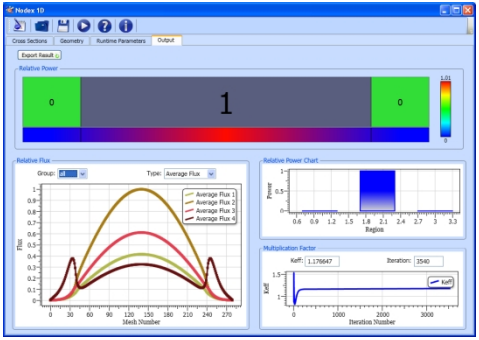
کد محاسباتی یک بعدی پخش نوترون با استفاده از روش‌های نودال بسط شار



راهنمای کاربر Nodex-1D

بسته هفتم - ویرایش ۰ - مهر ۱۳۹۲

ANC-MAN-DES-NE-100

فهرست مطالب

۱- چکیده ۷

۲- مقدمه ۸

۳- رابط گرافیکی برنامه ۹

۳-۱- نوار ابزار برنامه ۱۱

۳-۲- برگه نمایش سطوح مقاطع (Cross Section) ۱۶

۳-۳- برگه نمایش هندسه قلب راکتور (Geometry) ۲۱

۳-۴- برگه پارامترهای اجرا ۲۷

۳-۵- برگه خروجی (Output) ۳۱
۳-۵-۱- قسمت نمایش تغییرات ضریب تکثیر (Multiplication Factor) ۳۲
۳-۵-۲- قسمت نمایش توزیع شار نوترون نسبی(Relative Flux) ۳۴
۳-۵-۳- نمایش توزیع توان نسبی(Relative Power) ۳۹
۴- فایل‌های برنامه ۴۱
۵- لیست میانبرهای برنامه ۴۴
۶- اجرای برنامه در خط فرمان ۴۶

لیست شکل‌ها

شکل ۱: شمای کلی از برنامه "Nodex-1D" ۱۰
شکل ۲: نوار ابزار برنامه "Nodex-1D" ۱۱
شکل ۳: نمونه‌ای از فایل پروژه باز شده در برنامه ۱۳
شکل ۴: برگه نمایش سطوح مقاطع ۱۶
شکل ۵: پیغام مربوط به Import نمودن فایل ورودی ۲۰
شکل ۶: برگه نمایش هندسه قلب راکتور ۲۲
شکل ۷: پیغام مربوط به Clear نمودن هندسه ۲۵
شکل ۸: برگه پارامترهای اجرا ۲۷
شکل ۹: برگه خروجی ۳۱

شکل ۱۰: نمایش تغییرات ضریب تکثیر ۳۳
شکل ۱۱: نمایش توزیع شار نوترون‌ها ۳۵
شکل ۱۲: نحوه جابجایی بین گروه‌های مختلف انرژی و روش حل ۳۷
شکل ۱۳: نمایش هندسه‌ای توان ۴۰
شکل ۱۴: نمودار میله‌ای توان ۴۰
شکل ۱۵: اجرای کد محاسباتی بدون استفاده از رابط گرافیکی ۴۷

لیست جدول‌ها

جدول شماره ۱: پیغام‌های مربوط به "StatusBar" ۱۵
جدول شماره ۲: پیغام‌های خطا ۳۰
جدول شماره ۳: لیست میانبرهای برنامه ۴۴

۱- چکیده

هدف از انجام این پروژه، تهیه یک بسته نرم افزاری جهت محاسبات قلب راکتور می‌باشد که معادله پخش نوترون چند گروهی را به روش بسط نودال برای مسائل بحرانیت در هندسه یک بعدی حل می‌کند. این گزارش جهت آموزش و کار با برنامه "Nodex-1D" تهیه گردیده است. در این گزارش درباره نحوه استفاده از نرم‌افزار توضیح داده می‌شود و کاربران با قابلیت‌ها و قسمت‌های مختلف این نرم‌افزار در پردازش داده‌ها و نمایش نتایج آشنا خواهند شد.

