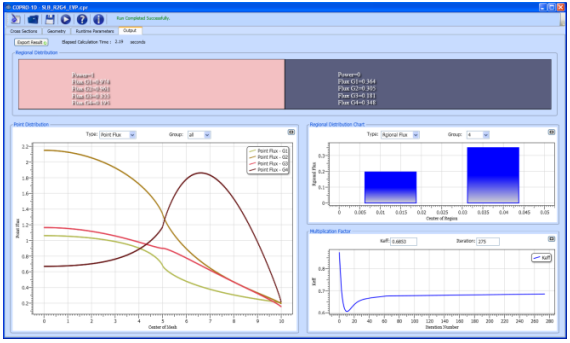
کد محاسباتی یک بعدی ترابرد نوترون به روش احتمال برخورد



راهنمای کاربر COPRO-1D

بسته نهم - ویرایش ۰ - آذر ۱۳۹۲

ANC-MAN-TED-CP-100

فهرست مطالب

۱- چکیده..... ۶

۲- مقدمه..... ۶

۳- رابط گرافیکی برنامه..... ۷

۴- فایل‌های برنامه..... ۵۰

۵- لیست میانبرهای برنامه..... ۵۳

۶- اجرای برنامه در خط فرمان..... ۵۵

لیست شکل‌ها

شکل ۱: شمای برنامه "COPRO-1D" در ابتدای اجرا..... ۹
شکل ۲: انتخاب پروژه جدید..... ۱۰
شکل ۳: نوار ابزار برنامه "COPRO-1D"..... ۱۲
شکل ۴: نمونه‌ای از فایل پروژه باز شده در برنامه..... ۱۴
شکل ۵: برگه نمایش سطح مقاطع..... ۱۸
شکل ۶: پیغام مربوط به Import نمودن فایل سطح مقاطع..... ۲۲
شکل ۷: برگه نمایش چشمه‌ها..... ۲۴
شکل ۸: پیغام مربوط به Import نمودن فایل چشمه..... ۲۷
شکل ۹: برگه نمایش هندسه..... ۲۹

شکل ۱۰: هندسه تیغه‌ای ۳۰
شکل ۱۱: هندسه استوانه‌ای ۳۰
شکل ۱۲: پیغام مربوط به Clear نمودن هندسه ۳۳
شکل ۱۳: برگه پارامترهای اجرا ۳۶
شکل ۱۴: برگه خروجی ۴۰
شکل ۱۵: نمایش تغییرات ضریب تکثیر ۴۲
شکل ۱۶: نمایش شار نوترون‌ها ۴۳
شکل ۱۷: نحوه جابجایی بین گروه‌های مختلف انرژی و روش حل ۴۵
شکل ۱۸: نمودار میله‌ای ۴۸
شکل ۱۹: نمایش هندسه‌ای مقادیر ناحیه‌ای توان و شار نوترون ۴۹

لیست جدول‌ها

جدول شماره ۱: پیغام‌های مربوط به "StatusBar" ۱۶
جدول شماره ۲: پیغام‌های خطا ۳۹
جدول شماره ۳: لیست میانبرهای برنامه ۵۳

۱- چکیده

هدف از انجام این پروژه، تهیه یک بسته نرم افزاری جهت حل معادله ترابرد چند گروهی به روش احتمال برخورد برای مسائل بحرانیت و چشمه ثابت در هندسه یک بعدی است. این گزارش جهت آموزش و کار با برنامه "COPRO-1D" تهیه گردیده است. در این گزارش نحوه کاربری نرم‌افزار توضیح داده می‌شود و کاربران با قابلیت‌ها و قسمت‌های مختلف این نرم‌افزار در پردازش داده‌ها و نمایش نتایج آشنا خواهند شد.

۲- مقدمه

ترابرد ذرات به عنوان یکی از مسائل مهم در زمینه طراحی راکتورهای هسته ای می باشد. معادله ترابرد به عنوان یک رابطه اساسی در توصیف جمعیت ذرات (به ویژه برای نواحی با ناهمسانگردی زیاد) به شمار می آید. هدف از انجام این

پروژه، پیاده‌سازی و بکارگیری روش احتمال برخورد در حل معادله ترابرد چند گروهی در هندسه تیغه‌ای و استوانه‌ای یک بعدی می‌باشد. روش احتمال برخورد یک روش مشهور در حل معادله ترابرد است که عموماً در محاسبات سلولی مورد استفاده قرار می‌گیرد. این روش از قابلیت بسیار بالای در توصیف رفتار زاویه‌ای شار نوترون برخوردار است. در این بسته نرم افزاری از این روش برای بررسی ترابرد نوترون می‌شود.

۳- رابط گرافیکی برنامه

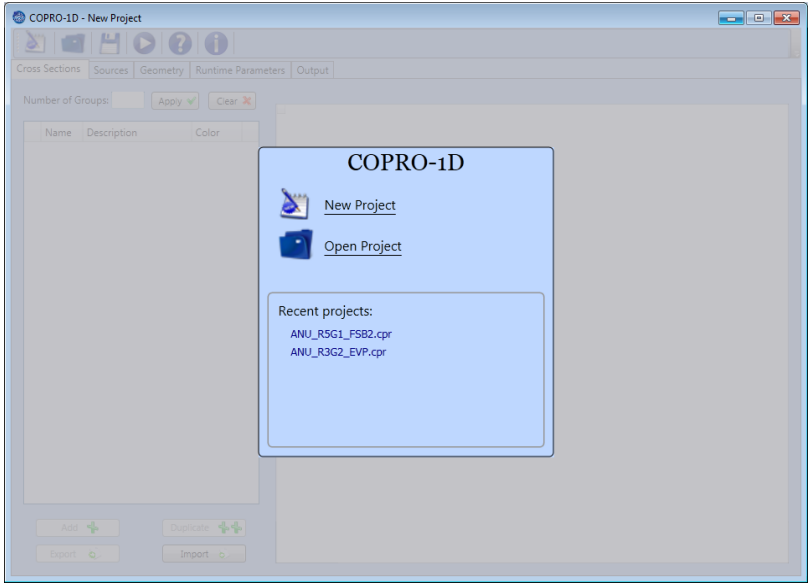
رابط گرافیکی، از مجموعه‌ای از پنجره‌ها برای دریافت اطلاعات ورودی و نمایش نتایج خروجی تشکیل شده است که بخش‌های مختلف آن عبارتند از:

- نوار ابزار برنامه

- برگه نمایش سطح مقطع‌ها[1]
- برگه نمایش چشمه ها[2]
- برگه نمایش هندسه سیستم بحرانی[3]
- برگه پارامترهای اجرا[4]
- برگه خروجی[5]

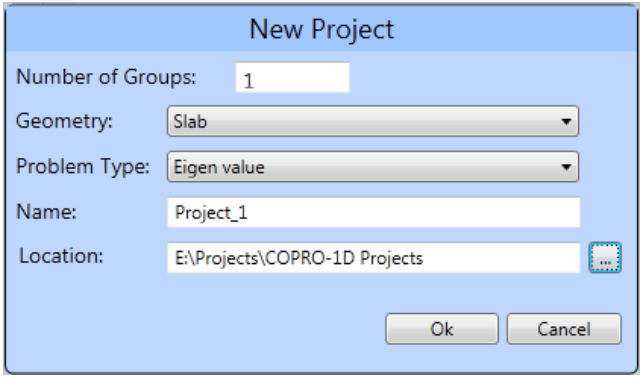
با اجرا نمودن فایل اجرایی برنامه، پنجره برنامه با نام "COPRO-1D" مطابق شکل ۱ پدیدار می‌گردد.

