، علی طاهری ، جمال امیری  |
| ناشر                    | : انتشارات سنوبرك                             |
| قطع                     | : وزیری                                       |
| نوبت چاپ                | : اول                                         |
| تاریخ انتشار            | : بهار ۱۳۸۹                                   |
| شمارگان                 | : ۱۲۰۰                                        |
| صفحات                   | : ۲۲۲                                         |
| شابك                    | : ISBN : 978-600-91494-0-7                    |
| طراح جلد                | : علی خطیبی                                   |
| لینوگرافی ، چاپ و صحافی | : مجتمع چاپ و تبلیغات خجسته                   |
| قیمت                    | : ۶۲۰۰۰ ریال                                  |

مرکزپخش :

انتشارات سنوبرك : كرج - میدان هفت تیر ، خ انقلاب ، بوستان ۱ ، پلاك ۱۰

e - mail : senobarak@yahoo.com

تلفن همراه ۰۹۱۲۵۶۶۴۶۱۸

# فهرست

|                                                                     |    |
|---------------------------------------------------------------------|----|
| فصل اول- روش مونت کارلو.....                                        | ۸  |
| مقدمه.....                                                          | ۹  |
| ۱-۱- منشا روش مونت کارلو.....                                       | ۹  |
| ۱-۲- شبیه سازی متغیرهای تصادفی.....                                 | ۱۲ |
| ۱-۲-۱- متغیرهای تصادفی.....                                         | ۱۲ |
| ۲-۲-۱- متغیرهای تصادفی گسسته.....                                   | ۱۲ |
| ۳-۲-۱- متغیرهای تصادفی پیوسته.....                                  | ۱۷ |
| ۴-۲-۱- متغیر تصادفی نرمال.....                                      | ۲۱ |
| ۳-۱- قانون سه سیگما.....                                            | ۲۳ |
| ۴-۱- خطای احتمالی.....                                              | ۲۴ |
| ۵-۱- قضیه حد مرکزی.....                                             | ۲۵ |
| ۶-۱- نمای کلی روش مونت کارلو.....                                   | ۲۶ |
| ۷-۱- تولید متغیرهای تصادفی به کمک کامپیوتر.....                     | ۲۷ |
| ۸-۱- جداول اعداد تصادفی.....                                        | ۲۸ |
| ۹-۱- تولید کننده های اعداد تصادفی.....                              | ۳۰ |
| ۱۰-۱- مدل سازی متغیرهای تصادفی.....                                 | ۳۰ |
| ۱-۱۰-۱- مدل سازی یک متغیر تصادفی گسسته.....                         | ۳۰ |
| ۱-۱۰-۱-۱- مقادیر هم احتمال.....                                     | ۳۲ |
| ۲-۱۰-۱- مدل سازی یک متغیر تصادفی پیوسته.....                        | ۳۳ |
| ۱-۲-۱۰-۱- روش Von Neumann برای مدل سازی یک متغیر تصادفی پیوسته..... | ۳۵ |
| ۱۱-۱- مدل سازی متغیرهای نرمال.....                                  | ۳۷ |
| ۱۲-۱- اعداد شبه تصادفی.....                                         | ۳۸ |
| ۱۳-۱- روش نجانسی.....                                               | ۴۰ |
| ۱۴-۱- روش تولید متغیرهای تصادفی.....                                | ۴۱ |
| ۱۵-۱- مدل سازی یک متغیر تصادفی نرمال.....                           | ۴۶ |

|     |                                                            |
|-----|------------------------------------------------------------|
| ۶۰  | فصل دوم- شبیه سازی مونته کارلو و نوشتن برنامه با کد MCNP   |
| ۶۱  | ۱-۲-۱- روش مونته کارلو و تاریخچه                           |
| ۶۲  | ۲-۲- کد MCNP و پیشرفت آن                                   |
| ۶۳  | ۱-۲-۲- فایل ورودی MCNP                                     |
| ۶۸  | ۱-۲-۲-۱- دستور توضیح                                       |
| ۶۹  | ۲-۲-۲-۱- قالب افقی فایل ورودی                              |
| ۶۹  | ۲-۲-۲-۲- قالب عمودی فایل ورودی                             |
| ۶۹  | ۲-۲-۲-۳- کارت عنوان                                        |
| ۷۰  | ۳-۲- بدنه اصلی برنامه در کد MCNP                           |
| ۷۰  | ۱-۳-۲- کارت سلول                                           |
| ۷۲  | ۲-۳-۲- کارت سطح                                            |
| ۷۳  | ۱-۲-۳-۲- علامت سطوح در کارت سلول                           |
| ۸۱  | ۲-۲-۳-۲- سطوح در MCNP                                      |
| ۸۴  | ۳-۲-۳-۲- سطوحی که با استفاده از شکل یکپارچه تعریف میشوند   |
| ۸۹  | ۴-۲-۳-۲- سطوح ویژه                                         |
| ۹۰  | ۳-۳-۲- کارت داده ها                                        |
| ۹۱  | ۱-۳-۳-۲- دستور نوع مساله                                   |
| ۹۲  | ۲-۳-۳-۲- دستورات هندسه                                     |
| ۹۳  | ۳-۲-۳-۲-۲- دستورات ساختمان های تکرار شونده و شبکه          |
| ۱۱۱ | ۳-۳-۳-۲- مشخصات چشمه                                       |
| ۱۲۵ | ۵-۳-۳-۳-۲- چشمه های خطی و سطحی (تغییر یافته چشمه های حجمی) |
| ۱۳۰ | ۴-۳-۳-۲- دستور حابگر (TALLY) با (Fn)                       |
| ۱۳۵ | ۴-۳-۲- دستورات جانبی                                       |
| ۱۳۵ | ۱-۴-۳-۲- دستور بازه های انرژی (دستور En)                   |
| ۱۳۵ | ۲-۴-۳-۲- دستور Tn                                          |
| ۱۳۶ | ۳-۴-۳-۲- دستور Cn                                          |
| ۱۳۶ | ۴-۴-۳-۲- دستور EMn                                         |