۲- مقدمه

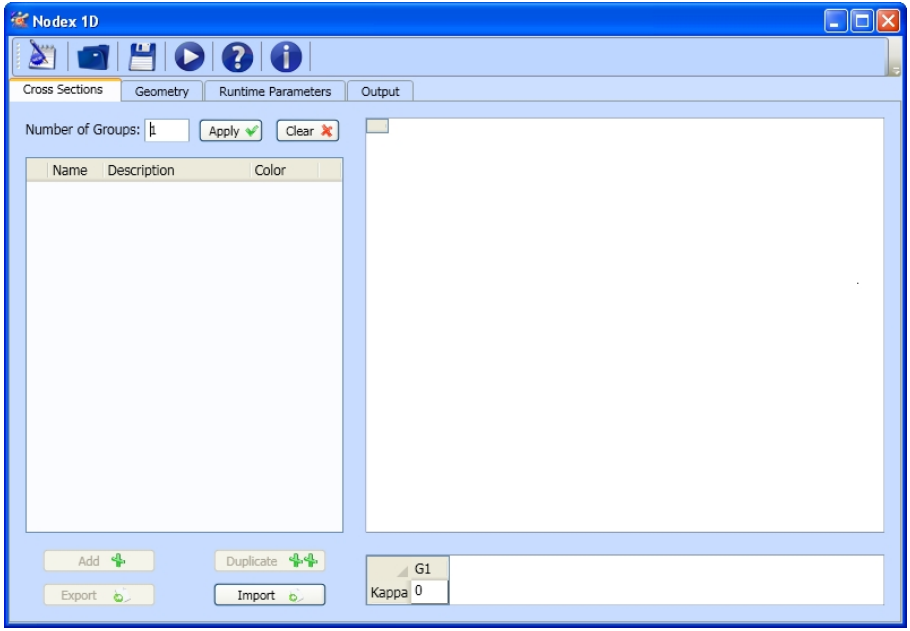
محاسبات نوترونیک همواره یکی از مسائل مهم در زمینه طراحی راکتور بوده است. هدف از انجام این پروژه، پیاده‌سازی و بکارگیری روش‌های نودال بسط شار در حل معادله پخش نوترون چند گروهی در مختصات کارتزین یک بعدی می‌باشد. روش بسط نودال یکی از روش‌های مشهور نودال جهت حل معادله پخش نوترون است که در این روش، توزیع شار در هر نود (المان) بصورت بسط چند جمله‌ای در نظر گرفته می‌شود. ضرایب مجهول این بسط نیز بر حسب پارامترهای هر نود، شامل شار نود و جریان یا شار سطوح بدست می‌آیند. این روش خود شامل مجموعه روش‌های جریان متوسط، شار متوسط، جریان نقطه‌ای و شار نقطه‌ای می‌باشد.

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 (Cross Sections)
- برگه نمایش هندسه قلب راکتور (Geometry)
- برگه پارامترهای اجرا (Runtime Parameters)
- برگه خروجی (Output)

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

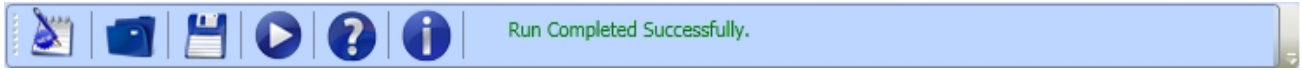


شکل ۱: شمای کلی از برنامه "Nodex-1D"

ساختار این نرم افزار به طور کلی از ۴ برگه و یک نوار ابزار تشکیل شده است. که در ادامه توضیحاتی راجع به هر بخش بیان می‌شود.

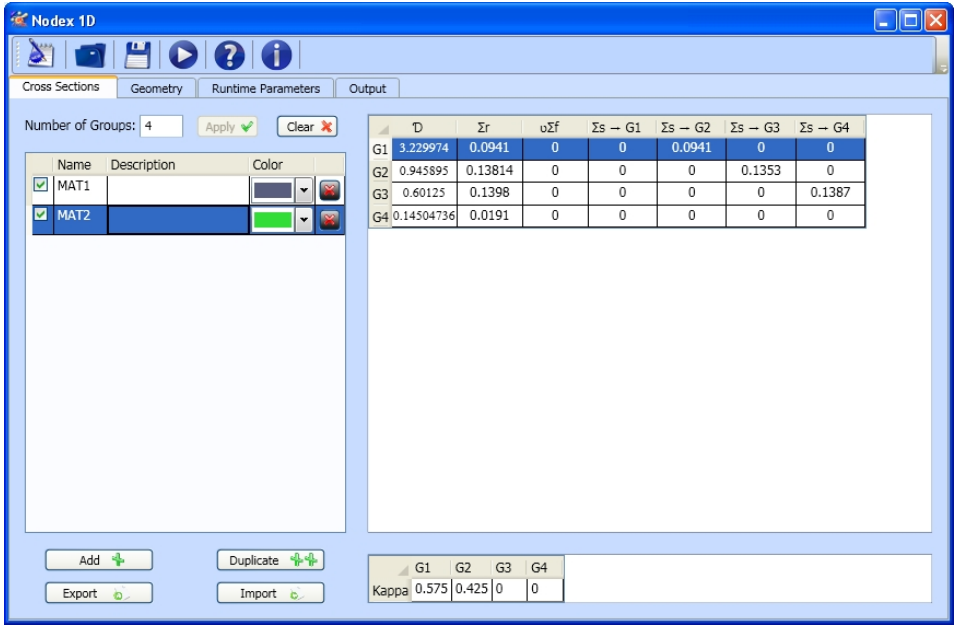
۳-۱- نوار ابزار برنامه

همان‌طور که در شکل ۲ ملاحظه می‌شود این نوار ابزار شامل ۷ قسمت می‌باشد که عملکرد هر یک به شرح صفحه بعد می‌باشد:



