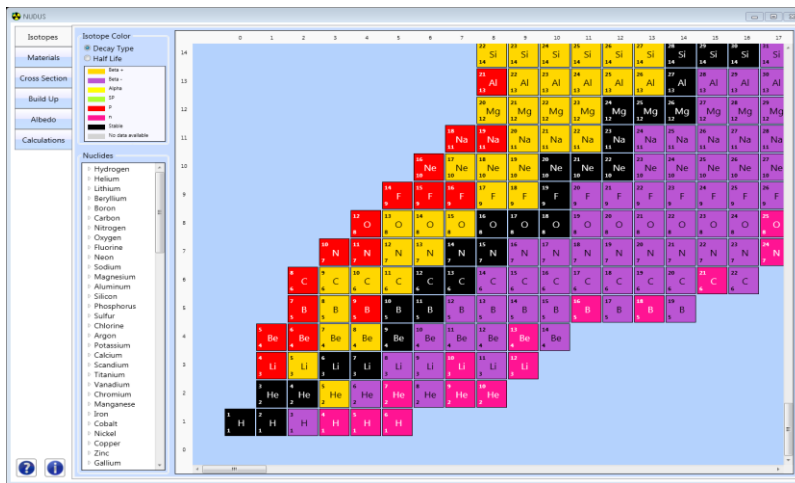


## نرم‌افزار نمایش داده‌های هسته‌ای و ابزارهای محاسبات تخمینی حفاظ و دز



راهنمای کاربر NUDUS

بسته چهاردهم - ویرایش ۰ - مهر ۱۳۹۳

ANC-MAN-TES-SU-100

## فهرست مطالب

- ۱- چکیده ..... ۸
- ۲- کلیدواژه ..... ۹
- ۳- اختصارات ..... ۱۰
- ۴- دامنه گزارش ..... ۱۰
- ۵- رابط گرافیکی برنامه NUDUS ..... ۱۱
- ۶- رابط کاربری نمایش خواص عمومی عناصر و زنجیره واپاشی ایزوتوپها ..... ۱۲

- ۷- رابط کاربری نمایش ترکیبات متداول مورد استفاده در مباحث حفاظ سازی ..... ۳۲
- ۸- رابط کاربری نمایش اندرکنش های فوتون، نوترون، الکترون، پروتون، آلفا ..... ۳۴
- ۹- رابط کاربری نمایش ضریب انباشت (Build-Up Factor) ..... ۴۹
- ۱۰- رابط کاربری نمایش ضریب آلبدو (Albedo Factor) ..... ۵۵
- ۱۱- رابط کاربری محاسبات سریع مورد استفاده در طراحی حفاظ ..... ۶۱
- ۱۲- ذخیره اطلاعات ..... ۸۵

## لیست شکل‌ها

- شکل ۱: نمای رابط کاربری نمایش خواص عمومی عناصر ..... ۱۳
- شکل ۲: رنگ ایزوتوپ‌ها بر حسب نوع واپاشی ..... ۱۴
- شکل ۳: رنگ ایزوتوپ‌ها بر حسب بازه نیمه عمر ..... ۱۵
- شکل ۴: انتخاب عنصر از درخت عناصر ..... ۱۶
- شکل ۵: انتخاب ایزوتوپ از درخت عناصر و یا پنجره گرافیکی ..... ۱۹
- شکل ۶: پنجره نمایش اطلاعات ایزوتوپ و قسمت Basic Information ..... ۲۱
- شکل ۷: پنجره نمایش اطلاعات ایزوتوپ و قسمت Alpha ..... ۲۲
- شکل ۸: پنجره نمایش اطلاعات ایزوتوپ و قسمت Beta ..... ۲۳
- شکل ۹: پنجره نمایش اطلاعات ایزوتوپ و قسمت Gamma ..... ۲۴

- شکل ۱۰: پنجره نمایش اطلاعات ایزوتوپ و قسمت X Ray ..... ۲۵
- شکل ۱۱: پنجره نمایش اطلاعات ایزوتوپ و قسمت Reference ..... ۲۷
- شکل ۱۲: رابط گرافیکی نمایش زنجیره واپاشی ..... ۲۹
- شکل ۱۳: نمایش پنجره خواص ایزوتوپ‌ها با کلیک کردن بر روی ایزوتوپ در پنجره نمایش زنجیره واپاشی ..... ۳۱
- شکل ۱۴: نمای کلی از رابط گرافیکی نمایش ترکیبات متداول مورد استفاده در مباحث حفاظ سازی ..... ۳۳
- شکل ۱۵: نمایی از رابط گرافیکی نمایش اندرکنش، نوترون، فوتون، الکترون، پروتون و آلفا ..... ۳۵
- شکل ۱۶: نمایی از پنجره نمایش سطح مقاطع در قالب جدول ..... ۳۸
- شکل ۱۷: نمایی از پنجره نمایش نموداری از سطح مقاطع ..... ۳۹
- شکل ۱۸: نمایی کلی از پنجره نمایش سطح مقاطع فوتون ..... ۴۲
- شکل ۱۹: نمایی کلی از پنجره نمایش سطح مقاطع الکترون ..... ۴۴

- شکل ۲۰: نمایی کلی از پنجره نمایش سطح مقاطع پروتون ..... ۴۶
- شکل ۲۱: نمایی کلی از پنجره نمایش سطح مقاطع آلفا ..... ۴۸
- شکل ۲۲: نمایی کلی از پنجره نمایش ضریب انباشت ..... ۵۰
- شکل ۲۳: پنجره نمایش ضریب انباشت فوتون برای Exposure از کتابخانه ANS ..... ۵۲
- شکل ۲۴: پنجره نمایش ضریب انباشت نوترون ..... ۵۴
- شکل ۲۵: نمایی کلی از پنجره نمایش ضریب آلبدو ..... ۵۶
- شکل ۲۶: پنجره نمایش ضریب آلبدو فوتون از کتابخانه RANKERN ..... ۵۸
- شکل ۲۷: پنجره نمایش ضریب آلبدو نوترون ..... ۶۰
- شکل ۲۸: نمایی کلی از پنجره رابط گرافیکی محاسبات سریع مورد استفاده در طراحی حفاظ ..... ۶۲
- شکل ۲۹: نمایی کلی از پنجره محاسبه دز همراه حفاظ ..... ۶۹

- شکل ۳۰: نمایی کلی از پنجره نمایش ضخامت حفاظ مناسب ..... ۷۳
- شکل ۳۱: نمایی کلی از پنجره محاسبه دز در اجزای مختلف بدن ناشی از انباشت ایزوتوپ‌ها ..... ۷۷
- شکل ۳۲: نمایی کلی از پنجره اطلاعات بیولوژیکی (نمایش ایزوتوپ‌ها) ..... ۷۸
- شکل ۳۳: نمایی کلی از پنجره اطلاعات بیولوژیکی (نمایش نیمه عمر بیولوژیکی) ..... ۷۹
- شکل ۳۴: نمایی کلی از پنجره اطلاعات بیولوژیکی (نمایش شماتیک انباشت ایزوتوپ مورد نظر در اجزاء مختلف بدن) ..... ۸۰
- شکل ۳۵: نمایی کلی از پنجره محاسبه دز ناشی از استنشاق مواد پرتوزا و رادیواکتیو ..... ۸۲
- شکل ۳۶: نمایی کلی از پنجره محاسبه دز ناشی از بلعیدن مواد پرتوزا و رادیواکتیو ..... ۸۴
- شکل ۳۷: پنجره ذخیره اطلاعات در برنامه ..... ۸۶
- شکل ۳۸: نمایی از فایل ذخیره شده توسط برنامه ..... ۸۷

## ۱- چکیده

نرم افزار NUDUS برای نمایش اطلاعات کافی در مورد عناصر و ایزوتوپ‌های تشکیل دهنده آن، زنجیره واپاشی ایزوتوپ‌ها، نمایش ایزوتوپ‌های تشکیل دهنده ترکیبات پر استفاده در طراحی سیستم‌های هسته‌ای همراه با اطلاعات درصد تشکیل دهنده آنها، نمایش سطح مقاطع اندرکنش نوترون، گاما، آلفا، بتا و پروتون با محیط می‌باشد.

همچنین این نرم افزار به محاسبه ایزوتوپ های تولیدی ناشی از واپاشی ایزوتوپ مادر پرداخته و قادر به محاسبه دز چشمه ناشی از ترکیب ایزوتوپ‌ها در فاصله معین بدون حفاظ و همراه با حفاظ می‌باشد. محاسبه و نمایش ضخامت مناسب حفاظ از دیگر قابلیت‌های این نرم‌افزار است. علاوه بر این، محاسبات مربوط به بلعیدن و تنفس مواد رادیواکتیو در نرم افزار گنجانده شده است.



گزارش حاضر راهنمای کاربری نرم افزار NUDUS می باشد که در آن نحوه استفاده از نرم افزار توضیح داده شده است. داشتن نرم افزاری جهت محاسبات سریع حفاظ و دز ناشی از انواع پرتوها بسیار مفید می باشد. در این گزارش سعی بر آن شد تا با طراحی و پیاده سازی یک رابط گرافیکی مناسب، محیطی جهت محاسبات دز و حفاظ سازی در اختیار کاربر قرار گیرد که به محاسبه ایزوتوپ های تولیدی ناشی از واپاشی ایزوتوپ مادر پرداخته شود و همچنین دز ناشی از چشمه ناشی از ترکیب ایزوتوپ ها در فاصله معین بدون حفاظ و همراه با حفاظ محاسبه گشته و ضخامت مناسب حفاظ نمایش داده شود. علاوه بر این، محاسبات مربوط به بلعیدن و تنفس مواد رادیواکتیو در نرم افزار گنجانده شده است.

## ۲- کلیدواژه

رابط گرافیکی، خواص فیزیکی ایزوتوپ ها و عناصر، زنجیره واپاشی، ترکیبات متداول در کاربردهای هسته ای، سطح مقاطع اندرکنش ها، محاسبات ساده و سریع دز و حفاظ

## ۳- اختصارات

توضیح	عبارت اختصاری	عبارت
	PNNL	Pacific Northwest National Laboratory
	MSL	Material Specification Library
	LANL	Los Alamos National Laboratory

## ۴- دامنه گزارش

در این راهنما، کاربران با قابلیت‌ها و بخش‌های مختلف رابط گرافیکی کد NUDUS جهت نمایش اطلاعات عناصر و ایزوتوپ‌های آن و محاسبات ساده دز سنجی و حفاظ سازی و چگونگی استخراج و نمایش نتایج آشنا خواهند شد.

## ۵- رابط گرافیکی برنامه NUDUS

این نرم افزار از شش بخش اصلی زیر تشکیل شده است:

۱. رابط کاربری نمایش خواص عمومی عناصر و زنجیره واپاشی ایزوتوپها
۲. رابط کاربری نمایش ترکیبات متداول مورد استفاده در مباحث حفاظ سازی
۳. رابط کاربری نمایش سطح مقاطع اندرکنش های فوتون، نوترون، الکترون، پروتون، آلفا
۴. رابط کاربری نمایش کتابخانه ضریب انباشت
۵. رابط کاربری نمایش کتابخانه آلبدو
۶. رابط کاربری محاسبات سریع مورد استفاده در طراحی حفاظ

در ادامه توضیحاتی راجع به هر بخش بیان می شود.

## ۶- رابط کاربری نمایش خواص عمومی عناصر و زنجیره واپاشی ایزوتوپ‌ها

این رابط کاربری از یک پنجره اصلی برای انتخاب عنصر (و یا ایزوتوپ) و از پنجره‌های فرعی برای نمایش خواص عنصر، ایزوتوپ و نمایش زنجیره واپاشی ایزوتوپ انتخابی تشکیل شده است.

### ۶-۱- پنجره اصلی

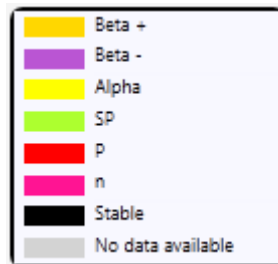
پنجره اصلی نرم‌افزار از دو قسمت برای انتخاب ایزوتوپ‌ها تشکیل شده است. قسمت اول شامل نمودار درختی می‌باشد که با کلیک کردن بر روی عنصر مورد نظر، ایزوتوپ‌های آن نمایش داده شده و قسمت دوم شامل یک پنجره گرافیکی است که می‌توان ایزوتوپ مورد نظر را با کلیک کردن انتخاب نمود. در شکل ۱ نمایی از پنجره برنامه آورده شده است.











شکل ۱: نمای رابط کاربری نمایش خواص عمومی عناصر

## ۶-۱-۱- توصیف رنگ ایزوتوپها

رنگ ایزوتوپها در پنجره گرافیکی به دو صورت توسط کاربر قابل انتخاب می باشد. حالت اول بر اساس نوع ذره گسیل کننده است. در این حالت رنگ پنجره ها بر حسب نوع واپاشی بصورت شکل ۲ می باشد. حالت دوم بر اساس نیمه عمر واپاشی بوده و رنگ ایزوتوپها بر حسب بازه نیمه عمر بصورت شکل ۳ است.