[1] Cross Sections
[2] Source
[3] Geometry
[4] Runtime Parameters
[5] Output



شکل ۱: شمای برنامه "COPRO-1D" در ابتدای اجرا

با انتخاب گزینه "New Project" ،پنجره دیگری با همین نام به منظور ایجاد یک پروژه جدید باز می‌گردد (شکل۲). در ادامه بخش‌های مختلف این پنجره توضیح داده شده‌اند:



شکل ۲: انتخاب پروژه جدید

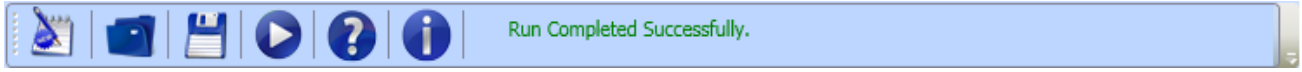
- "Number of Groups": در این قسمت تعداد گروه‌های انرژی تعیین می گردد.
- "Geometry": این گزینه مشخص کننده نوع هندسه سیستم یا مسئله می‌باشد.
- "Problem Type": در این قسمت یکی از دو روش حل مسئله "Eigen value" یا"Fixed source" به عنوان روش حل مسئله معین می‌گردد.
- "Name": در این مکان نام موردنظر برای پروژه انتخاب می‌گردد.
- "Location": در این قسمت محل ذخیره شدن فایل‌های پروژه مشخص می‌گردد.

با انتخاب گزینه "Open Project" در شکل ۱ می‌توان یک فایل پروژه موجود که قبلاً ایجاد شده است را انتخاب و باز نمود.

ساختار این نرم افزار بر اساس روش حل مسئله از ۴ برگه (در صورتیکه روش حل مسئله "Eigen value" باشد) یا ۵ برگه (در صورتیکه روش حل مسئله "Fixed source" باشد) و یک نوار ابزار تشکیل شده است. در ادامه توضیحاتی راجع به هر بخش بیان می‌شود.

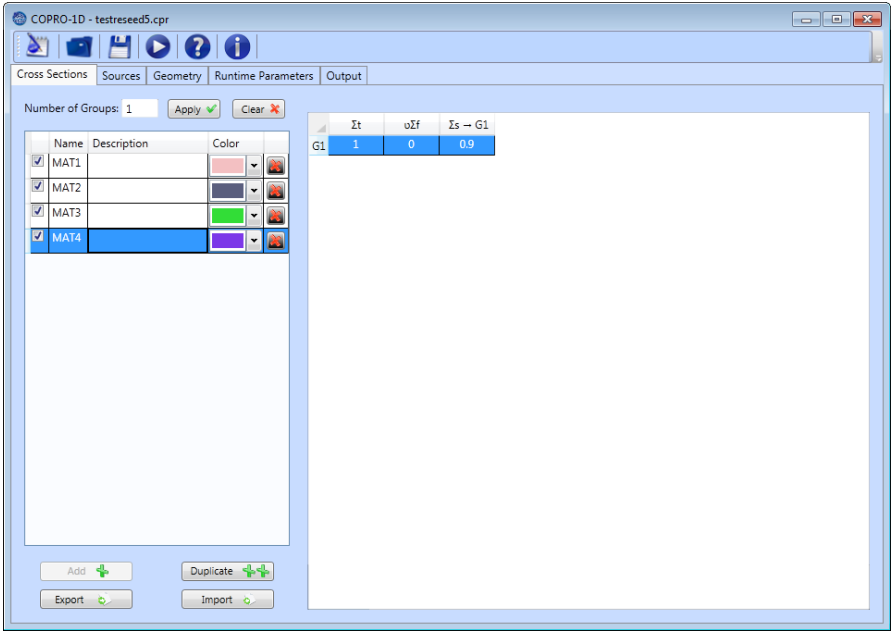
۳-۱- نوار ابزار برنامه

همان‌طور که در شکل ۳ ملاحظه می‌شود این نوار ابزار شامل ۷ قسمت می‌باشد که عملکرد هر یک در ادامه تشریح خواهد شد:



شکل ۳: نوار ابزار برنامه "COPRO-1D"

- "New Project File": با انتخاب این گزینه ، پنجره مربوط به تعریف پروژه جدید (شکل ۲) پدیدار می‌گردد. کلیدهای میانبر برای این دکمه (Ctrl+Shift+N) می‌باشند.
- "Open Project File": با انتخاب این گزینه ، می‌توان یک فایل پروژه موجود، که قبلاً (با پسوند ".cpr") ایجاد شده است را انتخاب نمود. سپس با کلیک بر روی گزینه "Open" صفحه اصلی برنامه به همراه اطلاعات موجود در فایل ورودی پدیدار می‌شود (شکل ۴، نمونه‌ای از فایل پروژه باز شده در برنامه است). کلیدهای میانبر برای این دکمه (Ctrl+Shift+O) می‌باشند.



شکل ۴: نمونه‌ای از فایل پروژه باز شده در برنامه

- "Save Project File": با انتخاب این گزینه ، تغییرات ایجاد شده در پروژه، در فایل پروژه جاری ذخیره می‌گردد. کلیدهای میانبر برای این دکمه (Ctrl+Shift+S) در نظر گرفته شده‌اند.
- "Run": با انتخاب این گزینه ، انجام محاسبات برنامه آغاز می‌شود. کلید میانبر برای این دکمه (F5) می‌باشد.
- "Help": با انتخاب این گزینه ، فایل راهنمای برنامه باز می‌شود. کلید میانبر برای این دکمه (F1) می‌باشد.
- "About": با انتخاب این گزینه ، پنجره‌ای تحت همین نام باز می‌شود که اطلاعاتی راجع به برنامه ارائه می‌دهد.

- "Status Bar": حالت‌های مختلف برنامه را بعد از فشردن کلید اجرا نشان می‌دهد که در جدول شماره ۱ به نمایش در آمده است.

جدول شماره ۱: پیغام‌های مربوط به "StatusBar"

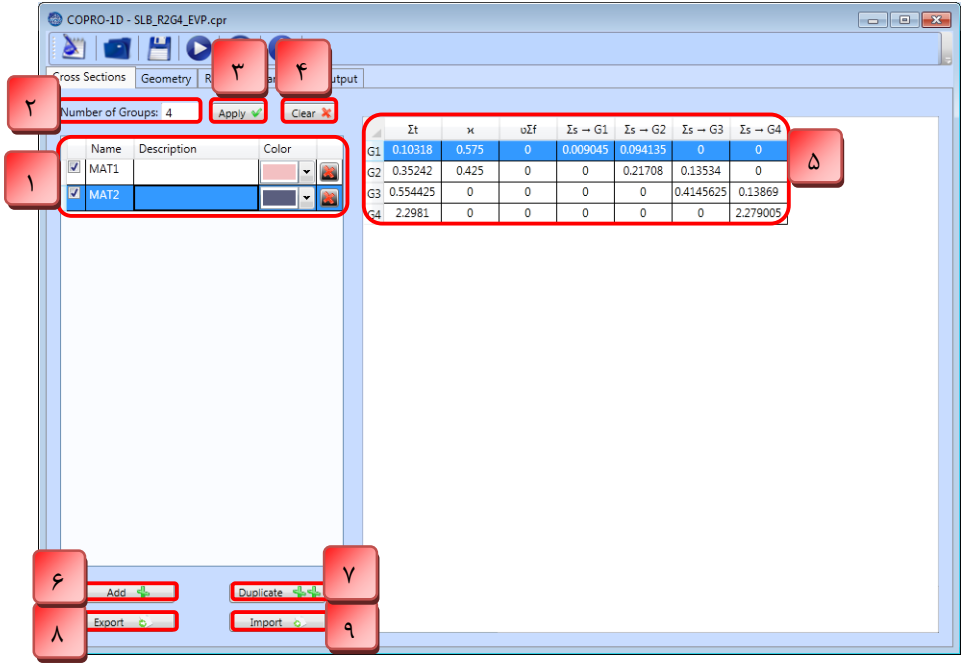
شرایط پیغام	پیغام
در حال اجرا	Running ...
پایان اجرا بدون خطا	Run completed successfully.
پایان اجرا با خطا	Run didn't complete successfully.
توقف برنامه با stop نمودن	Calculation was interrupted by the user.