شکل ۲: نوار ابزار برنامه "Nodex-1D"

- "New Project File": با انتخاب این گزینه ، می‌توان یک پروژه جدید را باز نمود. 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 ".ndx") ایجاد شده است را انتخاب نمود. سپس با کلیک بر روی گزینه "Ok" صفحه اصلی برنامه به همراه اطلاعات موجود در فایل ورودی پدیدار می‌شود (شکل ۳، نمونه‌ای از فایل پروژه باز شده در برنامه است). کلیدهای میانبر برای این دکمه (Ctrl+Shift+O) می‌باشند.



شکل ۳: نمونه‌ای از فایل پروژه باز شده در برنامه

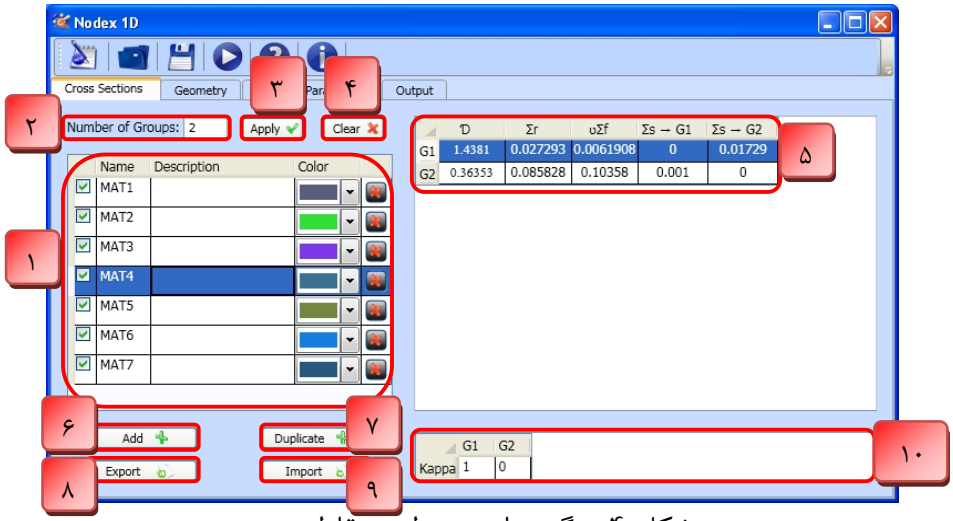
- "Save Project File": با انتخاب این گزینه ، تغییرات ایجاد شده در پروژه، در فایل پروژه جاری ذخیره می‌گردد. کلیدهای میانبر برای این دکمه (Ctrl+Shift+S) در نظر گرفته شده‌اند.
- "Run": با انتخاب این گزینه ، انجام محاسبات برنامه آغاز می‌شود. کلید میانبر برای این دکمه (F5) می‌باشد.
- "Help": با انتخاب این 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 را ارائه می‌دهد.
- "Status Bar": حالت‌های مختلف برنامه را نشان می‌دهد. جدول ۱، حالت‌های مختلف برنامه را نمایش می‌دهد.

جدول شماره ۱: پیغام‌های مربوط به "StatusBar"

شرایط پیغام	پیغام
در حال اجرا	Running ...
پایان اجرا بدون خطا	Run completed successfully.
پایان اجرا وقتی نتایج همگرا نشده	The solutions did not converged.
توقف برنامه با stop نمودن	Calculation was interrupted by the user.

۳-۲- برگه نمایش سطوح مقاطع (Cross Section)

همان‌گونه که در شکل۴ مشاهده می‌شود، در این برگه، اطلاعات مربوط به سطح مقطع‌ها قابل دسترسی می‌باشند.



شکل ۴: برگه نمایش سطوح مقاطع

این برگه از ده 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.

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 که شامل "Diffusion (D)"، "Sigma removal (Σr)" ، "Sigma fission (Σf)" و "Sigma Scatterings (Σs)" می‌باشد، نمایش داده می‌شود. تعداد سطرهای این جدول برای هر ماده، بسته به 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.