شکل ۲: رنگ ایزوتوپها بر حسب نوع واپاشی

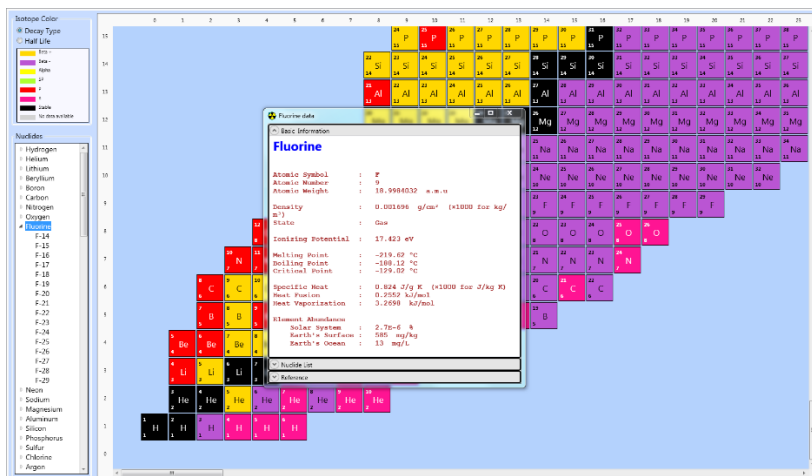
	$T < 1\text{ms}$
	$1\text{ms} \leq T < 1\text{s}$
	$1\text{s} \leq T < 2\text{min}$
	$2\text{min} \leq T < 1\text{h}$
	$1\text{h} \leq T < 1\text{d}$
	$1\text{d} \leq T < 1\text{y}$
	$1\text{y} \leq T < 1\text{Gh}$
	No data available

شکل ۳: رنگ ایزوتوپها بر حسب بازه نیمه عمر

## ۶-۲- پنجره فرعی نمایش خواص عناصر

با دوبار کلیک بر روی عنصر مورد نظر در درخت عناصر، پنجره ای شامل اطلاعات عنصر مورد نظر باز می گردد. این پنجره خود از سه قسمت به نامهای Basic Information، Nuclide List و Reference تشکیل شده است که هر یک بخشی از اطلاعات عنصر مشخص شده را بصورت طبقه بندی شده نمایش می دهند. با کلیک بر روی درگاه هر یک از

قسمت ها می توان اطلاعات موجود در آن را مشاهده نمود. کاربر می تواند یک یا همه قسمت ها را در پنجره فرعی باز کند. در شکل ۴ اطلاعات مربوط به عنصر Fluorine در پنجره فرعی نشان داده شده است.



شکل ۴: انتخاب عنصر از درخت عناصر



## ۶-۲-۱- قسمت Basic Information

قسمت Basic Information شامل اطلاعاتی از قبیل نماد عنصر، عدد اتمی، عدد جرمی، چگالی، حالت عنصر، دمای نقطه ذوب، جوش و بحرانی ماده، میزان وجود در منظومه شمسی، سطح زمین و اقیانوس ها آورده شده است.

## ۶-۲-۲- قسمت Nuclide List

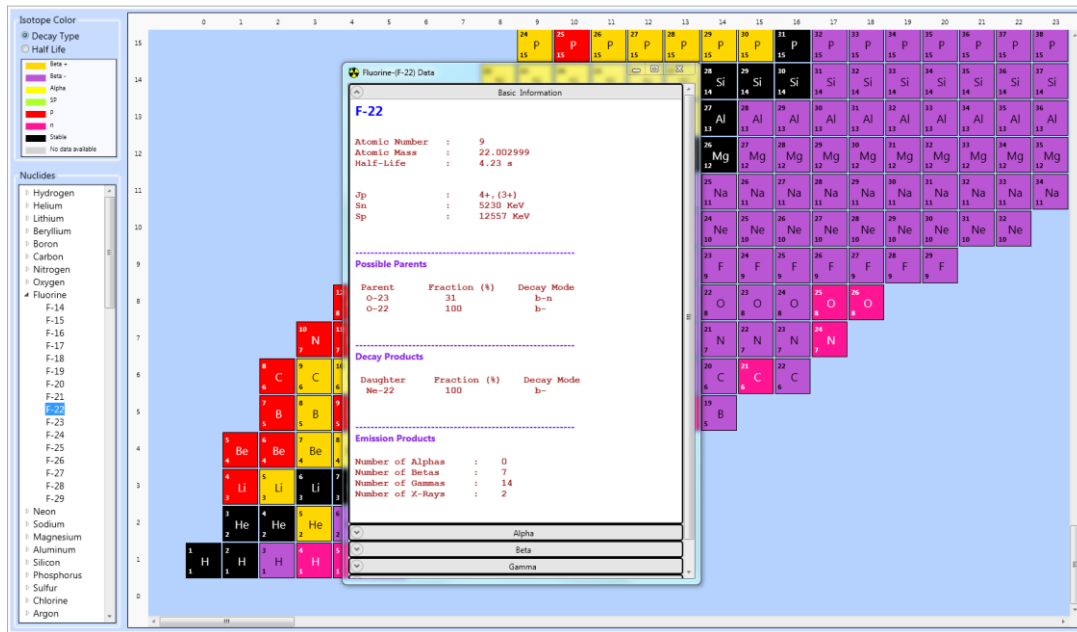
در قسمت Nuclide List اطلاعات ایزوتوپ های عنصر مورد نظر همراه با نیمه عمر و درصد تشکیل دهنده عنصر در طبیعت نمایش داده می شود.

## ۶-۲-۳- قسمت Reference

در قسمت Reference مراجع استخراج اطلاعات برای عنصر بیان می گردد.

## ۳-۶- پنجره فرعی نمایش خواص ایزوتوپها

با دو بار کلیک بر روی ایزوتوپ مورد نظر در درخت عناصر و یا پنجره گرافیکی، پنجره ای شامل اطلاعات در مورد ایزوتوپ مورد نظر باز می گردد. این پنجره خود از شش قسمت به نامهای Basic Information, Alpha, Beta, Gamma, X Ray و Reference تشکیل شده است که هر یک، بخشی از اطلاعات ایزوتوپ مشخص شده را بصورت طبقه بندی شده نمایش می دهند. با کلیک بر روی درگاه هر یک از قسمت ها می توان اطلاعات موجود در آن را مشاهده نمود. کاربر می تواند یک یا همه قسمت ها را در پنجره فرعی باز کند. در شکل ۵ با کلیک بر روی ایزوتوپ F-22 از عنصر Fluorine پنجره اطلاعات آن باز گشته است.



شکل ۵: انتخاب ایزوتوپ از درخت عناصر و یا پنجره گرافیکی

## ۶-۳-۱ - قسمت Basic Information

قسمت Basic Information همانطور که از شکل ۶ مشاهده می شود شامل اطلاعات عدد اتمی، جرم اتمی، نیمه عمر واپاشی، درصد وجود ایزوتوپ مورد نظر از کل عنصر در طبیعت، مقادیر  $z_p$ ،  $sn$  و  $sp$ ، ایزوتوپ های تشکیل دهنده ایزوتوپ مورد نظر همراه با درصد واپاشی و نوع واپاشی، ایزوتوپ های تشکیل شده در اثر واپاشی ایزوتوپ مورد نظر همراه با درصد واپاشی و نوع واپاشی به ایزوتوپ های مشخص شده، تعداد ذرات آلفا، بتا، گاما و ایکس در اثر واپاشی می باشد.

Fluorine-(F-22) Data

Basic Information

**F-22**

Atomic Number : 9  
 Atomic Mass : 22.002999  
 Half-Life : 4.23 s

Zp : 4+, (3+)  
 Sn : 5230 KeV  
 Sp : 12557 KeV

-----

**Possible Parents**

Parent	Fraction (%)	Decay Mode
O-23	31	b-n
O-22	100	b-

-----

**Decay Products**

Daughter	Fraction (%)	Decay Mode
Ne-22	100	b-

-----

**Emission Products**

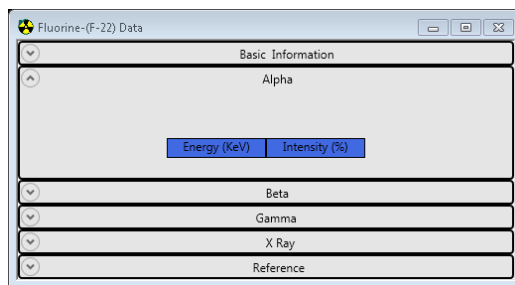
Number of Alphas : 0  
 Number of Betas : 7  
 Number of Gammas : 14  
 Number of X-Rays : 2

Alpha  
 Beta  
 Gamma

شکل ۶: پنجره نمایش اطلاعات ایزوتوپ و قسمت Basic Information

## ۶-۳-۲- قسمت Alpha

در قسمت Alpha همانطور که از شکل ۷ مشاهده می گردد اطلاعات آلفاهای گسیل شده در اثر واپاشی ایزوتوپ مورد نظر بر حسب انرژی و درصد گسیل آن نمایش داده می شود.



شکل ۷: پنجره نمایش اطلاعات ایزوتوپ و قسمت Alpha

## ۳-۳-۶- قسمت Beta

در قسمت Beta همانطور که از شکل ۸ مشاهده می گردد اطلاعات بتاهای گسیل شده در اثر واپاشی ایزوتوپ مورد نظر بر حسب انرژی و درصد گسیل و حالت گسیل آن نمایش داده می شود.

The screenshot shows a software window titled 'Fluorine-(F-22) Data'. It has a tree view on the left with categories: Basic Information, Alpha, Beta, Gamma, X Ray, and Reference. The 'Beta' category is selected and expanded, displaying a table of decay data.

Energy (KeV)	Intensity (%)	Decay (Mode)
3395	96.0000e-01	b-
3476.9	13.0000e-01	b-
4472.8	77.0000e-01	b-
5176.7	18.0000e+00	b-
5294.8	59.3000e+00	b-
7460.8	34.0000e-01	b-
9543.46	70.0000e-02	b-

شکل ۸: پنجره نمایش اطلاعات ایزوتوپ و قسمت Beta

## ۶-۳-۴- قسمت Gamma

در قسمت Gamma همانطور که از شکل ۹ مشاهده می گردد اطلاعات گاماها ی گسیل شده در اثر واپاشی ایزوتوپ مورد نظر بر حسب انرژی و درصد گسیل و حالت گسیل آن نمایش داده می شود.

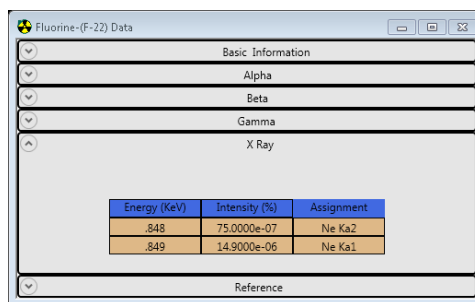
Energy (KeV)	Intensity (%)	Delay (Min)
1274.53	10.0000e+01	b-
1431.1	30.0000e+02	b-
1453.1	30.0000e+03	b-
1897.7	60.0000e+01	b-
2082.5	85.1000e+00	b-
2165.9	67.8000e+00	b-
2284	52.0000e+01	b-
2552.5	20.0000e+03	b-
2807.8	70.0000e+01	b-
3151.8	30.0000e+03	b-
3983.5	10.0000e+01	b-
4248.2	11.0000e+01	b-
4882.2	12.8000e+03	b-
4624.8	13.0000e+01	b-

شکل ۹: پنجره نمایش اطلاعات ایزوتوپ و قسمت Gamma



## ۶-۳-۵- قسمت X Ray

در قسمت X Ray همانطور که از شکل ۱۰ مشاهده می گردد اطلاعات ایکس های گسیل شده در اثر واپاشی ایزوتوپ مورد نظر بر حسب انرژی و درصد گسیل و حالت گمارش آن نمایش داده می شود.

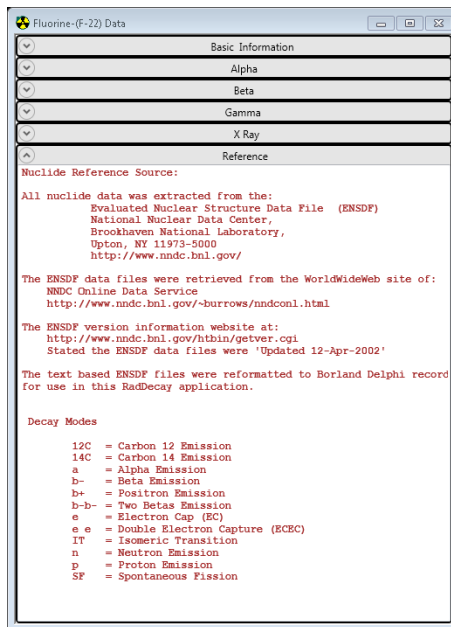


Energy (KeV)	Intensity (%)	Assignment
.848	75.0000e-07	Ne Ka2
.849	14.9000e-06	Ne Ka1

شکل ۱۰: پنجره نمایش اطلاعات ایزوتوپ و قسمت X Ray

Reference ۶-۳-۶- قسمت

در قسمت Reference همانطور که از شکل ۱۱ مشاهده می گردد مراجع استخراج اطلاعات برای ایزوتوپ نمایش داده می شود.