۳-۲- برگه نمایش سطح مقاطع

در این برگه، اطلاعات مربوط به سطح مقطع‌ها قابل دسترسی و ویرایش می‌باشد. بخش های مختلف این برگه در شکل ۵ به نمایش در آمده است. این برگه از نُه بخش تشکیل شده که در ادامه این بخش‌ها معرفی می‌شوند:

۱. "Materials": با استفاده از این کنترل می‌توان بین مواد تعریف شده حرکت کرد یا مقادیر مربوط به یک ماده را تغییر داد. در این قسمت، می‌توان به هر ماده یک نام، رنگ و توضیحات اختصاص داد که نام ماده و رنگ آن نمی‌تواند با مواد دیگر یکسان باشد.

همچنین می‌توان برای حذف نمودن یک ماده، از کلید "Remove" در انتهای هر سطر استفاده نمود.



	Σt	ϰ	υΣf	Σs → G1	Σs → G2	Σs → G3	Σs → G4
G1	0.10318	0.575	0	0.009045	0.094135	0	0
G2	0.35242	0.425	0	0	0.21708	0.13534	0
G3	0.554425	0	0	0	0	0.4145625	0.13869
G4	2.2981	0	0	0	0	0	2.279005

شکل ۵: برگه نمایش سطح مقاطع

۲. "Number of Groups": در این قسمت تعداد گروه‌های انرژی نمایش داده می‌شود و قابل تغییر می‌باشد. برای اعمال شدن تعداد گروه جدید به مواد لازم است که دکمه "Apply" کلیک و یا بر روی مقدار، دکمه "Enter" فشرده شود.

۳. "Apply": این دکمه جهت تایید گروه وارد شده در قسمت شماره ۲ و اعمال آن به مواد موجود در برنامه می‌باشد. کلیدهای میانبر برای این دکمه (Ctrl+Q) می‌باشند.

۴. "Clear": این دکمه جهت حذف نمودن و از بین بردن تمامی مواد موجود در برنامه می‌باشد و بعد از فشردن این دکمه، ماده‌ای در جدول مواد باقی نخواهد ماند. کلیدهای میانبر برای این دکمه (Ctrl+R) می‌باشند.

۵. جدول مقادیر سطح مقطع‌ها: برای دیدن مقادیر این جدول، می‌بایست ابتدا ماده‌ای از جدول مواد در سمت چپ انتخاب شود. در این صورت، مقادیر مربوط به سطوح مقاطع آن ماده نمایش داده می‌شود. تعداد سطرهای این

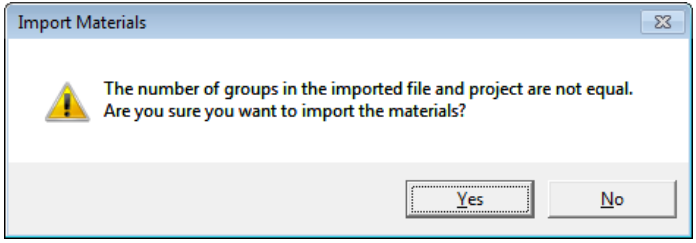
جدول برای هر ماده، برابر با تعداد گروه انرژی نوترون‌ها می‌باشد، بدین صورت که هر سطر مربوط به یک گروه می‌باشد و کاربر می‌تواند مقادیر دلخواه خود را برای هر ماده در آن وارد نماید. (ستون مربوط به "Fission spectrum" یا "χ" فقط در حالتی که روش حل مسئله "Eigen value" باشد وجود دارد)

۶. "Add": اضافه نمودن یک ماده جدید توسط این دکمه انجام می‌شود. در این صورت نام و رنگ ماده به صورت پیش‌فرض و مقادیر سطوح مقاطع، "صفر" در نظر گرفته می‌شود. کلیدهای میانبر برای این دکمه (Ctrl+A) می‌باشند.

۷. "Duplicate": توسط این دکمه کاربر می‌تواند یک ماده جدید با مقادیر سطوح مقاطع برابر با ماده فعلی و با رنگ و نام متفاوت ایجاد نماید. در این صورت مقادیر سطوح مقاطع ماده فعلی در ماده جدید کپی می‌شوند. کلیدهای میانبر برای این دکمه (Ctrl+D) می‌باشند.

۸. "Export": پس از مقداردهی مقادیر مربوط به سطح مقطع‌ها، کاربر می‌تواند جهت ساخت فایل سطح مقطع از این دکمه استفاده نماید. لازم به ذکر است تنها موادی در فایل ذخیره می‌شوند که در جدول مواد گزینه تیک ☑ آن‌ها فعال باشد. بنابراین قابلیت ذخیره کردن انتخابی مواد نیز وجود دارد. کلیدهای میانبر برای این دکمه (Ctrl+E) می‌باشند.

۹. "Import": کاربر می‌تواند جهت بازکردن فایل سطح مقطع ساخته شده توسط برنامه و مقداردهی مقادیر مربوط به سطح مواد از این دکمه استفاده نماید. در صورتیکه تعداد گروه مواد در فایل انتخابی با تعداد گروه مواد در برنامه متفاوت باشد، پیغامی به صورت شکل ۶ نمایش داده می‌شود. کلیدهای میانبر برای این دکمه (Ctrl+I) می‌باشند.