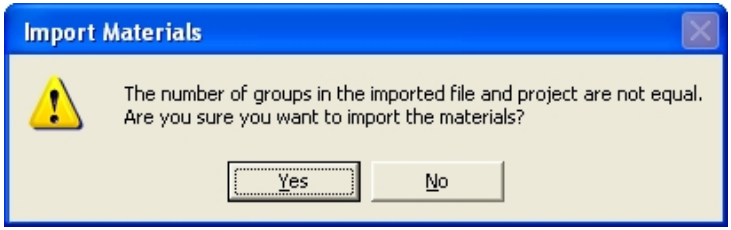
۶. "Add": اضافه نمودن یک ماده جدید توسط این دکمه انجام می‌شود. در این صورت نام و رنگ ماده به صورت پیش‌فرض و مقادیر سطوح مقاطع، "صفر" در نظر گرفته می‌شود. کلیدهای میانبر برای این دکمه (Ctrl+A) می‌باشند.

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 ۵ نمایش داده می‌شود. کلیدهای میانبر برای این دکمه (Ctrl+I) می‌باشند.

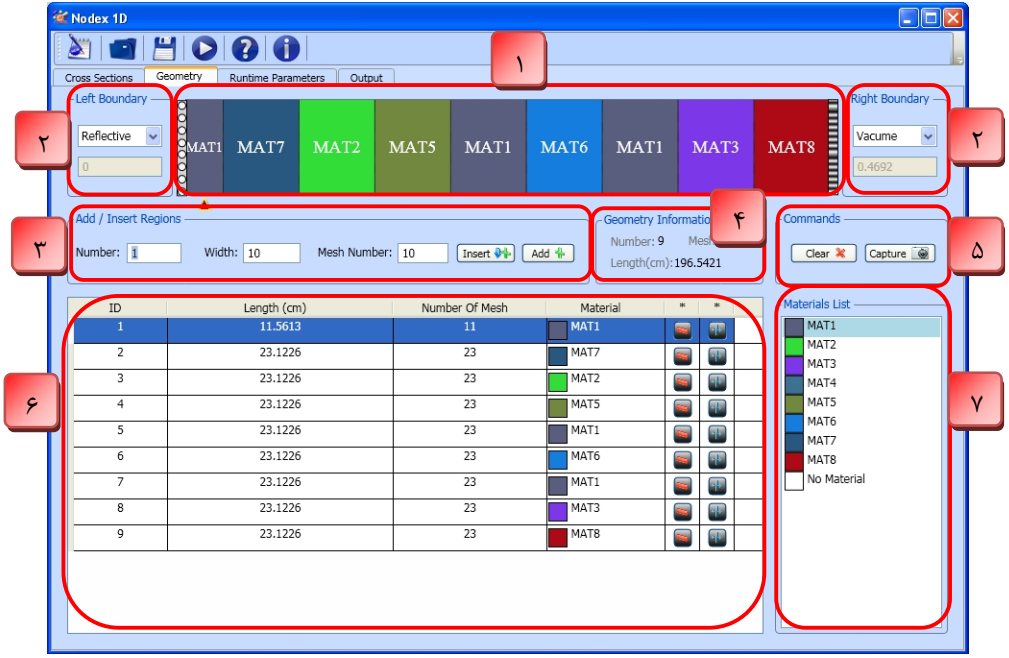


شکل ۵: پیغام مربوط به Import نمودن فایل ورودی

۱۰. "Kappa": این قسمت جهت نمایش و تغییر مقادیر "Kappa" می‌باشد. تعداد ستون‌های این جدول به تعداد گروه انرژی وابسته است.

۳-۳- برگه نمایش هندسه قلب راکتور (Geometry)

در این برگه، ساختار مواد تشکیل دهنده قلب راکتور بصورت گرافیکی نمایش داده می‌شود (شکل ۶). در این برگه قابلیت‌های متعددی برای ایجاد و اعمال تغییرات در هندسه در نظر گرفته شده است که در ادامه به آن‌ها اشاره می‌نماییم:



شکل ۶: برگه نمایش هندسه قلب راکتور

۱- نمایش هندسه: در این قسمت، ناحیه‌ها و مواد الصاق شده به آن‌ها قابل مشاهده می‌باشد.

۲- شرایط مرزی: از طریق منوی پنجره‌ای در دو طرف هندسه، می‌توان نوع شرایط مرزی راست و چپ هندسه را تعیین نمود.