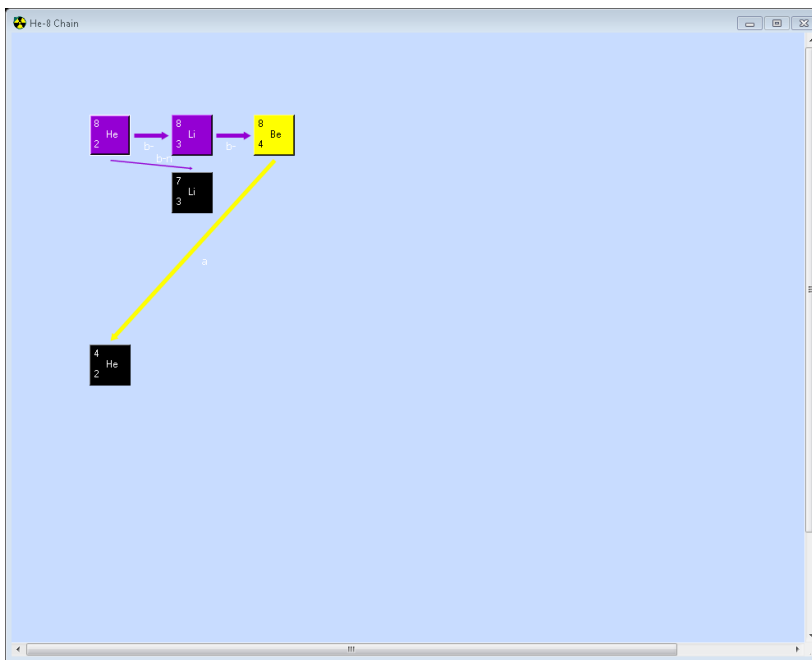


شکل ۱۱: پنجره نمایش اطلاعات ایزوتوپ و قسمت Reference

## ۴-۶- پنجره فرعی نمایش زنجیره واپاشی ایزوتوپ‌ها

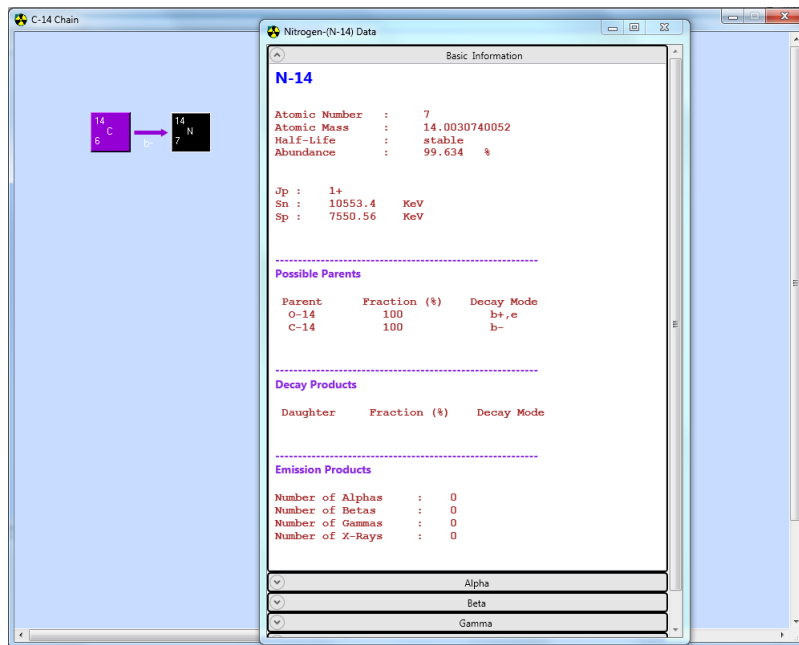
برای نمایش زنجیره واپاشی ایزوتوپ‌ها، با کلیک راست بر روی ایزوتوپ مورد نظر در پنجره گرافیکی نمایش ایزوتوپ‌ها، پنجره مربوط به نمایش زنجیره واپاشی ایزوتوپ مورد نظر نمایش داده می‌شود. شکل ۱۲ نمایی از این پنجره را نمایش می‌دهد.

رنگ مربع ایزوتوپ‌ها و فلش‌های واپاشی، همان رنگ نمایش ایزوتوپ‌ها در پنجره نمایش خواص عمومی عناصر می‌باشد. همچنین ضخامت فلش‌ها به درصد واپاشی ایزوتوپ از این نوع واپاشی بستگی دارد.



شکل ۱۲: رابط گرافیکی نمایش زنجیره واپاشی


با کلیک کردن بر روی مربع هر ایزوتوپ، پنجره نمایش خواص ایزوتوپ‌ها نمایش داده می‌شود. به عنوان مثال در پنجره رابط گرافیکی نمایش واپاشی C-14 در شکل ۱۳ با کلیک بر روی ایزوتوپ N-14 پنجره نمایش خواص این ایزوتوپ نمایش داده شده است.



شکل ۱۳: نمایش پنجره خواص ایزوتوپها با کلیک کردن بر روی ایزوتوپ در پنجره نمایش زنجیره واپاشی

پنجره نمایش زنجیره واپاشی شامل واپاشی های بتا منفی، بتا مثبت، آلفا، گیراندازی الکترون داخلی، واپاشی پروتون، واپاشی نوترون و واپاشی ایزومری می باشد.

## ۷- رابط کاربری نمایش ترکیبات متداول مورد استفاده در مباحث حفاظ سازی

این رابط کاربری از هفت کتابخانه مستقل به نام های PNNL، MSL، MINNI، Rad Toolbox، LANL، NIST و ASTM تشکیل شده است. شکل ۱۴ نمای کلی از این رابط گرافیکی را نشان می دهد. با انتخاب هر یک از کتابخانه ها و دوبار کلیک کردن بر روی عنصر مورد نظر اطلاعات آن در پنجره نمایش داده می شود. برای ذخیره اطلاعات نمایش داده شده بصورت فایل متنی، دکمه  در پایین رابط کاربری تحت عنوان Save Data قرار دارد.



Library  
 PINL     MSL  
 MINNI     RadToolbox  
 LANL     NIST  
 ASTM

Composition  
 A150TEP  
 Acetone  
 Acetylene  
**Air**  
 Alanine  
 Aluminum  
 Aluminum Oxide  
 Aluminum, Alloy 202  
 Aluminum, Alloy 209F  
 Aluminum, Alloy 3003  
 Aluminum, Alloy 404  
 Aluminum, Alloy 5081  
 Aluminum, Alloy 6061  
 Aluminum, Alloy 7075  
 Ammonia (Liquid at T  
 Anthracene  
 Argon  
 Asphalt  
 Asphalt Pavement  
 Bakelite  
 Barium Fluoride  
 Barium Sulfate  
 Benzene  
 Beryllium  
 Beryllium Carbide  
 Beryllium Oxide  
 Bismuth  
 Bismuth Germanate (C  
 Blood (ICRP)  
 Bone Equivalent Plast  
 Bone Equivalent Plast  
 Bone, Compact (ICRU  
 Bone, Cortical (ICRP)  
 Boral (65% Al-35% B4  
 Boral (Aluminum 10%  
 Boral (Aluminum 5%  
 Borax

**Air (Dry, Near Sea Level)**

Formula = -    Molecular weight (g/mole) = -  
 Density (g/cm3) = 0.001205    Total atom density (atoms/b-cm) = 4.988E-05

The above density is estimated to be accurate to 4 significant digits. Uncertainties are not addressed.  
 The following data were calculated from the input weight fractions.

Element	Neutron ZA	Photon ZA	Weight Frac.	Atom Frac.	Atom Density
C	6000	6000	0.000124	0.000150	0.000000
N	7014	7000	0.755268	0.784431	0.000039
O	8016	8000	0.231781	0.210748	0.000011
Ar	18000	8000	0.012827	0.004671	0.000000
Total			1.000000	1.000000	0.000050

**MCNP's Neutrons Form**

ZZZAAA	Weight Frac.	Atom Frac.	Atom Density
6000	-0.000124	0.000150	0.000000
7014	-0.755268	0.784431	0.000039
8016	-0.231781	0.210748	0.000011
18000	-0.012827	0.004671	0.000000

**MCNP's Photons Form**

ZZZAAA	Weight Frac.	Atom Frac.	Atom Density
6000	-0.000124	0.000150	0.000000
7000	-0.755268	0.784431	0.000039
8000	-0.231781	0.210748	0.000011
18000	-0.012827	0.004671	0.000000

**CEPXS Form**

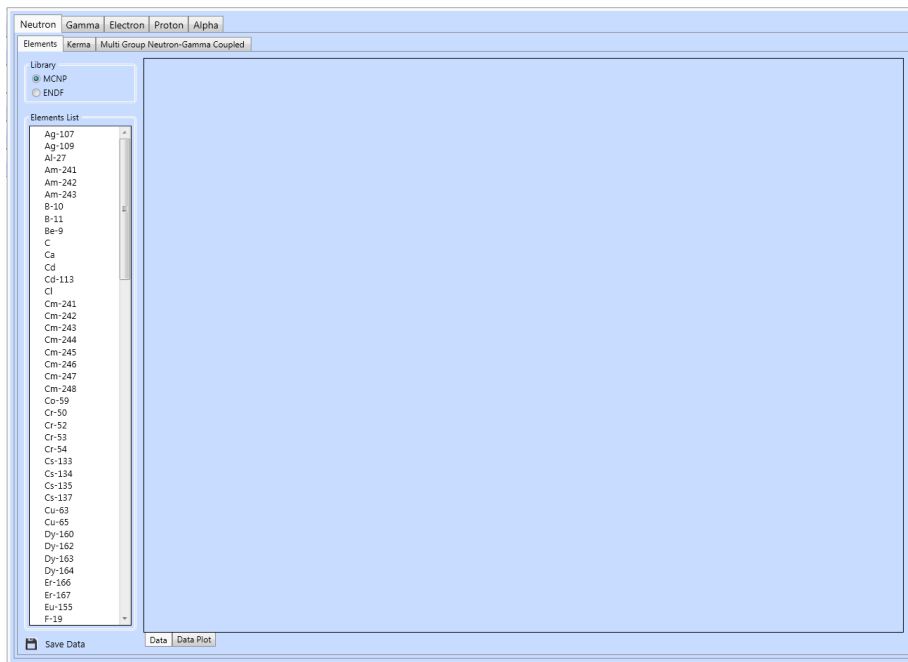
Element	Weight Frac.
C	0.000124
N	0.755268
O	0.231781
Ar	0.012827

Save Data

شکل ۱۴: نمای کلی از رابط گرافیکی نمایش ترکیبات متداول مورد استفاده در مباحث حفاظ سازی

## ۸- رابط کاربری نمایش اندرکنش‌های فوتون، نوترون، الکترون، پروتون، آلفا


این رابط کاربری همانطور که در شکل ۱۵ نمایش داده شده است، از پنج پنجره مستقل برای نمایش سطح مقاطع اندرکنش نوترون، فوتون، الکترون، پروتون و آلفا تشکیل شده است.

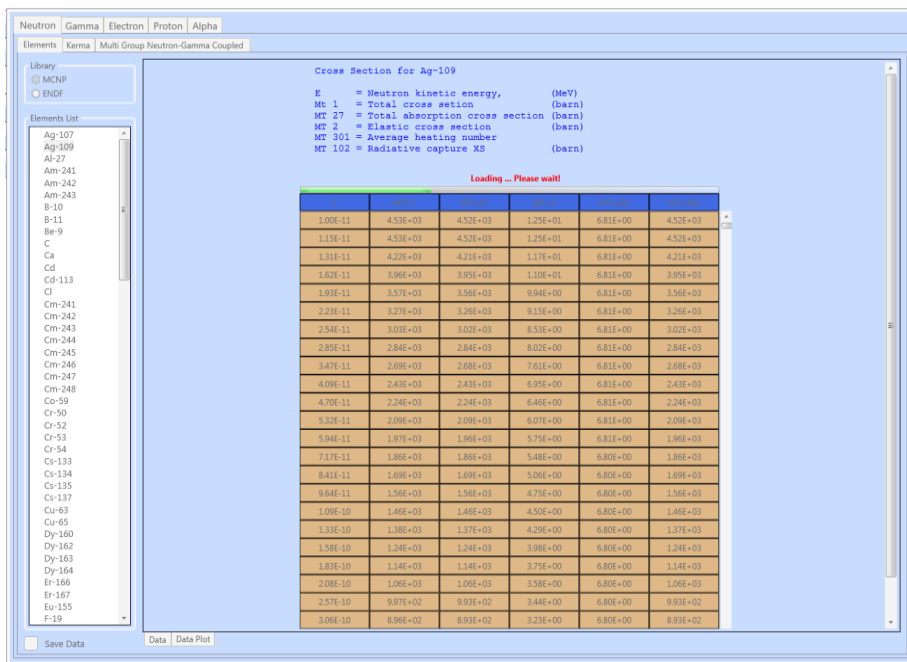


شکل ۱۵: نمایش از رابط گرافیکی نمایش اندرکنش، نوترون، فوتون، الکترون، پروتون و آلفا

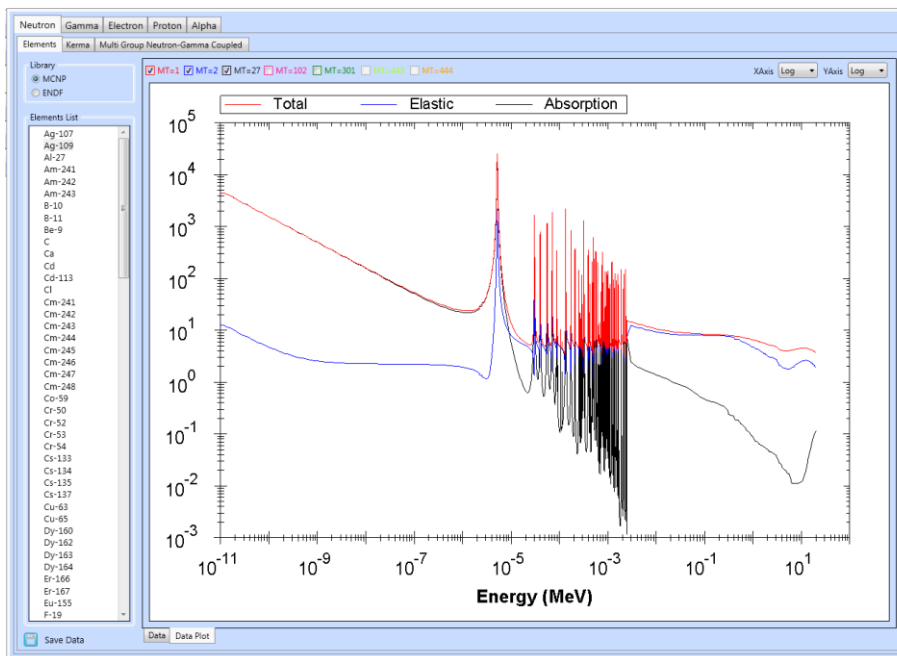
## ۸-۱- پنجره نوترون

این پنجره از سه قسمت برای نمایش سطح مقاطع پیوسته، سطح مقاطع گروهی و نمایش کرما تشکیل شده است. قسمت‌های سطح مقاطع پیوسته و نمایش کرما شامل دو زیر پنجره برای نمایش اطلاعات در قالب جدول و ترسیم شکل می‌باشند. در پنجره سطح مقاطع پیوسته با انتخاب کتابخانه (MCNP یا ENDF) و دوبار کلیک کردن بر روی ایزوتوپ مورد نظر سطح مقاطع اندرکنش نوترون در زیر پنجره نمایش اطلاعات در قالب جدول نمایش داده می‌شود. همچنین در زیر پنجره ترسیم شکل نیز می‌توان اطلاعات را بصورت نمودار مشاهده نمود. شکل ۱۶ نمایی از پنجره نمایش سطح مقاطع نوترون در قالب زیر پنجره نمایش اطلاعات برای کتابخانه MCNP و شکل ۱۷ نمایی از پنجره نمایش نموداری از سطح مقاطع را نمایش می‌دهد. در زیر پنجره ترسیم شکل، قسمتی در بالای پنجره برای تغییر دادن نوع نمایش محورهای افقی و عمودی به صورت خطی و لگاریتمی قرار داده شده است. در پنجره سطح مقاطع گروهی با انتخاب تعداد گروه و دوبار کلیک کردن بر روی عنصر مورد نظر اطلاعات سطح مقاطع کوپل شده نوترون گاما در چهار زیر پنجره