- ۱۳۷.....FSn , FQn دستور ۰-۴-۳-۲
- ۱۳۹..... PRINT-DUMP-AND-CYCLE CARD (PRDMP) دستور ۰-۴-۳-۲
- ۱۳۹..... دستور ماده ( MATERIAL ) ۰-۳-۲
- ۱۴۰..... عدد مشخصه عنصر (ZAID) ۰-۳-۲
- ۱۴۱..... دستورهایی که برای پایان دادن برنامه بکار برده میشوند. ۰-۳-۲
- ۱۴۱..... دستور NPS ۰-۱-۳-۲
- ۱۴۲..... دستور CTME ۰-۲-۳-۲
- ۱۴۲..... دستور ELPT ۰-۳-۳-۲
- ۱۴۲..... دستور CUT OFF ۰-۴-۳-۲
- ۱۴۳..... دستور PRINT ۰-۵-۳-۲
- ۱۴۴..... دستورات جانبی دیگر که کاربردهای زیادی دارند. ۰-۶-۳-۲
- ۱۵۱..... اطلاعات موجود در فایل‌های کد MCNP ۰-۷-۳-۲
- ۱۵۲..... داده‌ها و برهمکنش‌های هسته‌ای ۰-۸-۳-۲
- ۱۵۳..... نتایج و خروجی ۰-۹-۳-۲
- ۱۵۴..... تخمین خطاهای مونته کارلو ۰-۱-۹-۳-۲
- ۱۵۷..... انتخاب نتیجه خروجی ۰-۲-۹-۳-۲
- ۱۵۸..... مونته کارلوی غیر قیاسی ۰-۳-۹-۳-۲
- ۱۶۱..... روش‌های کاهش واریانس در MCNP فصل سوم
- ۱۶۱..... روش‌های کنترل جمعیت (Population Control Methods) ۰-۱-۳
- ۱۶۲..... روش‌های اصلاح شده نمونه برداری (Modified Sampling Methods) ۰-۲-۳
- ۱۶۳..... روش‌های جزئی تحلیلی (Partially Deterministic Methods) ۰-۳-۳
- ۱۶۴..... تقسیم هندسی با رولت روسی ۰-۴-۳
- ۱۶۵..... اهمیت ذره (Importance (IMP) ۰-۵-۳
- ۱۶۷..... دستور پنجره وزنی ۰-۶-۳
- ۱۸۹..... چگونگی اجرای برنامه MCNP فصل چهارم
- ۱۸۹..... فایل‌ها ۰-۱-۴
- ۱۹۲..... دستورها ۰-۲-۴

|     |                                                                   |
|-----|-------------------------------------------------------------------|
| ۱۹۲ | ۳-۴- روش رسم هندسه مسئله بوسیله کد                                |
| ۱۹۳ | ۳-۴-۱- قرار دادن "برجسب" برای نمودارها                            |
| ۱۹۴ | ۳-۴-۲- نمایش نمودارها                                             |
| ۱۹۹ | ۴-۴- دستورات تکثیر (FM)                                           |
| ۲۰۱ | ۴-۵- روشهای ایجاد وقفه در اجرای MCNP                              |
| ۲۰۲ | ضمائم                                                             |
| ۲۰۳ | II. Input Command Descriptions                                    |
| ۲۰۳ | 1. Horizontal input format                                        |
| ۲۰۳ | 2. Vertical input format for cell params. And source distribution |
| ۲۰۵ | 3. Particle designators                                           |
| ۲۰۴ | 4. Format of input command description                            |
| ۲۰۴ | B. Alphabetical list of input commands                            |
| ۲۰۶ | C. List of input commands by function                             |
| ۲۰۶ | PROBLEM TYPE                                                      |
| ۲۰۶ | GEOMETRY                                                          |
| ۲۰۶ | SOURCE                                                            |
| ۲۰۷ | VARIANCE REDUCTION                                                |
| ۲۰۷ | TALLY                                                             |
| ۲۰۸ | MATERIAL                                                          |
| ۲۰۸ | ENERGY & THERMAL                                                  |
| ۲۰۸ | PROBLEM CUTOFFS                                                   |
| ۲۰۸ | USER                                                              |
| ۲۰۸ | PERIPHERAL                                                        |
| ۲۰۹ | GENERIC INP FILE                                                  |
| ۲۰۹ | D. Input command descriptions in alphabetical order               |
| ۲۲۹ | مراجع                                                             |