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، اندازه "Width" و تعداد مش "Mesh Number" هر یک از نواحی را در قسمت‌های مربوطه وارد شود. سپس برای اضافه نمودن این نواحی به انتهای هندسه دکمه "Add" و برای درج نمودن به محلی که توسط اشاره گر 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 ۷ نمایش داده می‌شود که در صورت فشردن دکمه Yes در پیغام، تمامی نواحی و مواد موجود در آن‌ها حذف می‌شود و هندسه فقط شامل یک ناحیه از نوع "No-material" خواهد بود. دکمه "Capture" برای ذخیره تصویری از هندسه با پسوند ".png" به کار می‌رود.

شکل ۷: پیغام مربوط به Clear نمودن هندسه

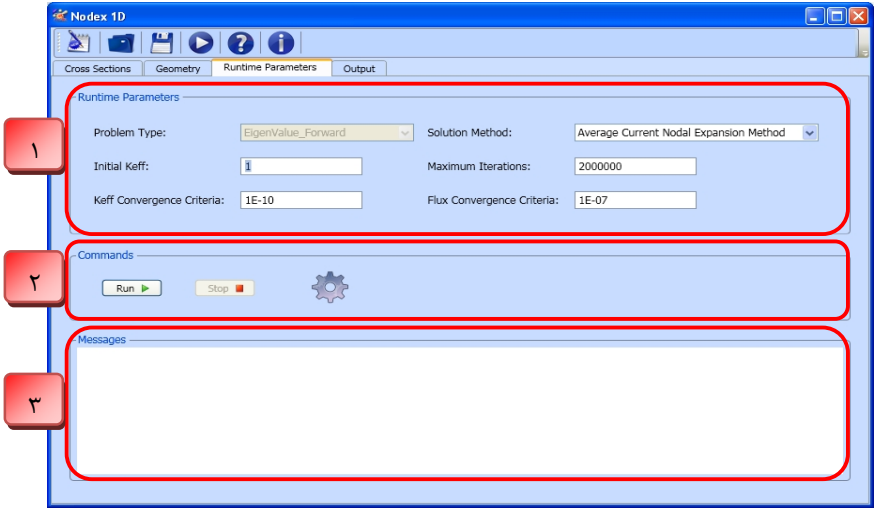
۶- جدول اطلاعات نواحی: در این قسمت، اطلاعات دقیقی در مورد نواحی ایجاد شده در هندسه وجود دارد. این اطلاعات شامل شناسه "ID"، اندازه "Length(cm)"، تعداد مش "Number of Mesh" و ماده "Material" انتخاب شده در آن ناحیه می‌باشد. تعداد مش و اندازه هر ناحیه در این جدول قابل تغییر می‌باشد. در انتهای هر سطر از این 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.

۳-۴- برگه پارامترهای اجرا

همان‌طور که در شکل ۸ مشاهده می‌شود، برگه پارامترهای اجرا از سه قسمت تشکیل شده است:



شکل ۸: برگه پارامترهای اجرا

۱. "Runtime Parameters": کاربر می‌تواند روش حل مسئله و شرایط پایان محاسبات را در قسمت‌های زیر تعیین نماید:

- "Solution Method": در این قسمت کاربر می‌تواند روش حل مسئله را از بین گزینه‌های "Average Current Nodal Expansion"، "Average Flux Nodal Expansion"، "Point Current Nodal Expansion" و "Point Flux Nodal Expansion" انتخاب کند. به‌طور پیش‌فرض گزینه‌ی "Average Current Nodal Expansion" انتخاب شده است.
- (Keff/Flux) Convergence Criteria: در این قسمت، دو شرط پایان محاسبات Keff و Flux قرار گرفته‌اند و کاربر می‌تواند بسته به نیاز، یک و یا هر دوی آن‌ها را انتخاب و مقداردهی کند.
- Initial Keff: در این بخش مقدار اولیه Keff دریافت می‌گردد.

- Maximum Iteration: این بخش برای تعیین حداکثر تکرار برای رسیدن به جواب قـرار داده شـده و جهت پایان عملیات در صورت همگرا نشدن نتایج می‌باشد.

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.

۳. "Messages": در صورتی که دکمه "Run" فشرده شود و به دلیل وجود خطا در برنامه، محاسبات نتواند شروع شود، پیغام‌های خطا در این بخش نمایش داده خواهند شد.