بر حسب درجه بسط نمایش داده می شود. در پنجره کرما کاربر با انتخاب Elements و یا Materials لیستی از عناصر و مواد موجود را مشاهده می کند. با دو بار کلیک بر روی عنصر و یا ماده مورد نظر اطلاعات کرما بصورت جدول و نمودار در دو زیر پنجره مستقل نمایش داده می شود. برای ذخیره اطلاعات نمایش داده شده در تمامی پنجره ها بصورت فایل متنی، دکمه  در پایین رابط کاربری تحت عنوان Save Data قرار دارد. همچنین کاربر برای ذخیره نمودار نمایش داده شده می تواند با راست کلیک بر روی آن و انتخاب گزینه Save نمودار را ذخیره نماید. در زیر پنجره ترسیم شکل، قسمتی در بالای پنجره برای تغییر نوع نمایش محورهای افقی و عمودی به صورت خطی و لگاریتمی قرار داده شده است.



شکل ۱۶: نمایی از پنجره نمایش سطح مقاطع در قالب جدول



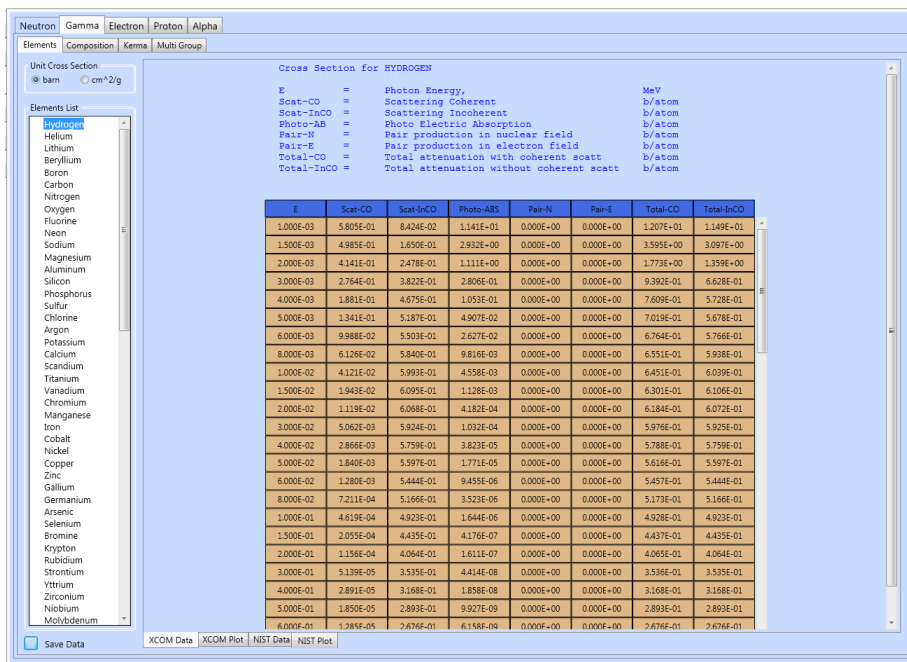
شکل ۱۷: نمایی از پنجره نمایش نموداری از سطح مقاطع

## ۸-۲- پنجره فوتون

این پنجره همانطور که از شکل ۱۸ مشخص است از چهار قسمت برای نمایش ضرایب تضعیف و کرما برای عناصر و ترکیبات متداول و سطح مقاطع گروهی فوتون تشکیل شده است. قسمت‌های نمایش ضرایب تضعیف برای عناصر و ترکیبات متداول شامل چهار زیر پنجره برای نمایش اطلاعات در قالب جدول و ترسیم شکل می‌باشند. سطح مقاطع بر حسب دو واحد  $\text{cm}^2/\text{g}$  و  $\text{b/atom}$  می‌باشند که کاربر با انتخاب هر یک، واحد نمایش سطح مقاطع را می‌تواند تغییر دهد. در پنجره کرما کاربر با انتخاب Elements و یا Materials لیستی از عناصر و مواد موجود را مشاهده می‌نماید. با دو بار کلیک بر روی عنصر و یا ماده مورد نظر اطلاعات کرما بصورت جدول و نمودار در دو زیر پنجره مستقل نمایش داده می‌شود. در پنجره سطح مقاطع گروهی با دو بار کلیک کردن بر روی عنصر مورد نظر اطلاعات سطح مقاطع گروهی گاما در قالب جدول نمایش داده می‌شود. برای ذخیره اطلاعات نمایش داده شده در تمامی پنجره‌ها بصورت فایل متنی، دکمه  در پایین رابط کاربری تحت عنوان Save Data قرار دارد. همچنین کاربر برای ذخیره نمودار نمایش داده شده




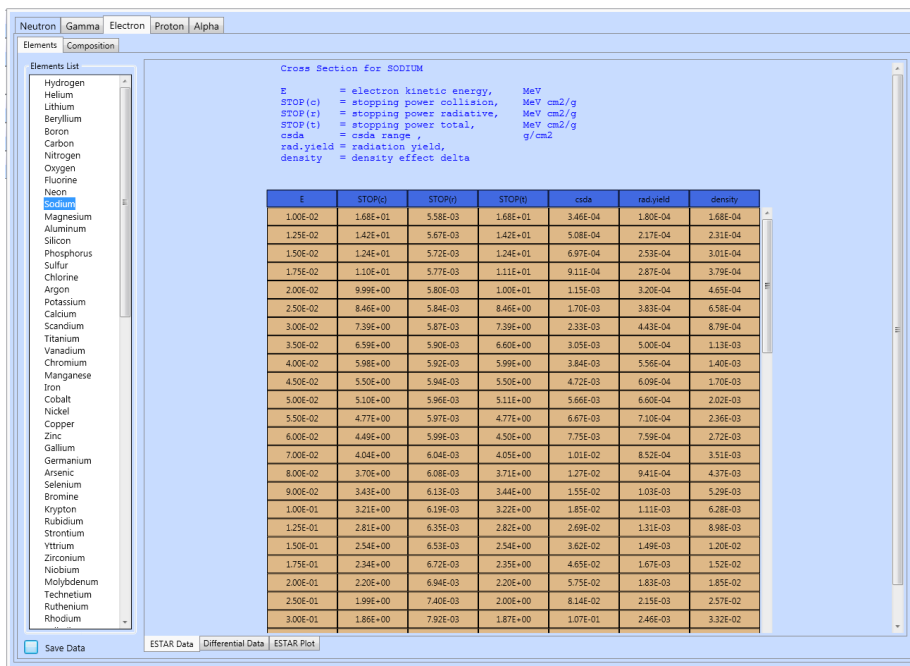
می تواند با راست کلیک بر روی آن و انتخاب گزینه Save نمودار را ذخیره نماید. در زیر پنجره ترسیم شکل، قسمتی در بالای پنجره برای تغییر نوع نمایش محورهای افقی و عمودی به صورت خطی و لگاریتمی قرار داده شده است.



شکل ۱۸: نمایی کلی از پنجره نمایش سطح مقاطع فوتون


## ۸-۳- پنجره الکترون

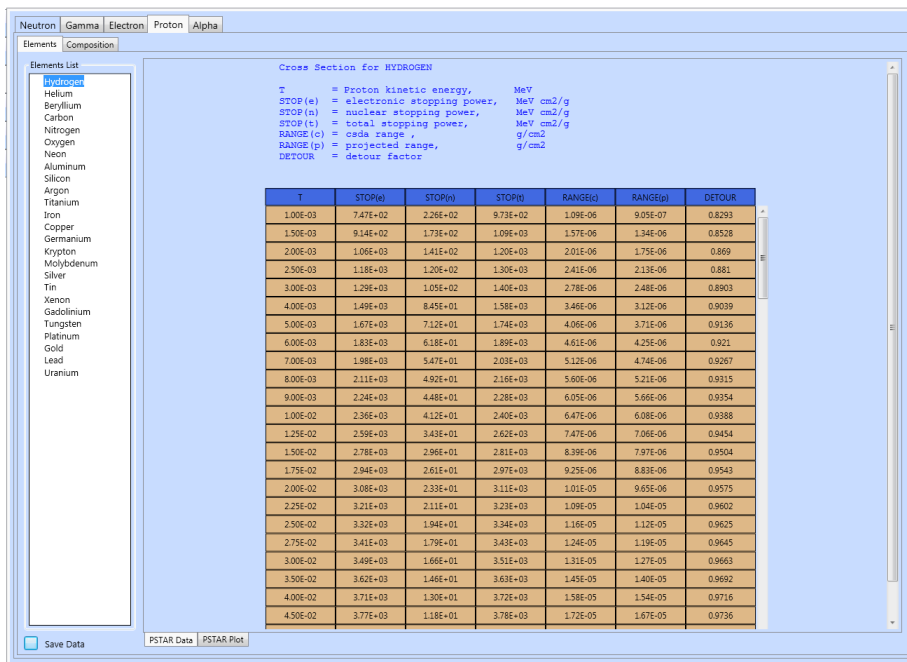
این پنجره همانطور که از شکل ۱۹ مشخص است از دو قسمت برای نمایش توان ایستاندگی، برد و بهره تولید پرتو ایکس برای عناصر و ترکیبات متداول تشکیل شده است. هر یک از قسمت‌ها از دو زیر پنجره برای نمایش اطلاعات در قالب جدول و زیر پنجره دیگر برای ترسیم شکل، تشکیل یافته است. در هر قسمت با دو بار کلیک بر روی عنصر و یا ماده مورد نظر اطلاعات بصورت جدول و نمودار در دو زیر پنجره مستقل نمایش داده می‌شود. برای ذخیره اطلاعات نمایش داده شده در تمامی پنجره‌ها بصورت فایل متنی، دکمه  در پایین رابط کاربری تحت عنوان Save Data قرار دارد. همچنین کاربر برای ذخیره نمودار نمایش داده شده می‌تواند با راست کلیک بر روی آن و انتخاب گزینه Save نمودار را ذخیره نماید. در زیر پنجره ترسیم شکل، قسمتی در بالای پنجره برای تغییر نوع نمایش محورهای افقی و عمودی به صورت خطی و لگاریتمی قرار داده شده است.



شکل ۱۹: نمایش کلی از پنجره نمایش سطح مقاطع الکترون


## ۸-۴- پنجره پروتون

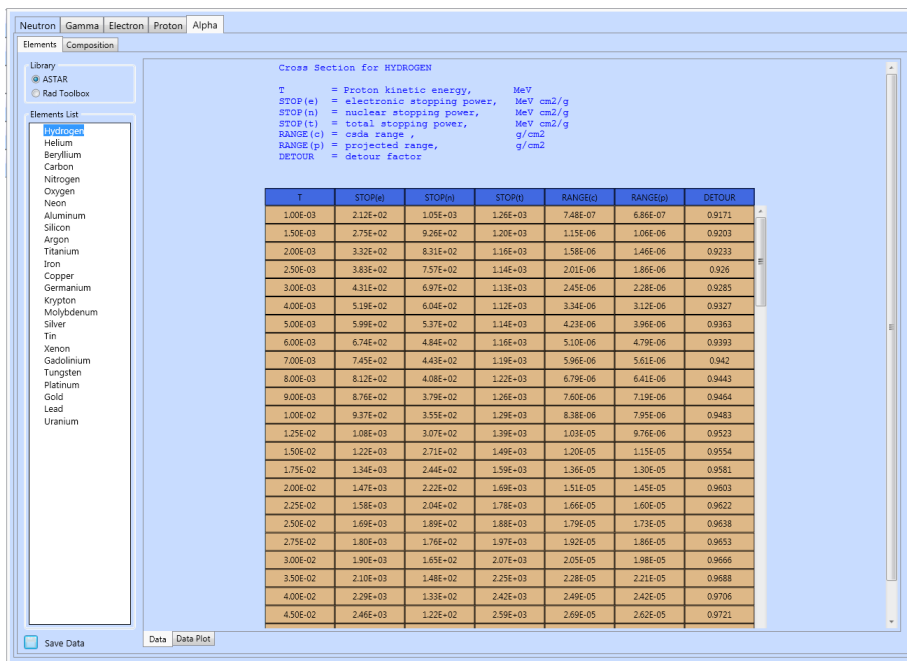
این پنجره همانطور که از شکل ۲۰ مشخص است از دو قسمت برای نمایش توان ایستاندگی، برد برای عناصر و ترکیبات متداول تشکیل شده است. هر یک از قسمت ها از دو زیر پنجره برای نمایش اطلاعات در قالب جدول و ترسیم شکل، تشکیل یافته است. در هر قسمت با دو بار کلیک بر روی عنصر و یا ماده مورد نظر اطلاعات بصورت جدول و نمودار در دو زیر پنجره مستقل نمایش داده می شود. برای ذخیره اطلاعات نمایش داده شده در تمامی پنجره ها بصورت فایل متنی، دکمه  در پایین رابط کاربری تحت عنوان Save Data قرار دارد. همچنین کاربر برای ذخیره نمودار نمایش داده شده می تواند با راست کلیک بر روی آن و انتخاب گزینه Save نمودار را ذخیره نماید. در زیر پنجره ترسیم شکل، قسمتی در بالای پنجره برای تغییر نوع نمایش محورهای افقی و عمودی به صورت خطی و لگاریتمی قرار داده شده است.