شکل ۶: پیغام مربوط به Import نمودن فایل سطح مقاطع

۳-۳- برگه نمایش چشمه

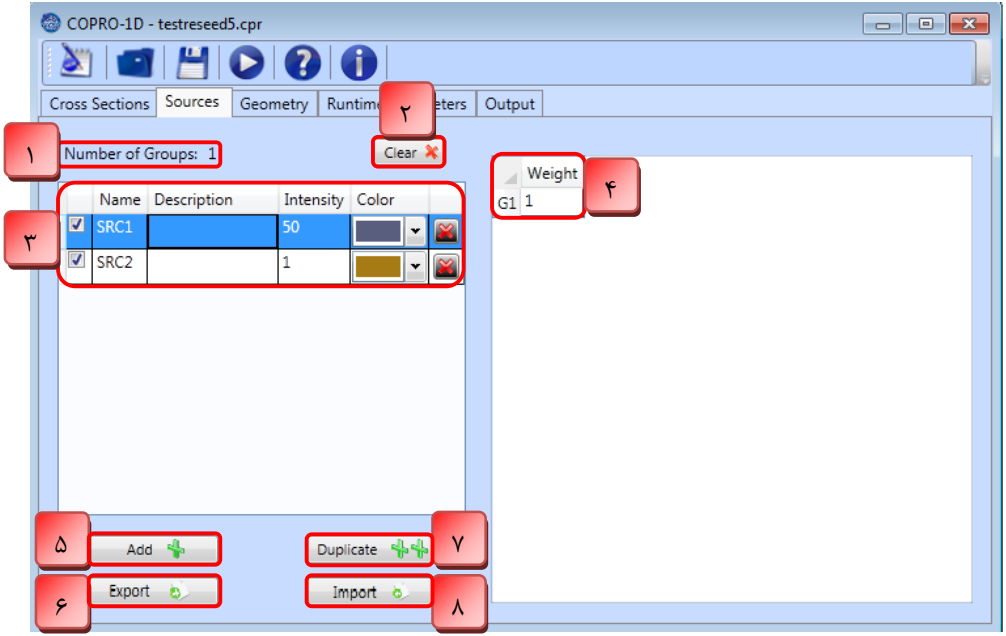
همان طور که در شکل ۷ مشاهده می‌شود، در این برگه، اطلاعات مربوط به چشمه ها قابل دسترسی می‌باشند. این برگه فقط در مسائلی که روش حل آن‌ها "Fixed source" می‌باشد نمایش داده می‌شود.

۱. "Number of Groups": در این قسمت تعداد گروه‌های انرژی قابل مشاهده اما غیرقابل تغییر می‌باشد. برای تغییر تعداد گروه از برگه سطوح مقاطع می‌توان استفاده نمود.

۲. "Clear": این دکمه جهت حذف نمودن و از بین بردن تمامی چشمه‌های موجود در برنامه می‌باشد و بعد از فشردن این دکمه، چشمه‌ای در جدول مواد باقی نخواهد ماند. کلیدهای میانبر برای این دکمه (Ctrl+R) می‌باشند.

۳. "Source": با استفاده از این کنترل می‌توان بین چشمه های تعریف شده حرکت کرد یا مقادیر مربوط به یک چشمه را تغییر داد. در این قسمت، می‌توان به هر چشمه یک نام، رنگ، شدت[1] و توضیحات اختصاص داد که نام چشمه و رنگ آن نمی‌تواند با چشمه های دیگر یکسان باشد.

[1] Intensity



شکل ۷: برگه نمایش چشمه‌ها

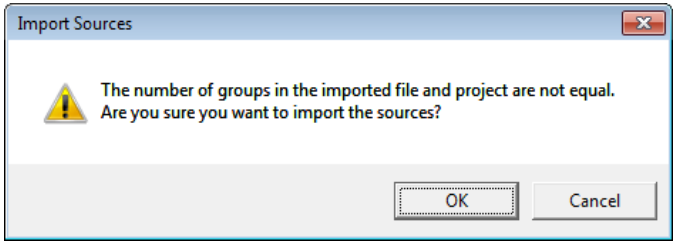
۴. جدول مقادیر وزن چشمه‌ها: برای دیدن مقادیر این جدول، می‌بایست ابتدا چشمه‌ای از جدول چشمه ها در سمت چپ انتخاب شود. در این صورت، مقدار وزن مربوط به آن چشمه نمایش داده می‌شود. تعداد سطرهای این جدول برای هر چشمه، بسته به تعداد گروه انرژی نوترون‌ها می‌باشد، بدین صورت که هر سطر مربوط به یک گروه می‌باشد و کاربر می‌تواند مقدار دلخواه خود را برای هر چشمه در آن وارد نماید.

۵. "Add": اضافه نمودن یک چشمه جدید توسط این دکمه انجام می‌شود. در این صورت نام و رنگ چشمه به صورت پیش‌فرض و مقادیر وزن، "صفر" در نظر گرفته می‌شود. کلیدهای میانبر برای این دکمه (Ctrl+A) می‌باشند.

۶. "Duplicate": توسط این دکمه کاربر می‌تواند یک چشمه جدید با مقادیر وزن برابر با چشمه فعلی و با رنگ و نام متفاوت ایجاد نماید. در این صورت مقادیر وزن چشمه فعلی در چشمه جدید کپی می‌شوند. کلیدهای میانبر برای این دکمه (Ctrl+D) می‌باشند.

۷. "Export": پس از مقداردهی مقادیر مربوط به چشمه‌ها، کاربر می‌تواند جهت ساخت فایل چشمه از این دکمه استفاده نماید. لازم به ذکر است تنها چشمه‌هایی در فایل ذخیره می‌شوند که در جدول چشمه گزینه تیک ☑ آن‌ها فعال باشد. بنابراین قابلیت ذخیره کردن انتخابی چشمه‌ها نیز وجود دارد. کلیدهای میانبر برای این دکمه (Ctrl+E) می‌باشند.

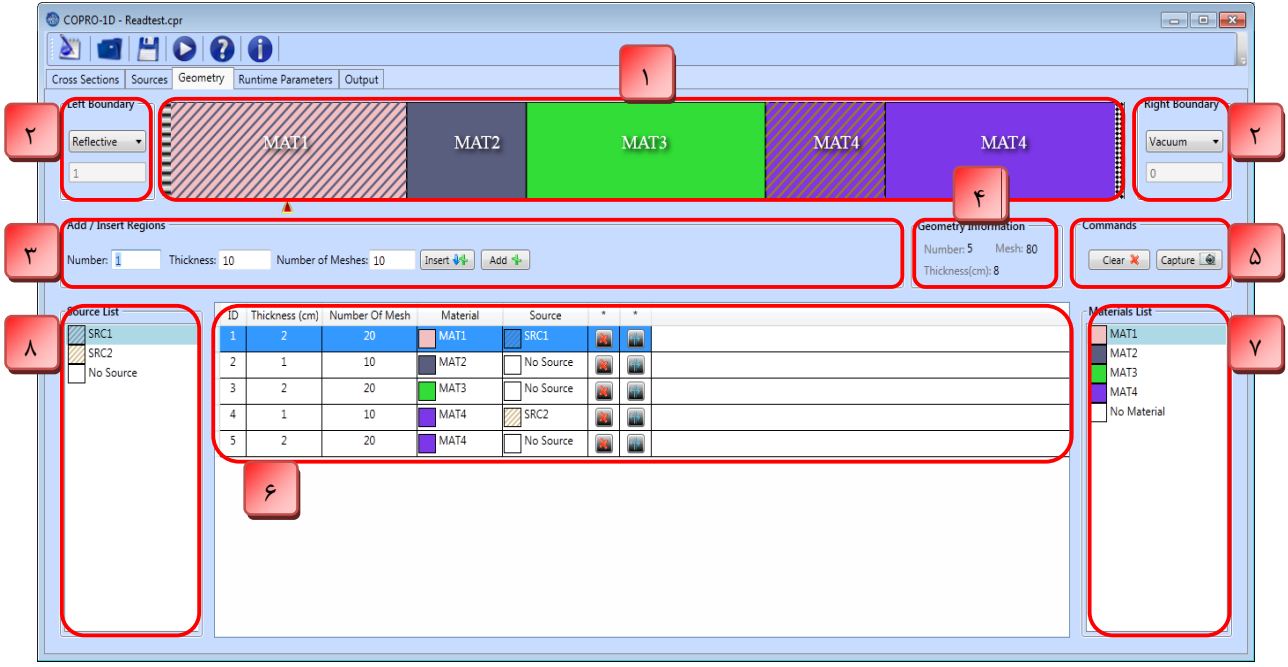
۸. "Import": کاربر می‌تواند جهت بازکردن فایل چشمه ساخته شده توسط برنامه و مقداردهی مقادیر مربوط به وزن چشمه‌ها از این دکمه استفاده نماید. در صورتیکه تعداد گروه چشمه‌ها در فایل انتخابی با تعداد گروه هادر برنامه متفاوت باشد، پیغامی به صورت شکل ۸ نمایش داده می‌شود.