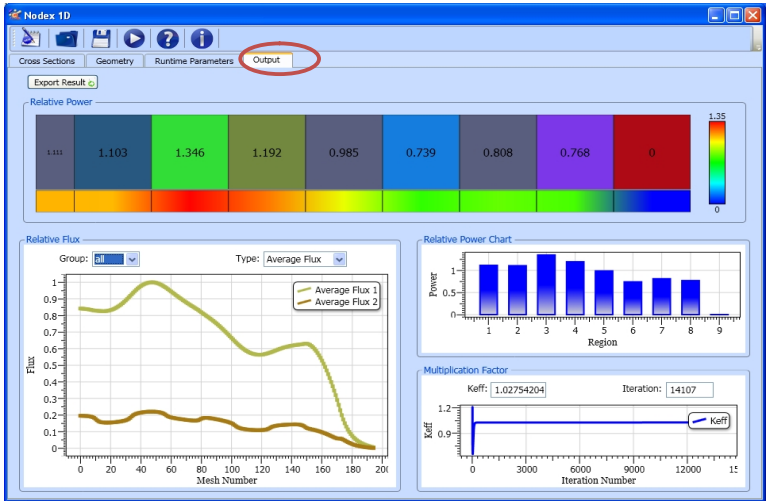
خطاهایی که در برنامه می‌تواند رخ دهد، در جدول ۲ نشان داده شده است.

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".

۳-۵- برگه خروجی (Output)

با انتخاب برگه Output، مقادیرخروجی برای Keff، Flux و Power قابل مشاهده خواهند بود (شکل ۹).



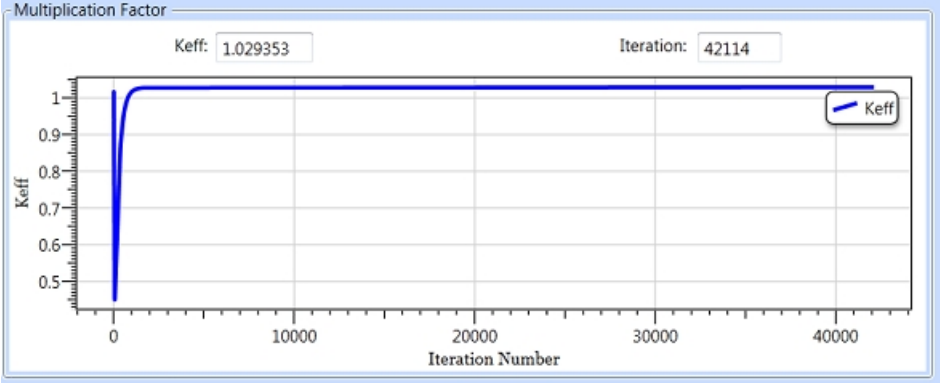
شکل ۹: برگه خروجی

در ادامه، هر یک از این قسمت ها و کاربردهای آن‌ها توضیح داده خواهد شد:

۳-۵-۱- قسمت نمایش تغییرات ضریب تکثیر (Multiplication Factor)

شکل ۱۰، نمودار تغییرات ضریب تکثیر را برحسب گام محاسبات نشان می‌دهد. در حل معادله پخش نوترون، ضریب تکثیر نوترونی یکی از مهمترین مقادیر است 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 مقطع 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.

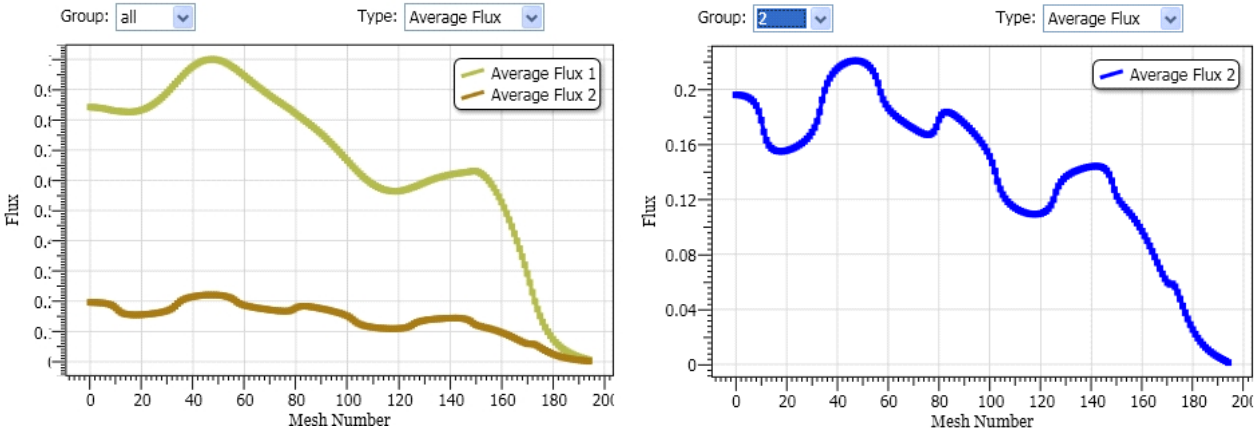


شکل ۱۰: نمایش تغییرات ضریب تکثیر

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.