شکل ۲۰: نمایش کلی از پنجره نمایش سطح مقاطع پروتون

## ۸-۵- پنجره آلفا

این پنجره همانطور که از شکل ۲۱ مشخص است از دو قسمت برای نمایش توان ایستاندگی و برد برای عناصر و ترکیبات متداول تشکیل شده است. هر یک از قسمت‌ها از دو زیر پنجره برای نمایش اطلاعات در قالب جدول و ترسیم شکل، تشکیل یافته است. در هر قسمت با دو بار کلیک بر روی عنصر و یا ماده مورد نظر اطلاعات بصورت جدول و نمودار در دو زیر پنجره مستقل نمایش داده می‌شود. برای ذخیره اطلاعات نمایش داده شده در تمامی پنجره‌ها بصورت فایل متنی، دکمه  در پایین رابط کاربری تحت عنوان Save Data قرار دارد. همچنین کاربر برای ذخیره نمودار نمایش داده شده می‌تواند با راست کلیک بر روی آن و انتخاب گزینه Save نمودار را ذخیره نماید. در زیر پنجره ترسیم شکل، قسمتی در بالای پنجره برای تغییر نوع نمایش محورهای افقی و عمودی به صورت خطی و لگاریتمی قرار داده شده است.

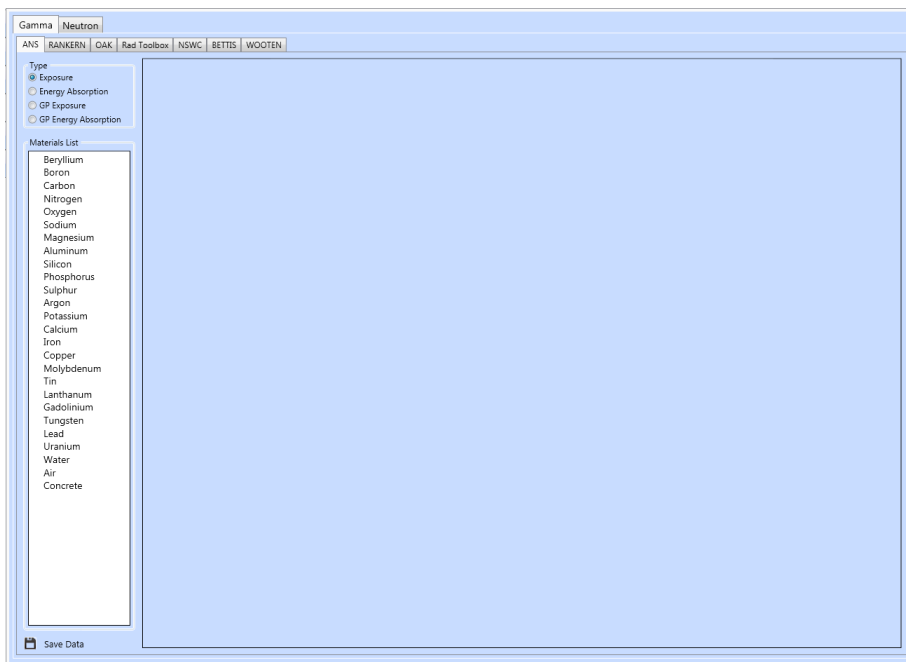


شکل ۲۱: نمایش کلی از پنجره نمایش سطح مقاطع آلفا




## ۹- رابط کاربری نمایش ضریب انباشت (Build-Up Factor)

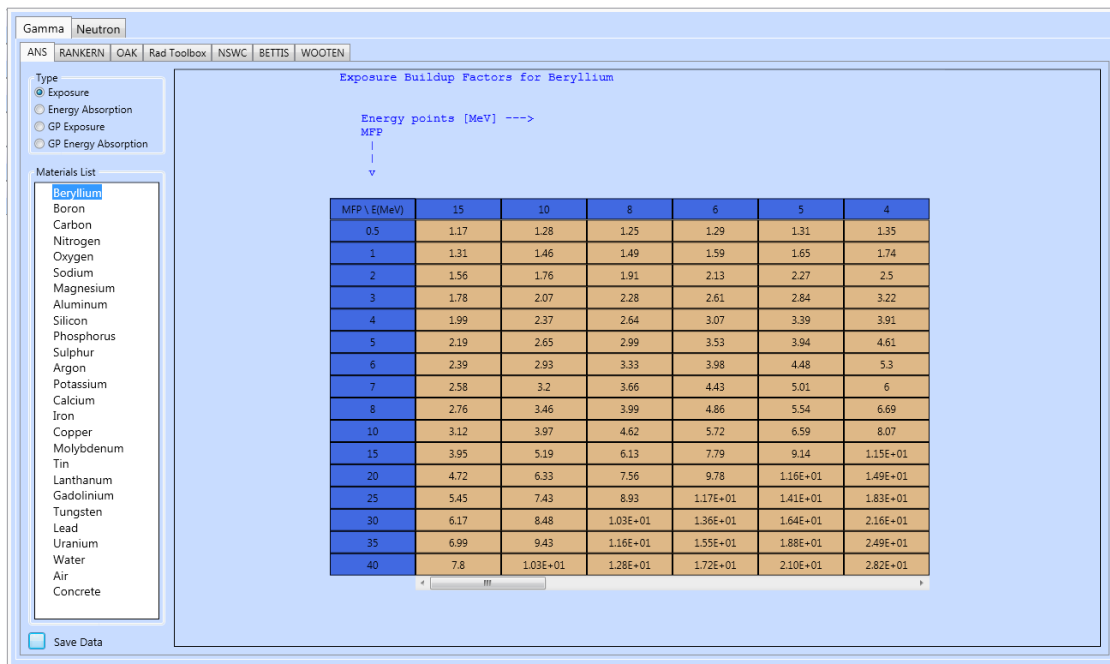
این رابط گرافیکی همانطور که در شکل ۲۲ نمایش داده شده است، از دو پنجره مستقل برای نمایش ضریب انباشت نوترون و فوتون تشکیل شده است.



شکل ۲۲: نمایی کلی از پنجره نمایش ضریب انباشت


## ۹-۱- پنجره گاما

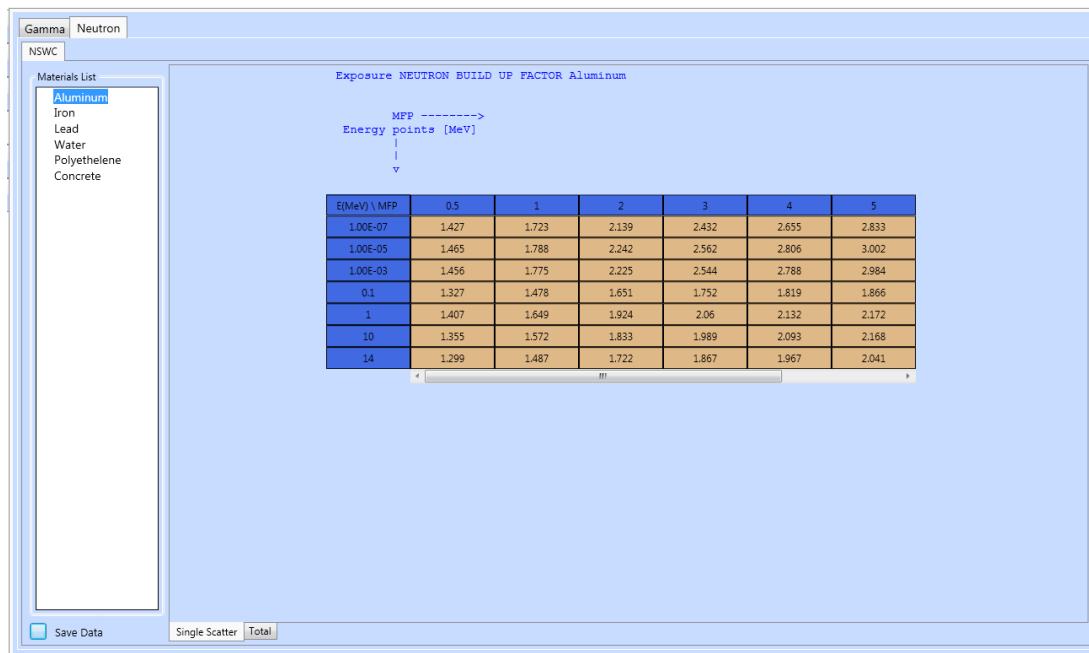
این پنجره همانطور که در شکل ۲۳ نمایش داده شده است، از هفت زیر پنجره مستقل بر اساس کتابخانه تشکیل دهنده ضرایب، برای نمایش ضریب انباشت فوتون تشکیل شده است. این کتابخانه ها عبارتند از OAK، RANKERN، ANS، Rad Toolbox، NSWC، WOOTEN و BETTIS. هر زیر پنجره شامل گزینه هایی از ضرایب انباشت متفاوتی می باشد که کاربر با انتخاب هر یک و دو بار کلیک بر روی عنصر مورد نظر اطلاعات آن را در قالب جدول خواهد دید. برای ذخیره اطلاعات نمایش داده شده در تمامی پنجره ها بصورت فایل متنی، دکمه  در پایین رابط کاربری تحت عنوان Save Data قرار دارد.



شکل ۲۳: پنجره نمایش ضریب انباشت فوتون برای Exposure از کتابخانه ANS

## ۹-۲- پنجره نوترون

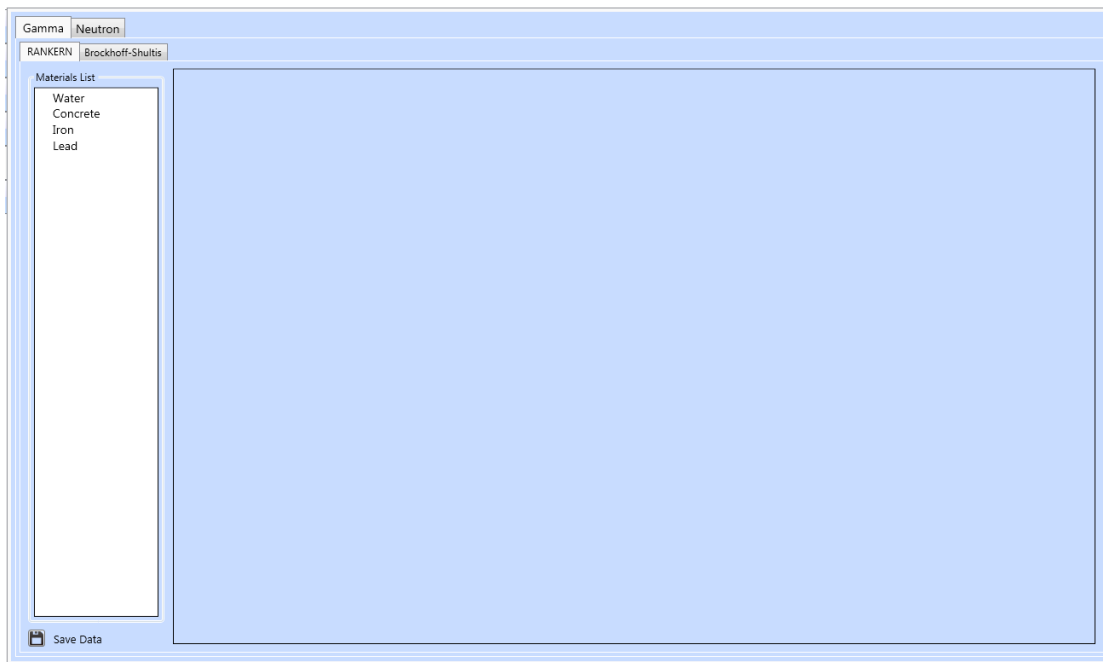
این پنجره همانطور که در شکل ۲۴ نمایش داده شده است، از یک زیر پنجره بر اساس کتابخانه NSWC برای نمایش ضریب انباشت نوترون تشکیل شده است. کاربر با دو بار کلیک بر روی عنصر مورد نظر اطلاعات آن را در قالب جدول خواهد دید. برای ذخیره اطلاعات نمایش داده شده در تمامی پنجره ها بصورت فایل متنی، دکمه  در پایین رابط کاربری تحت عنوان Save Data قرار دارد.



شکل ۲۴: پنجره نمایش ضریب انباشت نوترون

**۱۰- رابط کاربری نمایش ضریب آلبدو (Albedo Factor)**


این رابط گرافیکی همانطور که در شکل ۲۵ نمایش داده شده است، از دو پنجره مستقل برای نمایش ضریب آلبدو نوترون و فوتون تشکیل شده است.