شکل ۸: پیغام مربوط به "Import" نمودن فایل چشمه

۳-۴- برگه نمایش هندسه

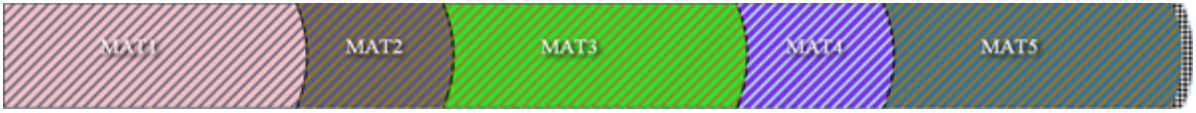
در این برگه، هندسه‌ی سیستم و نحوه‌ی چینش مواد در آن بصورت گرافیکی نمایش داده می‌شود (شکل ۹). در این برگه با توجه به روش حل مسئله و نوع هندسه انتخابی قابلیت‌های متعددی برای ایجاد و اعمال تغییرات در هندسه در نظر گرفته شده است که در ادامه به آن‌ها اشاره می‌نماییم:



شکل ۹: برگه نمایش هندسه

۱- نمایش هندسه: در این قسمت، ناحیه‌ها و مواد الصاق شده به آن‌ها قابل مشاهده می‌باشد. با توجه به اینکه در ابتدای برنامه، نوع هندسه به صورت تیغه‌ای یا استوانه‌ای انتخاب شده، شکل هندسه در این برگ به ترتیب مشابه شکل ۱۰ و شکل ۱۱ می‌باشد.

شکل ۱۰: هندسه تیغه‌ای



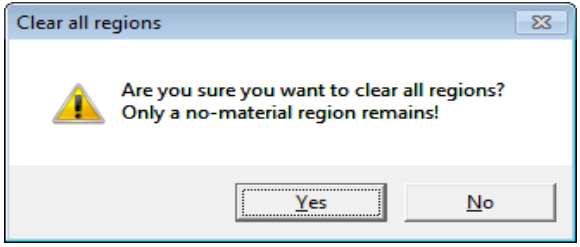
شکل ۱۱: هندسه استوانه‌ای

۲- شرایط مرزی: از طریق منوی پنجره‌ای در دو طرف هندسه، می‌توان نوع شرایط مرزی راست و چپ هندسه را تعیین نمود. در صورتی که هندسه مسئله به صورت استوانه‌ای انتخاب شود، فقط شرایط مرزی خارجی که در سمت راست قرار دارد را خواهیم داشت.

۳- "Add/Insert Regions": این قسمت برای اضافه نمودن یا درج نمودن یک یا چند ناحیه جدید به کار می‌رود. روش کار بدین صورت است که ابتدا می‌بایست مقادیر مربوط به تعداد ناحیه "Number" مورد نظر برای اضافه یا درج نمودن، ضخامت "Thickness" و تعداد مش "Number of Meshes" هر یک از نواحی در قسمت‌های مربوطه وارد شود. سپس برای اضافه نمودن این نواحی به انتهای هندسه دکمه "Add" و برای درج نمودن به محلی که توسط اشاره‌گر در زیر هندسه نمایش داده می‌شود از دکمه "Insert" می‌توان استفاده نمود.

۴- "Geometry Information": این قسمت، اطلاعات کلی راجع به هندسه را مطرح می‌نماید. این اطلاعات شامل تعداد کل نواحی و مش‌ها در هندسه و نیز اندازه کل هندسه می‌باشد.

۵- "Commands": این قسمت دارای دو دکمه می‌باشد. دکمه "Clear" که برای حذف نمودن نواحی و مواد از هندسه می‌باشد. با فشردن این دکمه پیغامی مطابق شکل ۱۲ نمایش داده می‌شود که در صورت فشردن دکمه "Yes" در آن، تمامی نواحی حذف می‌شوند و هندسه فقط شامل یک ناحیه بدون ماده (No Material) خواهد بود. دکمه "Capture" برای ذخیره تصویری از هندسه با پسوند ".png" به کار می‌رود.



شکل ۱۲: پیغام مربوط به Clear نمودن هندسه

۶- جدول اطلاعات نواحی: در این قسمت، اطلاعات دقیقی در مورد نواحی ایجاد شده در هندسه وجود دارد. این اطلاعات شامل شناسه "ID"، ضخامت "Thickness"، تعداد مش "Number of Mesh" و ماده "Material"، چشمه "Source" انتخاب شده در آن ناحیه می‌باشد. تعداد مش و اندازه هر ناحیه در این جدول قابل تغییر می‌باشد. در انتهای هر سطر از این جدول دو دکمه قرار داده شده است. با استفاده از دکمه "Remove"

می‌توان ناحیه متناظر با آن سطر را در هندسه حذف نمود و با استفاده از دکمه "Split"می‌توان ناحیه متناظر با سطر را به دو ناحیه مساوی تقسیم نمود.

۷- لیست موادی که در صفحه "Cross Section" توسط کاربر تعریف شده‌اند، در این قسمت نمایش داده می‌شوند و آماده الصاق بر روی ناحیه‌ها می‌باشد. در این لیست ماده‌ای به‌صورت پیش‌فرض با نام "No-material" موجود می‌باشد که اگر ماده‌ای به ناحیه الصاق نشده باشد، این گزینه برای آن ناحیه انتخاب می‌شود.

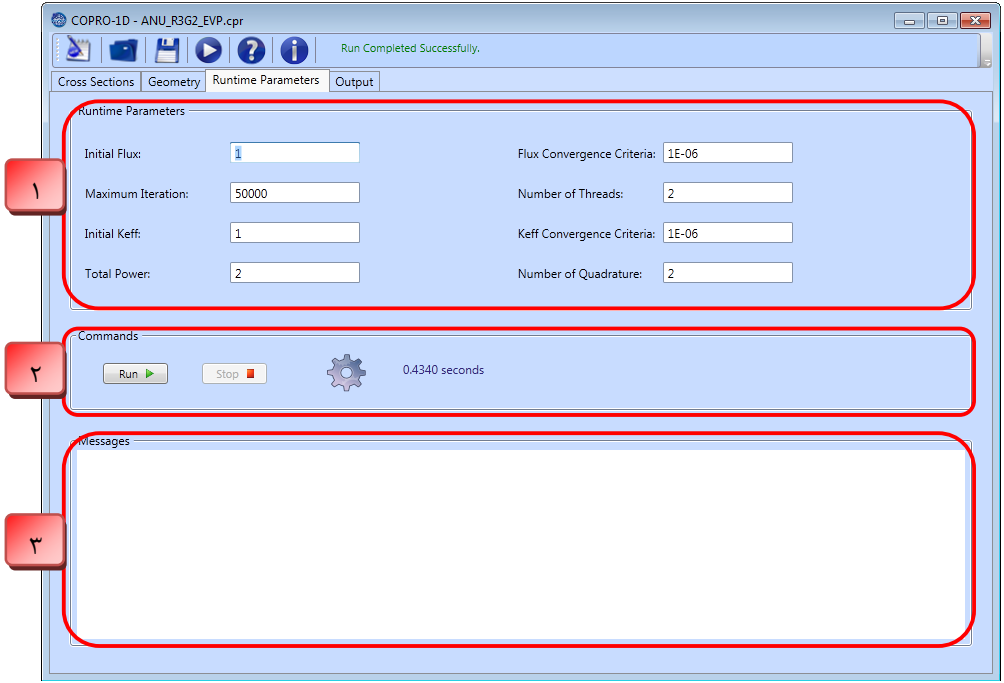
۸- لیست چشمه‌هایی که در صفحه "Source" توسط کاربر تعریف شده‌اند، در این قسمت نمایش داده می‌شوند و آماده الصاق بر روی ناحیه‌ها می‌باشد. در این لیست چشمه‌ای به‌صورت پیش‌فرض با نام "No-Source" موجود می‌باشد که اگر چشمه‌ای به ناحیه الصاق نشده باشد، این گزینه برای آن ناحیه انتخاب می‌شود. در مواردی که حل مسئله به صورت "Eigen Value" باشد، این لیست را نخواهیم داشت.