## پیشگفتار ۱

پیشرفت های شگفت انگیز و سریع و لحظه به لحظه دانش بشری در رشته های گوناگون صفحات جدیدی از معرفت را برای دیدگان آدمیان گشوده و وی را به تامل و اندیشه واداشته است. نگرش در نظام پهناور هستی و درک شباهت های عجیب در میان زمینه های کاملاً متفاوت ، از کوچکترین ذرات گرفته تا وسیعترین عرصه وجود، بر وحدت هستی گواهی صادق است. اکنون از اتم ها گرفته تا کهکشان ها هر روز - بیش از پیش شناخته می شوند و در این میان هر چه بیشتر از راز هستی پرده برداری می شود و بر حیرت بشر افزوده گردیده، قدرت خداوند آشکارتر می گردد. خوشبختانه زمینه های مساعدی برای ارتباط جوامع دینی با دانش مغرب زمین آماده شده است. از یک سو دیگران زمان که دانش تجربی به گونه معارضی با معارف اسلامی و الهی تلقی شود، گذشته است. و از سوی دیگر تفکیک بین جنبه های سودمند و راهگشا و جنبه های زیانبار و مخرب و ضد اخلاق دانش بشری دشوار نیست. از اینرو بر ماست با حفظ اصالت دینی و مذهبی خود به سرعت خویش با کاروان علم و تحقیق و تکنولوژی چه در زمینه تئوری و چه در زمینه صنعت بیافزاییم. باشد که به زودی چون گذشته پر افتخار خود، پرچمدار تحقیق و پژوهش در تمامی رشته ها باشیم

## پیشگفتار ۲

از آنجاییکه امروزه علم هسته‌ای به عنوان یکی از علوم تاثیرگذار در پیشرفت صنعتی کشورها می باشد لذا برنامه ریزی های اصولی برای سرمایه گذاری در این بخش و گسترش این حوزه در استفاده از مقاصد صلح آمیز آن، امری ضروری به نظر می رسد. فناوری هسته‌ای در چند حوزه مختلف از جمله کشاورزی، پزشکی، باستان شناسی و تولید انرژی ضروری موثر دارد. لذا یک متخصص هسته‌ای باید آشنایی کافی با فیزیک پرتوها و کاربرد آنها داشته باشد. قبل از هر طراحی فنی در این حوزه ها نیاز به شبیه سازی، امر مهمی است که باید به آن توجه خاصی شود. استفاده از شبیه سازی می تواند ضریب اطمینان کار با مواد و دستگاه- های هسته‌ای را افزایش دهد. یکی از روش های شبیه سازی در علوم هسته‌ای استفاده از روش مونت کارلو است که اساس آن اعداد تصادفی می باشد. کد شبیه سازی حاضر که با نام MCNP معروف است، بر اساس روش مونت کارلو و با زبان برنامه نویسی FORTRAN و C نوشته شده است و می تواند تمام حوزه های مهندسی هسته‌ای را پوشش دهد. روش مونت کارلو و کد MCNP در شبیه سازی هسته‌ای جایگاه خاصی یافته تا جاییکه به عنوان یک کد همه منظوره در تریبورد ذرات معرفی گردیده است. اهمیت بیان این کد تا جایی بوده که در کتاب سعی شده است از تاریخچه و روندهای پیشرفت این کد تا به امروز، قابلیت ها، دستورات، اجرا و خروجی آن به طور مفصل شرح داده شود تا شاید بتواند به عنوان مرجعی جهت علاقه مندان برای آشنایی با تریبورد ذرات اتمی و هسته‌ای و شبیه سازی برهمکنش های آن باشد.

این کتاب از دو فصل تشکیل شده، که در فصل اول ابتدا مقدماتی از روش مونت کارلو گفته شد سپس به توضیح کد MCNP4C پرداخته شده است. کد MCNP دستورات بسیار زیادی دارد که آوردن آنها در حوصله این کتاب نمی باشد لذا سعی شده تا مطالب ارائه شده مناسب کسانی باشد که به تازگی وارد حوزه شبیه سازی این کد شده اند. توصیه می شود در صورت علاقه بیشتر به یادگیری این کد به مراجع این کتاب مراجعه نمایید. در ضمن در ضمائم به صورت خلاصه دستورات این کد آمده است.

این کتاب خالی از نقص نیست لذا عاجزانه درخواست می کنیم در صورت داشتن انتقاد و مشاهده نقص، ما را آگاه نموده و در تکمیل این کتاب یاری فرمایید.

در پایان از اساتید بزرگوار دکتر محمد قنادی مراغه، دکتر مجتبی شمسایی ظفرقندی و دکتر سعید ستایشی که در مسیر انجام این کار از راهنمایی های خود ما را مستفیذ نمودند کمال تشکر و قدردانی را داریم.