شکل ۲۵: نمایی کلی از پنجره نمایش ضریب آلبدو



## ۱۰-۱- پنجره فوتون

این پنجره همانطور که در شکل ۲۶ نمایش داده شده است، از دو زیر پنجره مستقل بر اساس کتابخانه تشکیل دهنده ضرایب، برای نمایش ضریب آلدو فوتون تشکیل شده است. با دوبار کلیک بر روی عناصر هر قسمت، اطلاعات آن بصورت جدول نمایش داده می شود. برای ذخیره اطلاعات نمایش داده شده در تمامی پنجره ها بصورت فایل متنی، دکمه  در پایین رابط کاربری تحت عنوان Save Data قرار دارد.

Gamma Neutron

RANKERN Brockhoff-Shultis

Materials List

- Water
- Concrete
- Iron
- Lead

Albedo by Chilton and Huddleston for Water

$$\text{Albedo} = [C \times B \times 1e26 + C'] / [1 + (\cos\theta_0 / \cos\theta)]$$

$$B = .5 \times p_e \times p^2 \times [1 + p^2 - p \times (1 - (\cos\theta_0)^2)]$$

$$p_e = 1 / [1 + (E_0/m_e \times c^2) \times (1 - \cos\theta_0)]$$


$$\cos\theta_0 = \sin\theta_0 \times \sin\theta \times \cos\psi - \cos\theta_0 \times \cos\theta$$

E(MeV)	C	C'
0.2	-0.0187±0.0027	0.1327±0.0054
0.662	0.0309±0.0047	0.0253±0.0034
1	0.0470±0.0053	0.0151±0.0025
2.5	0.0995±0.0068	0.0058±0.0010
6.13	0.1861±0.0107	0.0035±0.0005

Save Data

شکل ۲۶: پنجره نمایش ضریب آلبدو فوتون از کتابخانه RANKERN

## ۱۰-۲- پنجره نوترون

این پنجره همانطور که در شکل ۲۷ نمایش داده شده است، یک زیر پنجره بر اساس کتابخانه Brockhoff-Shultis برای نمایش ضریب آلدو نوترون تشکیل شده است. با دوبار کلیک بر روی هر عنصر، اطلاعات آن بصورت جدول نمایش داده می شود. برای ذخیره اطلاعات نمایش داده شده در تمامی پنجره ها بصورت فایل متنی، دکمه  در پایین رابط کاربری تحت عنوان Save Data قرار دارد.

Gamma Neutron

Brockhoff-Shultis

Type

Ambient Dose Equ.

AP Geometry

Henderson

Materials List

- Water
- Concrete
- Iron
- Lead

Save Data

Approximation of the Differential Neutron Dose Albedo Factor for Water

$$\text{Albedo} = [H(k_1, \cos\theta_0) \times H(k_2, \cos\theta) \times \text{SUM}(i:0:N, B_i \times P_i(\cos\theta_s))] / [1 + K_1(E_0, \theta_0) / \cos\theta]$$

$$K_1(E_0, \theta_0, \theta) = \text{SUM}(i:0:2, (\cos\theta)^{i+1}) \times \text{SUM}(j:0:2, A_{ij} \times (\cos\theta_0)^{j+1})$$

$$H(k, \mu) = [A + Bk + C\mu + D\mu^2 + E\mu^3] / [1 + Fk + Gk^2 + Hk^3 + I\mu]$$

A= 0.075272288

D= -0.026070382

G= 3.485739800

B= -0.063133359

E= 0.009381680

H= -1.294988700

C= 0.021092012

F= -3.179279300

I= -0.005750418

E(MeV)	B0	B1	B2	B3	B4	B5
0.1 to 0.2	0.0129219	0.0203124	0.0203507	0.0133489	0.0052986	0.0005921
0.2 to 0.4	0.018454	0.0243669	0.0266709	0.0175327	0.0064331	0.0004416
0.4 to 0.6	0.0115668	0.0166603	0.0147648	0.0076651	0.0021182	-0.0005477
0.6 to 0.8	0.018203	0.0269427	0.0237484	0.0142403	0.0046316	0.0001613
0.8 to 1	0.0141696	0.0166203	0.0180389	0.0098593	0.0023972	-0.0005659
1 to 2	0.0164421	0.0207049	0.0215597	0.009266	0.0007758	-0.002037
2 to 4	0.0226896	0.0313581	0.0291665	0.0135662	0.0003836	-0.0025622
4 to 6	0.016537	0.0238119	0.0210479	0.0106129	0.0034434	0.0010876
6 to 8	0.014864	0.0201575	0.0163847	0.0111439	0.0051654	0.0010073
8 to 10	0.0149725	0.0203694	0.0171314	0.0105427	0.0065417	0.0029309
252Cf	0.0371479	0.025843	0.0307108	0.0308909	0.0317781	0.0326513
14	0.0128763	0.0209132	0.0192572	0.0143676	0.0111819	0.0067258

شکل ۲۷: پنجره نمایش ضریب آلبدو نوترون

## ۱۱- رابط کاربری محاسبات سریع مورد استفاده در طراحی حفاظ

این رابط گرافیکی از ۶ پنجره مستقل برای محاسبات دز تشکیل شده است. شکل ۲۸ نمایی کلی از این پنجره های گرافیکی را نشان می دهد.

Decay | Dose Calculation | Shield Thickness | Internal Dosimetry | Inhalation Dosimetry | Ingestion Dosimetry

**Isotope Decay**

Source Information

Source Library:  ICRP 38  JAERI

Source: Ac-223

Half Life: 2.2 m

Initial Activity: 1 Ci

Calculation Type:  Activity  Time

Initial Date and Time: 10/19/2014 12:00 AM

Final Date and Time: 10/19/2014 12:02 AM

Calculate

Result

Final Activity: 53.2521E-02 Ci

---

**Chain Decay**

Source Information

Source Library:  ICRP 38  JAERI

Source: Ac-223

Half Life: 2.2 m

Atomic Fraction: 100 %

Initial Activity: 1 Ci

Initial Date and Time: 10/19/2014 12:00 AM

Final Date and Time: 10/19/2014 12:02 AM

Elements	Half Life	%
H-3	2.2 m	100

Calculate




Result

Elements	Half Life	Activity (Ci)
Ac-223	2.2 m	5.33E-01
At-215	0.1 ms	5.33E-01
Bi-211	2.14 m	3.42E-01
Fr-219	21 ms	5.33E-01
Po-211	0.516 s	9.55E-04
Tl-207	4.77 m	5.58E-02

شکل ۲۸: نمایش کلی از پنجره رابط گرافیکی محاسبات سریع مورد استفاده در طراحی حفاظ

## ۱۱-۱- پنجره واپاشی و تولید ایزوتوپ‌ها

این پنجره از دو قسمت تشکیل یافته است. در قسمت اول این پنجره محاسبات ساده واپاشی ایزوتوپ مورد نظر انجام می‌گیرد. با انتخاب هر یک از کتابخانه‌های ICRP و JAERI لیستی از ایزوتوپ‌های آنها در لیست چشمه نمایش داده می‌شود. با انتخاب گزینه Activity، اکتیویته اولیه و زدن دکمه بالای کادر Result، اکتیویته نهایی ایزوتوپ انتخابی بعد از گذر زمان انتخاب شده، محاسبه و نمایش داده می‌شود. همچنین با انتخاب گزینه Time، اکتیویته اولیه و اکتیویته نهایی و زدن دکمه بالای کادر Result، می‌توان زمان لازم برای رسیدن به این اکتیویته را مشاهده نمود. قابل ذکر است که برای محاسبه اکتیویته نهایی، بخش‌های مربوط به اکتیویته اولیه، زمان‌های اولیه و نهایی باید پر گردند و همچنین زمان نهایی از نظر تاریخی باید بعد از زمان اولیه باشد در غیر اینصورت با پیغام خطا از طرف برنامه مواجه خواهیم شد. برای محاسبه زمان لازم، بخش‌های اکتیویته اولیه و اکتیویته نهایی باید پر گردند و همچنین اکتیویته نهایی باید از اکتیویته اولیه کمتر باشد در غیر اینصورت با پیغام خطا از طرف برنامه مواجه خواهیم شد.



در قسمت دوم این پنجره محاسبات مربوط به اکتیویته و ترکیب نهایی یک چشمه بعد از گذر زمان انتخاب شده انجام می شود. با انتخاب هر یک از کتابخانه های ICRP و JAERI ایزوتوپ های آنها در لیست چشمه نمایش داده می شود. در این قسمت چشمه می تواند ترکیبی از ایزوتوپ های مختلف باشد. با انتخاب ایزوتوپ مورد نظر باید کسر اتمی تشکیل دهنده چشمه توسط این ایزوتوپ نیز وارد گردد. با زدن دکمه  این ایزوتوپ به جدول ترکیب سازنده چشمه اضافه می گردد. همچنین کاربر می تواند با زدن دکمه  ایزوتوپ را از جدول ترکیبات چشمه حذف نماید. قابل ذکر است که بعد از انتخاب هر ایزوتوپ دکمه  ناپدید می گردد تا کاربر نتواند مجدداً ایزوتوپ را انتخاب نماید. همچنین اگر ایزوتوپ انتخابی جزء ایزوتوپ های موجود در جدول ترکیبات چشمه باشد و یا کارت کسر اتمی ایزوتوپ خالی باشد با خطای نمایش داده شده توسط برنامه مواجه خواهیم شد. برای محاسبات نیاز به اکتیویته اولیه چشمه و زمان سپری شده می باشد. اکتیویته چشمه را می توان به دو صورت وارد نمود. حالت اول به صورت اکتیویته کل چشمه و حالت دوم بصورت جرم چشمه می باشد. با زدن دکمه Calculation نتایج محاسبات در کادر Result نمایش داده می شود. در



هنگام زدن دکمه Calculation اگر کارت اکتیویته اولیه، زمان های اولیه و نهایی و یا جدول ترکیبات چشمه خالی باشد، با خطای نمایش داده شده توسط برنامه مواجه می گردیم. شکل ۲۸ نمایی از این پنجره را نمایش می دهد.

### ۱۱-۲- پنجره محاسبات ساده دز

این پنجره از دو قسمت تشکیل شده است. در قسمت اول این پنجره، محاسبات ساده دز ناشی از ترکیبی از ایزوتوپ های پرتوزا در فاصله ای معین و بدون در نظر گرفتن حفاظ انجام می گیرد. این پنجره قابلیت محاسبه نرخ پرتوگیری و همچنین پرتوگیری انباشتی را برحسب واحدهای مختلف دارا می باشد. در این قسمت از داده های مربوط به ثابت ویژه چشمه نقطه ای گاما استفاده شده است. با انتخاب هر یک از کتابخانه های ICRP و JAERI و یا Rad Decay ایزوتوپ های آنها در لیست چشمه نمایش داده می شود. در این قسمت چشمه می تواند ترکیبی از ایزوتوپ های مختلف باشد. با انتخاب ایزوتوپ مورد نظر باید کسر اتمی تشکیل دهنده چشمه توسط این ایزوتوپ نیز وارد گردد. با زدن دکمه

این ایزوتوپ به جدول ترکیب سازنده چشمه اضافه می گردد. همچنین کاربر می تواند با زدن دکمه  ایزوتوپ را از جدول ترکیبات چشمه حذف نماید. قابل ذکر است که بعد از انتخاب هر ایزوتوپ دکمه  ناپدید می گردد تا کاربر نتواند مجدداً ایزوتوپ را انتخاب نماید. همچنین اگر ایزوتوپ انتخابی جزء ایزوتوپ های موجود در جدول ترکیبات چشمه باشد و یا کارت کسر اتمی ایزوتوپ خالی باشد با خطای نمایش داده شده توسط برنامه مواجه خواهیم شد. برای محاسبات نیاز به اکتیویته اولیه چشمه، فاصله چشمه تا نقطه محاسبه و زمان سپری شده می باشد. اکتیویته چشمه را می توان به دو صورت وارد نمود. حالت اول به صورت اکتیویته کل چشمه و حالت دوم بصورت جرم چشمه می باشد. با زدن دکمه Calculation نتایج محاسبات در کادر Result نمایش داده می شود. در هنگام زدن دکمه Calculation اگر کارت اکتیویته اولیه، زمان های اولیه و نهایی، فاصله چشمه از نقطه مورد محاسبه و یا جدول ترکیبات چشمه خالی باشد، با خطای نمایش داده شده توسط برنامه مواجه می گردیم.

در قسمت دوم این پنجره محاسبات ساده دز ناشی از ترکیبی از ایزوتوپ های پرتوزا در فاصله ای معین با در نظر گرفتن حفاظ انجام می گیرد. در این محاسبات برای تصحیح مربوط به کسر پرتوهای جانبی رسیده به هدف سه حالت مختلف وجود دارد. کاربر می تواند با انتخاب گزینه Attenuation کسر تضعیف شده با سطح مقطع کل، با انتخاب گزینه Attenuation + Build-Up کسر تضعیف شده با سطح مقطع کل و تقویت شده با ضریب انباشت و یا با انتخاب گزینه Energy Absorption کسر تضعیف شده با سطح مقطع جذب را مشاهده نماید. برای محاسبات نیاز به اکتیویته اولیه چشمه، فاصله چشمه تا نقطه محاسبه، جنس حفاظ، ضخامت حفاظ و زمان سپری شده می باشد. اکتیویته چشمه را می توان به دو صورت وارد نمود. حالت اول به صورت اکتیویته کل چشمه و حالت دوم بصورت جرم چشمه می باشد. با زدن دکمه Calculation نتایج محاسبات در کادر Result نمایش داده می شود. در هنگام زدن دکمه Calculation اگر کارت اکتیویته اولیه، زمان های اولیه و نهایی، فاصله چشمه از نقطه مورد محاسبه، ضخامت حفاظ و یا جدول ترکیبات

چشمه خالی باشد، با خطای نمایش داده شده توسط برنامه مواجه می گردیم. شکل ۲۹ نمایی از این پنجره را نمایش می دهد.