۳-۵- برگه پارامترهای اجرا

همان‌طور که در شکل ۱۳ مشاهده می‌شود، برگه پارامترهای اجرا از سه قسمت تشکیل شده است:

۱. "Runtime Parameters": کاربر می‌تواند پارامترهای لازم برای اجرای محاسبات را در قسمت‌های زیر تعیین نماید:

- "Keff Convergence Criteria": در این قسمت، شرط پایان محاسبات بر اساس مقدار خطای نسبی ضریب تکثیر (K_{eff}) قرار گرفته است. این پارامتر تنها در شرایطی که روش حل مسئله" Eigen value" باشد وجود دارد.
- "Flux Convergence Criteria": در این قسمت، شرط پایان محاسبات بر اساس مقدار خطای نسبی شار نوترون (Flux) قرار گرفته است.



شکل ۱۳: برگه پارامترهای اجرا

- "Initial Keff": در این بخش مقدار اولیه ضریب تکثیر (K_{eff}) دریافت می‌گردد. این پارامتر در شرایطی که روش حل مسئله "Eigen value" باشد وجود دارد.
- "Initial Flux": در این بخش مقدار اولیه شار دریافت می‌گردد.
- "Maximum Iteration": این بخش برای تعیین حداکثر تکرار برای رسیدن به جواب قرار داده شده و جهت پایان عملیات در صورت همگرا نشدن نتایج می‌باشد.
- "Number of Threads": تعداد هسته‌های محاسباتی قابل استفاده برای حل مسئله را نمایش می‌دهد.
- "Number of Quadratures": تعداد نقاط انتگرال‌گیری در مسئله است. این پارامتر در شرایطی که هندسه استوانه‌ای باشد وجود دارد.

- "Total Power": مقدار توان کل را در این بخش می‌توان مشخص نمود. این پارامتر در شرایطی که روش حل مسئله "Eigen value" باشد وجود دارد.

۲. "Commands": در این قسمت، یک دکمه برای شروع محاسبات برنامه به نام "Run" و یک دکمه به منظور قطع کردن محاسبات برنامه به نام "Stop" در نظر گرفته شده است. همچنین زمان صرف شده برای محاسبات، در این قسمت نمایش داده می‌شود.

۳. "Messages": در این پنجره خطاها و هشدارهایی که با فشردن کلید "Run" در ابتدای اجرای برنامه ایجاد می‌گردند، نمایش داده خواهند شد. در صورت ایجاد هشدار، این پیغام‌ها به رنگ آبی نمایش داده می‌شوند و برنامه به عملکرد خود ادامه می‌دهد ولی در صورت ایجاد خطا، محاسبات متوقف می‌گردد و پیغام‌های خطا در این بخش با رنگ قرمز نمایش داده خواهند شد.

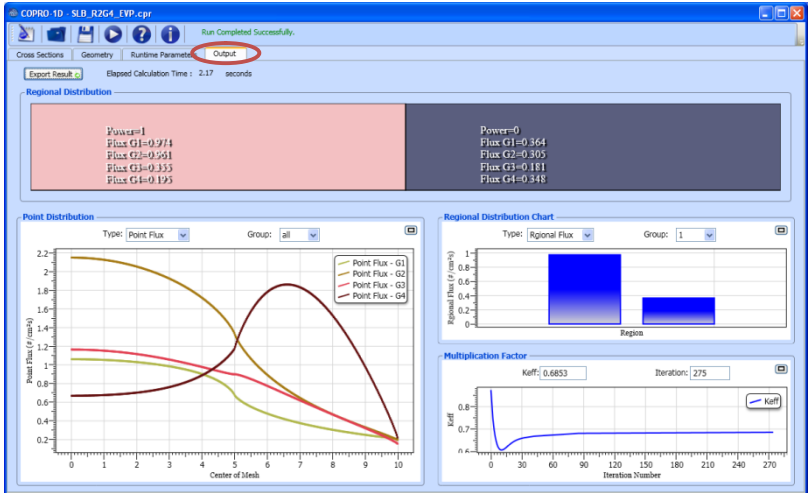
خطاها و هشدارهایی که در برنامه می‌تواند رخ دهد، در جدول ۲ نشان داده شده است.

جدول شماره ۲: پیغام‌های خطا

شرایط وقوع خطا	پیغام خطا
هنگامی که دکمه Run کلیک شده ولی ماده‌ای در لیست مواد وجود ندارد.	Error: There is no material in the list.
هنگامی که دکمه Run کلیک شده ولی ناحیه‌ای در هندسه ایجاد نشده است.	Error: There is no region in the map.
هنگامی که دکمه Run کلیک شده ولی ناحیه i در هندسه وجود دارد که به آن ماده‌ای اختصاص داده نشده است.	Error: There is no material assigned to region "i".
هنگامی که دکمه Run کلیک شده ولی ناحیه‌ای در هندسه ایجاد نشده است.	Error: There is no source in the map.
هنگامی که دکمه Run کلیک شده ولی مجموع وزن‌های چشمه i ام برابر ۱ نمی‌باشد.	Warning: Sum of weights in Source number i is not equal to 1.
هنگامی که دکمه Run کلیک شده ولی مجموع مقادیر $\varkappa$ در ماده i ام برابر ۱ نمی‌باشد.	Warning: Sum of ($\varkappa$)'s in material number i is not equal to 1.

۳-۶- برگه خروجی

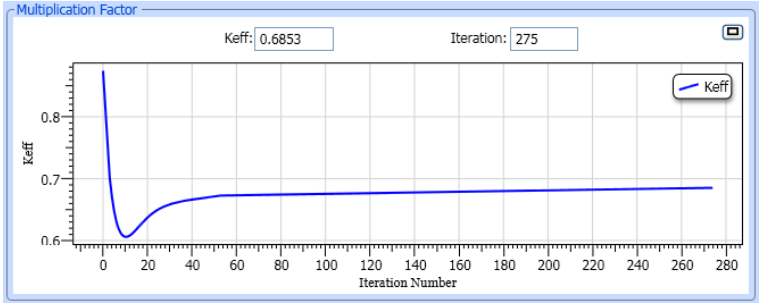
با انتخاب برگه "Output"، مقادیرخروجی برای "K_{eff}"، "Flux" و "Power" قابل مشاهده خواهند بود (شکل۱۴).