۳-۵-۲- قسمت نمایش توزیع شار نوترون نسبی (Relative Flux)

این قسمت برای نمایش شار نوترون‌ها به صورت نمودار در نظر گرفته شده است. نمودار ترسیم شده (شکل۱۱)، میزان شار نوترون را در سلول‌های واقع در یک لایه افقی عمود بر محور سوخت‌ها نشان می‌دهد.



شکل ۱۱: نمایش توزیع شار نوترون‌ها

با استفاده از منوی بازشو در قسمت توزیع شار مشخص شده در شکل ۱۲، می‌توان بین گروه‌های مختلف انرژی حرکت نمود و میزان شار نوترون‌ها 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.

توسط گزینه "Type"، می‌توان نتایج را با توجه به روش حل مربوطه مشاهده نمود. اگر روش حل انتخابی یکی از دو روش "Average Current Nodal Expansion" یا "Average Flux Nodal Expansion" باشد، در منوی بازشو تنها گزینه "Average Flux" نمایش داده می‌شود. اگر روش حل انتخابی یکی از دو روش، "Point Current Nodal Expansion" یا "Point Flux Nodal Expansion" باشد، در منوی بازشو دو گزینه "Average Flux" و "PointFlux" برای انتخاب نمایش داده می‌شود. مقادیر نمودار نیز در پایان محاسبات نمایش داده می‌شود.

شکل ۱۲: نحوه جابجایی بین گروه‌های مختلف انرژی و روش حل

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

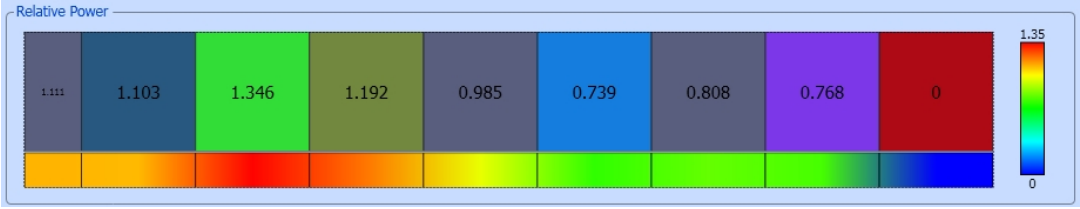
- بزرگنمایی: کاربر با فشردن دکمه سمت چپ موشواره بر روی صفحه نمایش، حرکت و سپس رهاسازی آن، می‌تواند بر روی قسمت خاصی از نمودار بزرگنمایی انجام دهد تا جزئیات بیشتری از نمودار را مشاهده نماید. لازم به ذکر است، در صورتی که با موشواره کلیک شود و بدون حرکت رها شود، نمودار به صورت بسیار زیاد بزرگنمایی می‌شود 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 بـر روی نمـودار کلیک نموده و سپس گزینه اول یعنی "Fit to view" را کلیک نمایید یا کلید (Home) از روی صفحه کلیـد را بفشارید. در ادامه، قابلیت های دیگر نمودار بیان شده است.
- جابجایی: در صورتی که کلید (Ctrl) یا (Shift) از روی صفحه کلید نگاه داشته شود و با کلیک نمـودن دکمـه چپ موشواره بر روی صفحات نمایش و حرکت دادن آن می‌توان نمودار رسم شده را در صـفحه نمـایش جابجـا نمود.
- ک 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 نرم افزار های 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 راهنمایی در مورد استفاده از نمودار موجود در دسترس کاربر قرار می‌گیرد.

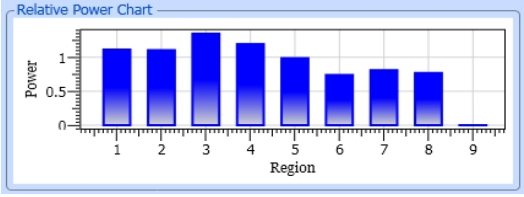
۳-۵-۳- نمایش توزیع توان نسبی (Relative Power)

نمودار توان به دو صورت هندسه‌ای و میله‌ای نمایش داده شده است. در نمایش هندسه‌ای، توان محاسبه شده در هر بخش، در مرکز همان بخش در نمودار نمایش داده شده و مقدار آن از کم به زیاد توسط گرادیان طیف رنگی از آبی تا قرمز ترسیم گردیده است. شکل ۱۳، نمونه ای از نمایش هندسه‌ای توان را نشان می‌دهد.



شکل ۱۳: نمایش هندسه‌ای توان

در نمودار میله‌ای، توزیع توان نیز مقادیر توان مربوط به هر ناحیه را می‌توان مشاهده و با دیگر نواحی مقایسه نمود (شکل۱۴).