Decay Dose Calculation Shield Thickness Internal Dosimetry Inhalation Dosimetry Ingestion Dosimetry

Source Information

Source Library  
 ICRP 38  
 JAERI  
 Rad Decay

Source: Co-61  
 Gamma Constant: 1.1556E-08  
 Atomic Fraction: %

Elements	Half Life	Gamma Const	%
Ac-223	2.2 m	1.8756E-08	40
Co-60	5.271 y	3.0500E-07	60

Dose Calculation without Shield

Shield Property

Target Dist. of Source: cm  
 Initial Activity: Bq  
 Initial Date and Time: Enter date  
 Final Date and Time: Enter date

Calculate

Result

Exposure Rate: C/kg /hr  
 Exposure: C/kg

Dose Calculation with Shield

Shield Property

Coefficient  
 Attenuation (u)  
 Attenuation + Build Up  
 Energy Absorption (uen)

Target Dist. of Source: cm  
 Initial Activity: Bq  
 Initial Date and Time: Enter date

Shield Material: Air  
 Shield Thickness: cm  
 Final Date and Time: Enter date

Calculate

Result

Dose Rate: Sv/hr  
 Dose: Sv  
 Exposure Rate: C/kg /hr  
 Exposure: C/kg

شکل ۲۹: نمایی کلی از پنجره محاسبه دز همراه حفاظ

## ۱۱-۳- پنجره محاسبه ضخامت مناسب حفاظ

این پنجره از دو قسمت تشکیل شده است. در قسمت اول این پنجره محاسبات ساده پیدا کردن ضخامت مناسب حفاظ جهت کاهش دز ناشی از ایزوتوپ های مورد نظر به میزان معین در کنار حفاظ انتخاب شده انجام می گیرد. با انتخاب هر یک از کتابخانه های ICRP، JAERI و یا Rad Decay لیستی از ایزوتوپ های آنها در لیست چشمه نمایش داده می شود. در این قسمت چشمه می تواند ترکیبی از ایزوتوپ های مختلف باشد. با انتخاب ایزوتوپ مورد نظر باید کسر اتمی تشکیل دهنده چشمه توسط این ایزوتوپ نیز وارد گردد. با زدن دکمه  این ایزوتوپ به جدول ترکیب سازنده چشمه اضافه می گردد. همچنین کاربر می تواند با زدن دکمه  ایزوتوپ را از جدول ترکیبات چشمه حذف نماید. قابل ذکر است که بعد از انتخاب هر ایزوتوپ دکمه  ناپدید می گردد تا کاربر نتواند مجدداً ایزوتوپ را انتخاب نماید. همچنین اگر ایزوتوپ انتخابی جزء ایزوتوپ های موجود در جدول ترکیبات چشمه باشد و یا کارت کسر اتمی ایزوتوپ خالی باشد با

خطای نمایش داده شده توسط برنامه مواجه خواهیم شد. در این محاسبات برای تصحیح مربوط به کسر پرتوهای جانبی رسیده به هدف سه حالت مختلف وجود دارد. کاربر می تواند با انتخاب گزینه Attenuation کسر تضعیف شده با سطح مقطع کل، با انتخاب گزینه Attenuation + Build-Up کسر تضعیف شده با سطح مقطع کل و تقویت شده با ضریب انباشت و یا با انتخاب گزینه Energy Absorption کسر تضعیف شده با سطح مقطع جذب را مشاهده نماید. برای محاسبات نیاز به دز در نقطه مورد محاسبه بدون حفاظ و با حفاظ، فاصله چشمه تا نقطه محاسبه، جنس حفاظ و ضخامت که در هر مرحله از محاسبات به ضخامت حفاظ اضافه می گردد، می باشد. با زدن دکمه Calculation نتایج محاسبات در کادر Result نمایش داده می شود. در هنگام زدن دکمه Calculation اگر کارت دز در نقطه مورد محاسبه بدون حفاظ و با حفاظ، فاصله چشمه تا نقطه محاسبه، جنس حفاظ و ضخامت که در هر مرحله از محاسبات به ضخامت حفاظ اضافه می گردد و یا جدول ترکیبات چشمه خالی باشد، با خطای نمایش داده شده توسط برنامه مواجه می گردیم.

در قسمت دوم این پنجره ضخامت مناسب حفاظ مورد نظر با دانستن انرژی مربوط به پرتو گاما بدست می آید. برای محاسبات نیاز به دز در نقطه مورد محاسبه بدون حفاظ و با حفاظ، انرژی گاما گسیل شونده، فاصله چشمه تا نقطه محاسبه، جنس حفاظ و ضخامت که در هر مرحله از محاسبات به ضخامت حفاظ اضافه می گردد، می باشد. با زدن دکمه Calculation نتایج محاسبات در کادر Result نمایش داده می شود. در هنگام زدن دکمه Calculation اگر کارت دز در نقطه مورد محاسبه بدون حفاظ و با حفاظ، انرژی گاما گسیل شونده، فاصله چشمه تا نقطه محاسبه، جنس حفاظ و ضخامت که در هر مرحله از محاسبات به ضخامت حفاظ اضافه می گردد خالی باشد، با خطای نمایش داده شده توسط برنامه مواجه می گردیم. شکل ۳۰ نمایی از این پنجره را نمایش می دهد.



Decay Dose Calculation Shield Thickness Internal Dosimetry Inhalation Dosimetry Ingestion Dosimetry

Calculation by Isotopes Data

Source Information

Source Library

ICRP 38

JAERI

Rad Decay

Source: Ag-104m

Half Life: 33.5 m

Atomic Fraction: 40 %

Elements	Half Life	%
Ac-223	2.2 m	20
Ac-224	2.9 h	30

Shield Data

Coefficient

Attenuation (u)

Attenuation + Build Up

Energy Absorption (uen)

Dose without shield:  Sv/hr

Dose with shield:  Sv/hr

Shield Material: Air

Shield Step:  cm

Target Dist. of Source:  cm

Calculate

Result

Shield Thickness:  Cm

Calculation by Gamma Energy Data

Source Information

Coefficient

Attenuation (u)

Attenuation + Build Up

Energy Absorption (uen)

Gamma Energy:  MeV

Dose without shield:  Sv/hr

Dose with shield:  Sv/hr

Shield Material: Aluminum

Shield Step:  cm

Target Dist. of Source:  cm



Calculate


Result




Shield Thickness:  Cm

شکل ۳۰: نمایی کلی از پنجره نمایش ضخامت حفاظ مناسب

## ۱۱-۴- پنجره محاسبه دز در اجزای مختلف بدن ناشی از انباشت ایزوتوپها

این پنجره از دو قسمت تشکیل شده است. در قسمت اول این پنجره محاسبات دز در اجزای مختلف بدن ناشی از انباشت ایزوتوپهای مورد نظر در قسمت های مختلف بدن انجام می گیرد. با انتخاب ایزوتوپهای مورد نظر و مکان انباشت آنها و همچنین نیمه عمر بیولوژیکی (نیمه عمر دفع شدن از بدن) آن در مکان مورد نظر، آهنگ دز و دز انباشتی در ۲۰ قسمت مختلف بدن نمایش داده می شود. در این قسمت چشمه می تواند ترکیبی از ایزوتوپ های مختلف باشد. با انتخاب ایزوتوپ مورد نظر باید کسر اتمی تشکیل دهنده چشمه توسط این ایزوتوپ نیز وارد گردد. با زدن دکمه  این ایزوتوپ به جدول ترکیب سازنده چشمه اضافه می گردد. همچنین کاربر می تواند با زدن دکمه  ایزوتوپ را از جدول ترکیبات چشمه حذف نماید.

بعد از انتخاب ایزوتوپ و کسر اتمی آن از ترکیب چشمه، باید اندام و کسری که این ایزوتوپ در آن اندام انباشته گشته، همراه با نیمه عمر بیولوژیکی این ایزوتوپ در آن اندام را وارد نموده و سپس دکمه  را فشار دهیم در غیر اینصورت با خطای نمایش داده شده توسط برنامه مواجه خواهیم شد. با زدن دکمه Calculation نتایج محاسبات در کادر Result نمایش داده می شود. در هنگام زدن دکمه Calculation اگر کارت اکتیویته اولیه و یا جدول ترکیبات چشمه خالی باشد، با خطای نمایش داده شده توسط برنامه مواجه می گردیم. اکتیویته چشمه را می توان به دو صورت وارد نمود. حالت اول به صورت اکتیویته کل چشمه و حالت دوم بصورت جرم چشمه می باشد. شکل ۳۱ نمایی از این پنجره را نمایش می دهد. همچنین دکمه کمکی در کنار کادر انتخاب عضو انباشتی وجود دارد که اطلاعات کامل مربوط به اجزاء مختلف انباشت این ایزوتوپ و نیمه عمر بیولوژیکی آنها را نمایش می دهد. شکل ۳۲ و ۳۳ و ۳۴ به ترتیب نمایی از پنجره کمکی را نمایش می دهد.

در قسمت دوم این پنجره محاسبات دز در اجزای مختلف بدن ناشی از گاماها ی گسیلی از قسمت های مختلف بدن انجام می گیرد. با وارد کردن اطلاعات انرژی گاماها ی گسیلی و همچنین مکان گسیل آنها، آهنگ دز و دز انباشتی در ۲۰ قسمت مختلف بدن نمایش داده می شود. بعد از انتخاب اندام، اکتیویته اولیه، انرژی گاما، تعداد گاماها ی گسیلی با این انرژی در هر واپاشی و نیمه عمر موثر برای گسیل کننده این گاما در اندام مورد نظر باید دکمه  را فشار دهیم تا اطلاعات در جدول چشمه ذخیره گردد. همچنین کاربر می تواند با زدن دکمه  اطلاعات وارد شده را از جدول چشمه حذف نماید. در صورت عدم وارد نمودن یکی از موارد ذکر شده و زدن دکمه  با خطای نمایش داده شده توسط برنامه مواجه خواهیم شد با زدن دکمه Calculation نتایج محاسبات در کادر Result نمایش داده می شود. در هنگام زدن دکمه Calculation اگر جدول چشمه خالی باشد، با خطای نمایش داده شده توسط برنامه مواجه می گردیم.

Decay | Dose Calculation | Shield Thickness | Internal Dosimetry | Inhalation Dosimetry | Ingestion Dosimetry

Calculation by Isotope Data

Source Information

Source: Co-60

Physical Half Life: 5.271 y

Atomic Fraction: 100 %

Source Organ: Adrenals

Localized Fraction: 100 %

Biological Half Life: 5 Hours

Initial Activity: 1 Ci

Isotope	Source Organ	Local Fr.	Eff. Half Life
Co-60	Adrenals	100	5.00E+00

Calculate

Results (rad/hr)

Adrenals	BLADDER	BONEtotal	StomWall	SI	LLI	LLJ	Kidneys	Liver	Lungs
2.20E+04	4.60E+00	2.20E+01	4.70E+01	1.80E+01	1.80E+01	5.60E+00	1.80E+02	7.90E+01	4.00E+01
Mammary	Muscle	Ovaries	Pancrea	Skin	Spleen	Testes	Thyroid	Uterus	TotalBody
3.90E+01	2.60E+01	5.40E+00	1.40E+02	1.30E+01	9.70E+01	1.70E+00	4.20E+00	8.50E+00	3.30E+01

Results (rad)

Adrenals	BLADDER	BONEtotal	StomWall	SI	LLI	LLJ	Kidneys	Liver	Lungs
1.59E+05	3.32E+01	1.59E+02	3.59E+02	1.30E+02	1.30E+02	4.04E+01	1.30E+03	5.70E+02	2.89E+02
Mammary	Muscle	Ovaries	Pancrea	Skin	Spleen	Testes	Thyroid	Uterus	TotalBody
2.81E+02	1.88E+02	3.90E+01	1.01E+03	9.38E+01	7.00E+02	1.23E+01	3.03E+01	6.13E+01	2.24E+02

Calculation by Gamma Energy Data

Source Information

Source Organ: ADRENALS

Initial Activity: 1 Ci

Gamma Energy: 1 MeV (0.01-4)

number of particles: 3 #/decay

Effective half life: 5 Hours

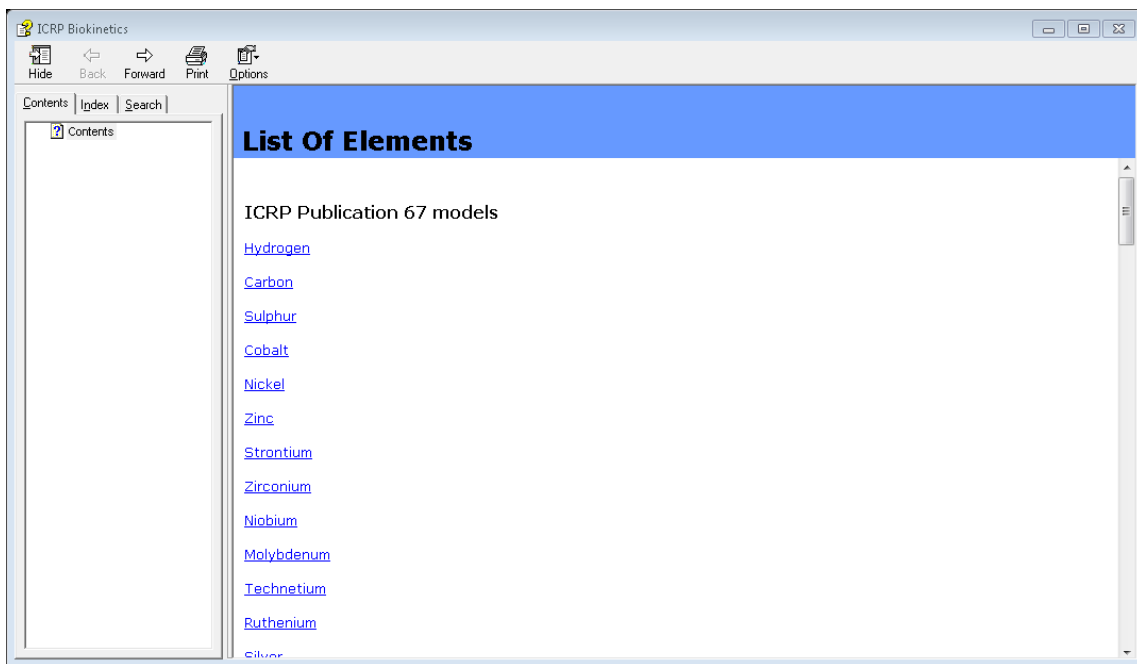
Source Organ	Activity	Energy	N Particles
ADRENALS	3.70E+10	1.00E+00	3