شکل ۱۴: برگه خروجی

۳-۶-۱- قسمت نمایش تغییرات ضریب تکثیر (Multiplication Factor)

شکل ۱۵، نمودار تغییرات ضریب تکثیر را برحسب گام محاسبات نشان می‌دهد. در حل معادله ترابرد و یا پخش نوترون برای سیستم‌های شکافت‌پذیر، ضریب تکثیر نوترونی به عنوان یکی از مهم‌ترین پارامترهای تحلیل رفتار سیستم بشمار می‌آید، که باید دارای همخوانی بسیار بالایی با نتیجه محاسبات دیگر کدهای استاندارد مشابه باشد. در شروع محاسبات، بدلیل آنکه اطلاعی از توزیع شار نوترون در قلب راکتور موجود نیست، برنامه با یک مقدار اولیه برای شار نوترون در تمام سلول‌ها شروع بکار می‌کند. در ابتدای هر گام محاسباتی از روی شار اولیه نوترون در هر سلول، خصوصیات مواد و سطح مقاطع سلول، شار جدیدی برای آن سلول محاسبه می‌گردد. مادامی‌که ویژگی‌های فیزیکی سلول تغییر نکند، شار نوترون هر سلول به طرف مقدار مشخصی همگرا می‌شود و توزیع شار نوترون در قلب راکتور تثبیت می‌گردد.

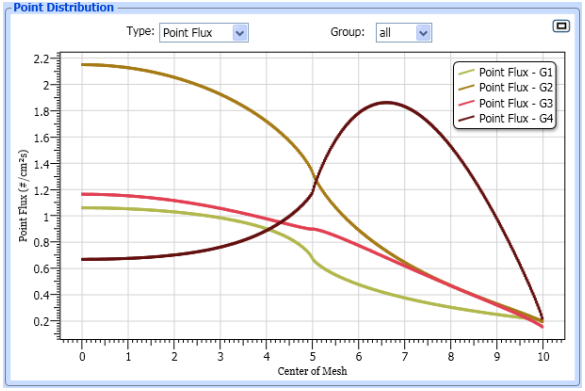


شکل ۱۵: نمایش تغییرات ضریب تکثیر

پس از هر بار محاسبه شار نوترون، از روی نسبت میزان تولید به جذب نوترون، ضریب تکثیر محاسبه می‌شود. با تثبیت توزیع شار نوترون، ضریب تکثیر نیز تثبیت می‌گردد. در طول اجرای برنامه مقدار ضریب تکثیر بدست آمده در هر گام در این صفحه نمایش داده می‌شود و تغییرات ضریب تکثیر بر حسب گام محاسبات بر روی نمودار ترسیم می‌گردد.

۳-۶-۲- قسمت نمایش توزیع نقطه‌ای شار نوترون و توان (Point Distribution)

این قسمت برای نمایش توان یا شار نوترون‌ها به صورت نمودار در نظر گرفته شده است. نمودار ترسیم شده (شکل۱۶)، میزان توان یا شار نوترون را در سلول‌های واقع در یک لایه افقی عمود بر محور سوخت‌ها نشان می‌دهد.



شکل ۱۶: نمایش شار نوترون‌ها

با استفاده از گزینه "Type"، می‌توان توان یا شار نوترون را مشاهده نمود. اگر روش حل انتخابی روش " Fixed Source" باشد، در منوی بازشو تنها گزینه "Point Flux" نمایش داده می‌شود. اگر روش حل انتخابی " Eigen Value" باشد، در منوی بازشو دو گزینه "Point Power" و "Point Flux" برای انتخاب نمایش داده می‌شود. مقادیر نمودار نیز در پایان محاسبات نمایش داده می‌شود.

با استفاده از منوی بازشو در قسمت "Group" مشخص شده در شکل ۱۷، می‌توان بین گروه‌های مختلف انرژی حرکت نمود و میزان شار نوترون‌ها یا توان را در هر گروه مشاهده نمود. همچنین با انتخاب گزینه "All" از منوی بازشوی "Group" می‌توان مقادیر مربوط به تمام گروه‌های انرژی را به صورت همزمان مشاهده نمود.

شکل ۱۷: نحوه جابجایی بین گروه‌های مختلف انرژی و روش حل

قابلیت‌های نمودار برای تغییر نحوه نمایش در ادامه بیان شده است:

- تمام صفحه: با انتخاب این گزینه ، نمودار موردنظر به صورت تمام صفحه نمایش داده می‌شود.
- بزرگنمایی: کاربر با فشردن دکمه سمت چپ موشواره بر روی صفحه نمایش، حرکت و سپس رهاسازی آن، می‌تواند بر روی قسمت خاصی از نمودار بزرگنمایی انجام دهد تا جزئیات بیشتری از نمودار را مشاهده نماید. لازم به ذکر است، در صورتی که با موشواره کلیک شود و بدون حرکت رها شود، نمودار به صورت بسیار زیاد

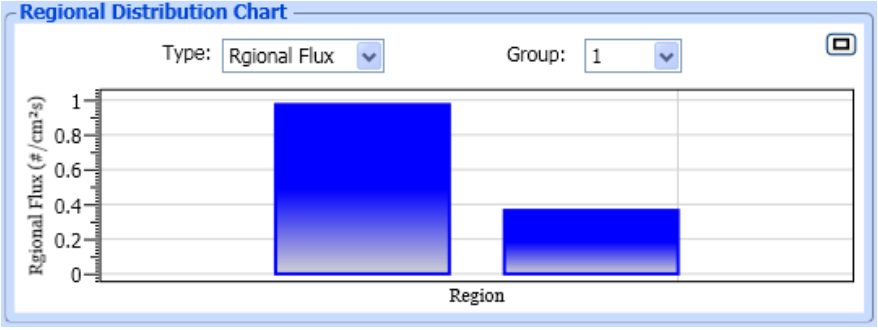
بزرگنمایی می‌شود که برای بازگشت از این حالت، باید از قابلیت تنظیم به حالت اولیه "Fit to view" استفاده نماید.

- بازگشت به حالت اولیه: بعد از بزرگنمایی برای بازگشت به حالت اولیه، دکمه راست موشواره را بر روی نمودار کلیک نموده و سپس گزینه اول یعنی "Fit to view" را کلیک نمایید یا کلید (Home) از روی صفحه کلید را بفشارید. در ادامه، قابلیت‌های دیگر نمودار بیان شده است.
- جابجایی: در صورتی که کلید (Ctrl) یا (Shift) از روی صفحه کلید نگاه داشته شود و با کلیک نمودن دکمه چپ موشواره بر روی صفحات نمایش و حرکت دادن آن می‌توان نمودار رسم شده را در صفحه نمایش جابجا نمود.

- کپی از تصویر: با کلیک راست موشواره و انتخاب گزینه دوم از منوی ایجاد شده یا فشردن دکمه (F11) می‌توان تصویر نمودار را بر روی حافظه اصلی یا رم برای انتقال به نرم‌افزارهای دیگر کپی نمود.
- ذخیره تصویر: با کلیک راست موشواره و انتخاب گزینه دوم از منوی ایجاد شده یا فشردن دکمه (Ctrl+S) می‌توان تصویر نمودار را ذخیره نمود.
- با کلیک راست موشواره و انتخاب گزینه آخر، متن راهنمایی در مورد استفاده از نمودار موجود، در دسترس کاربر قرار می‌گیرد.