شکل ۱۴: نمودار میله‌ای توان

۴- فایل‌های برنامه

سه نوع فایل در برنامه استفاده می‌شود که در ادامه توضیح داده می‌شوند:

- فایل سطوح مقاطع:

فایل سطوح 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 پروژه:

فایل پروژه، یک فایل متنی است که حاوی اطلاعات هندسه قلب، سطوح مقاطع، مقادیر پارامترهای زمان اجرا و نتایج می‌باشد. در واقع این فایل از به هم پیوستن تمامی اطلاعات برنامه ایجاد می‌شود و با پسوند ".ndx" 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.

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
ذخیره تصویر مقاطع Capture	Ctrl+0	Geometry
پاک نمودن مواد Clear	Ctrl+R	Geometry
ذخیره فایل اکسل	Ctrl+S	Output
ایجاد پروژه جدید	Ctrl+Shift+N	ALL Pages
باز نمودن پروژه جدید	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

این برنامه قابلیت اجرا شدن با استفاده از خط فرمان را دارا می‌باشد. برای این منظور می‌بایست خط فرمان به مسیری که فایل اجرایی برنامه در آنجا قرار دارد، منتقل شده و سپس فرامین به صورت زیر در خط فرمان نوشته شود.

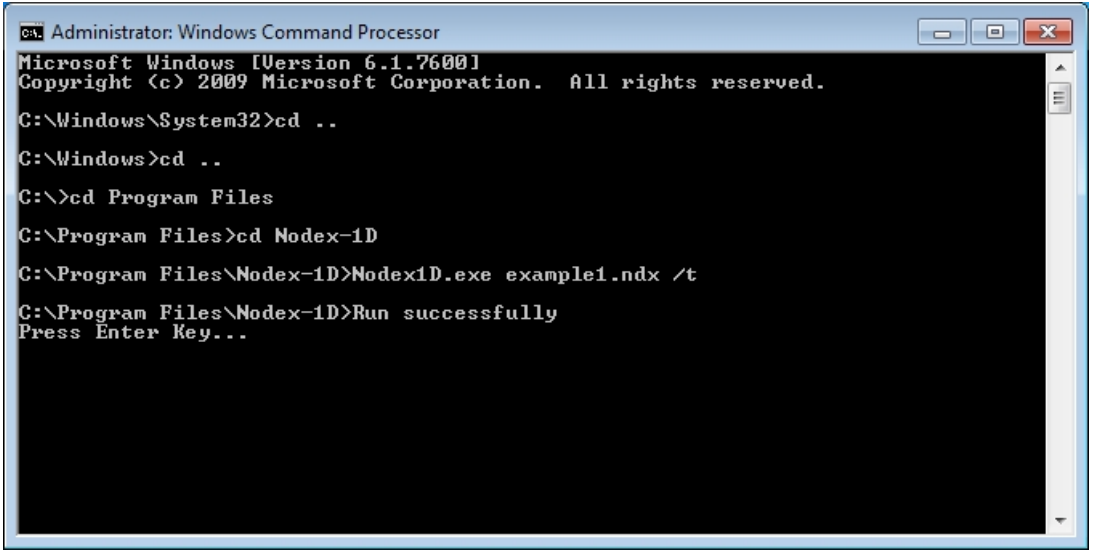
- اجرای رابط کاربر با استفاده از خط فرمان:

  Nodex1D.exe + فاصله + اسم فایل ورودی به همراه پسوند

- اجرای کد محاسباتی بدون استفاده از رابط گرافیکی:

  Nodex1D.exe + فاصله + اسم فایل ورودی به همراه پسوند + فاصله + /t

شکل ۱۵ نمونه‌ای از اجرای کد محاسباتی بدون استفاده از رابط گرافیکی را نشان می‌دهد.



شکل ۱۵: اجرای کد محاسباتی بدون استفاده از رابط گرافیکی

دراین حالت رابط گرافیکی کاربر اجرا نخواهد شد و کد محاسباتی با استفاده از فایل ورودی مشخص شده در خط فرمان اجرا خواهد شد. در صورت اجرای موفقیت آمیز برنامه، فایل خروجی برنامه در همان مسیر فایل ورودی با پسوند ".out" ذخیره می‌شود.

لازم به ذکر است که برای اجرای کد محاسباتی در خط فرمان و بدون استفاده از رابط گرافیکی باید فایل‌های ACNEM100.dll، PCNEM100.dll، AFNEM100.dll، PFNEM100.dll، DLLS.dll، Microsoft.Practices.Prism.dll، Microsoft.Practices.ServiceLocation.dll، Components.exe در کنار فایل اجرایی برنامه قرار داشته باشند.