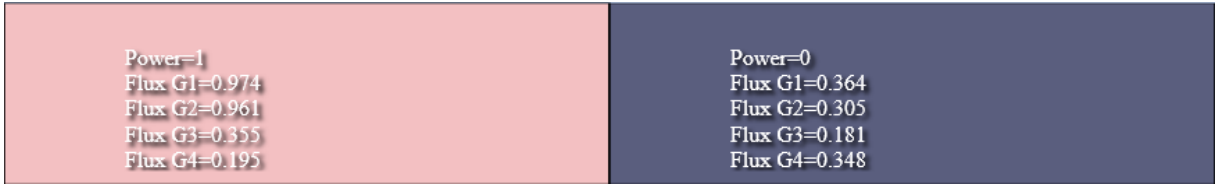
۳-۶-۳- قسمت نمایش توزیع ناحیه‌ای شار نوترون و توان (Regional Distribution)

نمودار ناحیه‌ای به دو صورت هندسه‌ای و میله‌ای نمایش داده شده است. در نمایش میله‌ای توان یا شار ویژگی‌های نمودار مشابه با نمودار نقطه‌ای می‌باشد. منوهای بازشو در بالای نمودار نیز شرایط مشابه با منوهای نمودار نقطه‌ای دارند (شکل ۱۸).



شکل ۱۸: نمودار میله‌ای

در نمایش هندسه‌ای، توان و شار محاسبه شده در هر بخش، در مرکز همان بخش در نمودار نمایش داده است. شکل ۱۹، نمونه‌ای از نمایش هندسه‌ای توان را نشان می‌دهد.



شکل ۱۹: نمایش هندسه‌ای مقادیر ناحیه‌ای توان و شار نوترون

۴- فایل‌های برنامه

فایل‌های مختلفی که توسط این برنامه ایجاد و یا در برنامه استفاده می‌شود در ادامه توضیح داده می‌شوند:

- فایل سطح مقاطع:

فایل سطح مقاطع، یک فایل متنی است که می‌تواند توسط کاربر تهیه و با پسوند ".txt" ذخیره شود. برای ساخت این فایل می‌توان از گزینه "Export" در برگه "Cross Sections" استفاده نمود.

- فایل چشمه‌ها:

فایل چشمه‌ها، یک فایل متنی است که می‌تواند توسط کاربر تهیه و با پسوند ".txt" ذخیره شود. برای ساخت این فایل می‌توان از گزینه "Export" در برگه "Source" استفاده نمود.

- فایل پروژه:

فایل پروژه، یک فایل متنی است که حاوی اطلاعات هندسه، سطح مقاطع، چشمه‌ها، مقادیر پارامترهای زمان اجرا و نتایج می‌باشد. در واقع این فایل از به هم پیوستن تمامی اطلاعات برنامه ایجاد می‌شود و با پسوند ".cpr" ذخیره می‌شود. برای ساخت این فایل به صورت دستی، می‌توان یک فایل متنی خالی ایجاد نمود و سپس محتویات یک فایل به فرمت برنامه را در داخل آن کپی کرد. بدیهی است که باید به تعداد مواد بکار رفته در قسمت هندسه، قالب سطح مقطع وجود داشته باشد، در غیر این‌صورت، برنامه دچار اشکال می‌شود. در هنگام ساخت یک فایل پروژه توسط خود برنامه، این مراحل به صورت خودکار انجام می‌شوند. با استفاده از دکمه "Save Project File" در نوار ابزار برنامه، می‌توان فایل پروژه مربوط به پروژه جاری را ذخیره نمود.

- فایل خروجی:

با استفاده از دکمه "Export Result" در برگه خروجی، می‌توان مقادیر خروجی محاسبات را در فایل ذخیره نمود. این فایل می‌تواند با یکی از پسوندهای ".txt"، ".xlsx"، ".xls" و ".csv" ذخیره شود. به طور پیش‌فرض پسوند ".xlsx" برای ذخیره فایل در نظر گرفته شده است.

- فایل ورودی برای کد محاسباتی:

با فشردن کلید "Run" فایل ورودی برای کد محاسباتی همنام با نام پروژه و با پسوند ".inp" ایجاد می‌شود.

- فایل خروجی تولید شده توسط کد محاسباتی:

پس از اتمام محاسبات فایلی همنام با نام پروژه و با پسوند ".out" شامل مقادیر خروجی ایجاد می‌شود.

۵- لیست میانبرهای برنامه

جدول شماره ۳: لیست میانبرهای برنامه

کاربرد	میانبر	برگه مورد استفاده
اضافه نمودن ماده Add	Ctrl+A	Cross Sections
رونوشت Duplicate	Ctrl+D	Cross Sections
ورود مواد Import	Ctrl+I	Cross Sections
ذخیره مواد Export	Ctrl+E	Cross Sections
پاک نمودن مواد Clear	Ctrl+R	Cross Sections
تایید گروه Apply	Ctrl+Q	Cross Sections
اضافه نمودن مقاطع Add Regions	Ctrl+A	Geometry
درج مقطع جدید Insert	Ctrl+I	Geometry

جدول شماره ۳: لیست میانبرهای برنامه - ادامه

کاربرد	میانبر	برگه مورد استفاده
ذخیره تصویر مقاطع Capture	Ctrl+0	Geometry
پاک نمودن مواد Clear	Ctrl+R	Geometry
ذخیره خروجی در فایل اکسل	Ctrl+S	Output
ایجاد پروژه جدید	Ctrl+Shift+N	ALL Pages
باز نمودن پروژه موجود	Ctrl+Shift+O	ALL Pages
ذخیره نمودن پروژه جاری	Ctrl+Shift+S	ALL Pages
اجرای برنامه	F5	ALL Pages
فایل راهنما	F1	ALL Pages

۶- اجرای برنامه در خط فرمان

برای انجام محاسبات فوق الذکر بدون استفاده از رابط گرافیکی و در خط فرمان، یک فایل اجرایی جداگانه به نام "COPRO1DTM.EXE" به همراه فایل‌های مورد نیاز آن در پوشه "Text Mode" در مسیر نصب برنامه قرار دارد. برای این منظور می‌بایست فایل ورودی با نام "data.inp" ساخته شده و در کنار آن قرار بگیرد و خط فرمان به مسیری که این فایل اجرایی قرار دارد، انتقال داده شود و سپس فرامین به صورت زیر در خط فرمان نوشته شود.

- اجرای رابط کاربر با استفاده از خط فرمان:

COPRO1DTM.exe

بعد از اجرای دستور فوق در خط فرمان در صورتی که فایل ورودی دارای خطا باشد یک فایل به نام "log.txt" ایجاد می‌شود که خطاهای برنامه در آن گزارش شده است. در صورتی که این فایل ورودی درست و بدون خطا باشد محاسبات انجام می‌گیرد و یک فایل به نام "data.out" ایجاد می‌گردد که خروجی برنامه در آن قرار دارد.

لازم به ذکر است که برای اجرای محاسبات در خط فرمان تنها فایل‌های موجود در پوشه "Text Mode" مورد نیاز می‌باشند و می‌توان این پوشه را به آدرس دلخواه انتقال داد. در ضمن این فایل نیازی به کتابخانه‌های netFramework. ندارد.