Calculate

Results (rad/hr)

Adrenals	BLADDER	BONEtotal	StomWall	SI	LLI	LLJ	Kidneys	Liver	Lungs
9.85E+02	5.53E+00	2.79E+01	6.18E+01	1.99E+01	2.03E+01	5.13E+00	2.30E+02	9.59E+01	4.94E+01

شکل ۳۱: نمایی کلی از پنجره محاسبه دز در اجزای مختلف بدن ناشی از انباشت ایزوتوپها



شکل ۳۲: نمایی کلی از پنجره اطلاعات بیولوژیکی (نمایش ایزوتوپها)

**Biokinetic data for hydrogen (taken from Publication 56)**

*It is advisable to view tables in a full window*

**Tritiated water**

Age	Distribution (%)		Biological half-time (days)	
	Comp. A	Comp. B	Comp. A	Comp. B
3 months	97	3	3.0	8
1 year	97	3	3.5	15
5 years	97	3	4.6	19
10 years	97	3	5.7	26
15 years	97	3	7.9	32
Adult	97	3	10.0	40

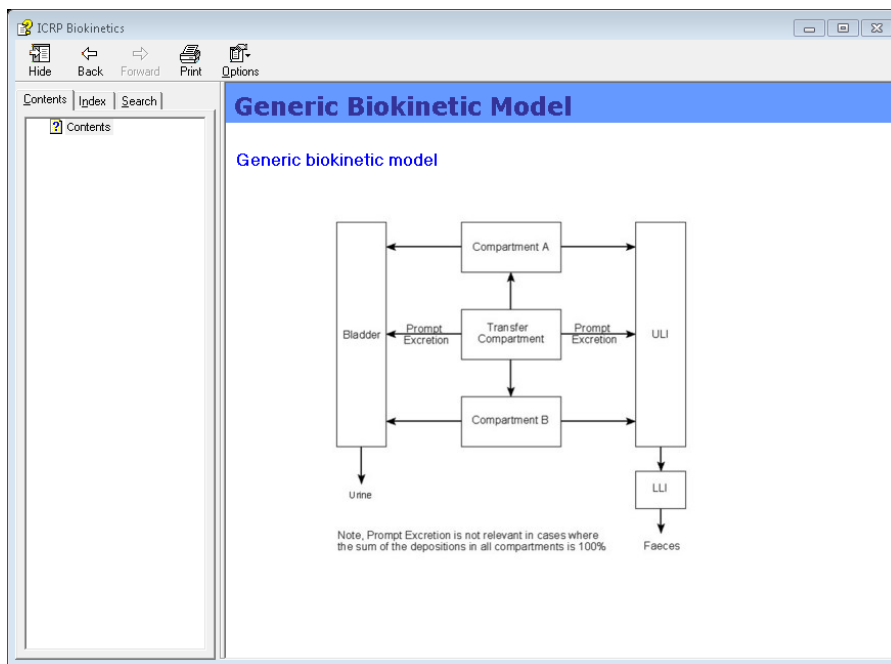
It is assumed that tritiated water is distributed instantaneously over the total body without additional nuclear transformations within the stomach (Publication 67).

The concentration in urine is assumed to be the same as in total body water. Urinary excretion will not result in a significant additional dose to the bladder wall which is assumed to receive the same dose as other tissues (Publication 67).

**Organically bound tritium**

Age	Distribution (%)		Biological half-time (days)	
	Comp. A	Comp. B	Comp. A	Comp. B
3 months	50	50	3.0	8
1 year	50	50	3.5	15
5 years	50	50	4.6	19
10 years	50	50	5.7	26
15 years	50	50	7.9	32
Adult	50	50	10.0	40

شکل ۳۳: نمایی کلی از پنجره اطلاعات بیولوژیکی (نمایش نیمه عمر بیولوژیکی)

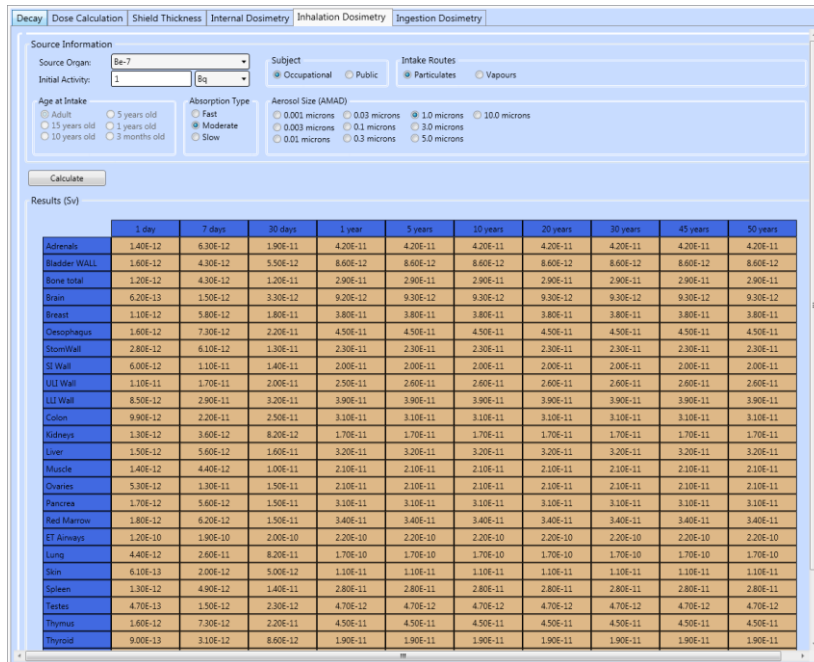


شکل ۳۴: نمایی کلی از پنجره اطلاعات بیولوژیکی (نمایش شماتیک انباشت ایزوتوپ مورد نظر در اجزاء مختلف بدن)



## ۱۱-۵- پنجره محاسبه دز ناشی از استنشاق مواد پرتوزا و رادیواکتیو

در این پنجره محاسبات دز در اجزای مختلف بدن ناشی از استنشاق مواد پرتوزا و رادیواکتیو انجام می گیرد. میزان دز محاسبه شده به قطر ذره ورودی و نحوه جذب آن در خون، حرفه (بعنوان فردی که با مواد پرتوزا به عنوان یک حرفه در تماس است و یا یک فرد عادی) و سن فرد در معرض مواد پرتوزا بستگی دارد. با مشخص شدن این مقادیر و زدن دکمه Calculation دز در ۲۶ قسمت مختلف بدن و همچنین دز موثر محاسبه و نمایش داده می شود. در هنگام زدن دکمه Calculation اگر برای مقادیر اکتیویته اولیه چیزی وارد نشده باشد، با خطای نمایش داده شده توسط برنامه مواجه می گردیم. قابل ذکر است که قسمت سن با انتخاب فرد عادی که در معرض پرتو قرار گرفته است، فعال می گردد. شکل ۳۵ نمایی از این پنجره را نمایش می دهد.



شکل ۳۵: نمایش کلی از پنجره محاسبه دز ناشی از استنشاق مواد پرتوزا و رادیواکتیو

## ۱۱-۶- پنجره محاسبه دز ناشی از بلعیدن مواد پرتوزا و رادیواکتیو

در این پنجره محاسبات دز در اجزای مختلف بدن ناشی از بلعیدن مواد پرتوزا و رادیواکتیو انجام می گیرد. با انتخاب کردن فرد مورد نظر از نظر فردی که با مواد پرتوزا به عنوان یک حرفه در تماس است و یا یک فرد عادی و همچنین سن فرد مورد نظر، و زدن دکمه Calculation دز در ۲۶ قسمت مختلف بدن و همچنین دز موثر نمایش داده می شود. در هنگام زدن دکمه Calculation اگر برای مقادیر اکتیویته اولیه چیزی وارد نشده باشد، با خطای نمایش داده شده توسط برنامه مواجه می گردیم. قابل ذکر است که قسمت سن با انتخاب فرد عادی که در معرض پرتو قرار گرفته است، فعال می گردد. شکل ۳۶ نمایی از این پنجره را نمایش می دهد.

Decay | Dose Calculation | Shield Thickness | Internal Dosimetry | Inhalation Dosimetry | Ingestion Dosimetry

Source Information  
 Source Organ: H-3 (organically bound tritium) | Subject: Occupational | Age at Intake: Adult  
 Initial Activity: 1 Bq


Calculate

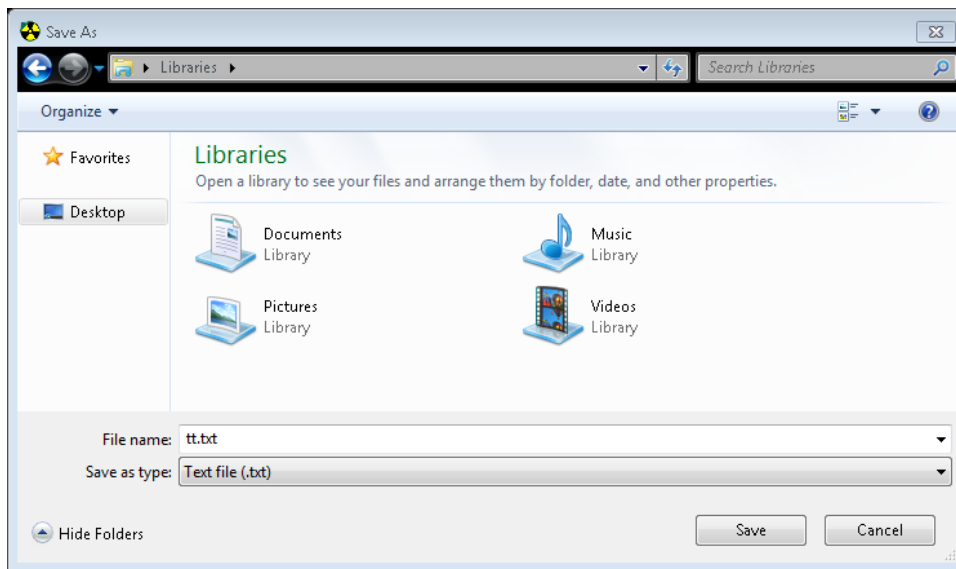
Results (Sv)

	1 day	7 days	30 days	1 year	5 years	10 years	20 years	30 years	45 years	50 years
Adrenals	1.10E-12	6.90E-12	2.10E-11	4.10E-11	4.10E-11	4.10E-11	4.10E-11	4.10E-11	4.10E-11	4.10E-11
Bladder WALL	1.10E-12	6.90E-12	2.10E-11	4.10E-11	4.10E-11	4.10E-11	4.10E-11	4.10E-11	4.10E-11	4.10E-11
Bone total	1.10E-12	6.90E-12	2.10E-11	4.10E-11	4.10E-11	4.10E-11	4.10E-11	4.10E-11	4.10E-11	4.10E-11
Brain	1.10E-12	6.90E-12	2.10E-11	4.10E-11	4.10E-11	4.10E-11	4.10E-11	4.10E-11	4.10E-11	4.10E-11
Breast	1.10E-12	6.90E-12	2.10E-11	4.10E-11	4.10E-11	4.10E-11	4.10E-11	4.10E-11	4.10E-11	4.10E-11
Chesocapsus	1.10E-12	6.90E-12	2.10E-11	4.10E-11	4.10E-11	4.10E-11	4.10E-11	4.10E-11	4.10E-11	4.10E-11
Stom/Wall	7.60E-12	1.30E-11	2.70E-11	4.70E-11	4.70E-11	4.70E-11	4.70E-11	4.70E-11	4.70E-11	4.70E-11
SI Wall	1.20E-12	7.10E-12	2.10E-11	4.10E-11	4.10E-11	4.10E-11	4.10E-11	4.10E-11	4.10E-11	4.10E-11
ILI Wall	1.90E-12	7.90E-12	2.20E-11	4.20E-11	4.20E-11	4.20E-11	4.20E-11	4.20E-11	4.20E-11	4.20E-11
LLI Wall	2.10E-12	9.80E-12	2.30E-11	4.40E-11	4.40E-11	4.40E-11	4.40E-11	4.40E-11	4.40E-11	4.40E-11
Colon	2.00E-12	8.70E-12	2.20E-11	4.30E-11	4.30E-11	4.30E-11	4.30E-11	4.30E-11	4.30E-11	4.30E-11
Kidneys	1.10E-12	6.90E-12	2.10E-11	4.10E-11	4.10E-11	4.10E-11	4.10E-11	4.10E-11	4.10E-11	4.10E-11
Liver	1.10E-12	6.90E-12	2.10E-11	4.10E-11	4.10E-11	4.10E-11	4.10E-11	4.10E-11	4.10E-11	4.10E-11
Muscle	1.10E-12	6.90E-12	2.10E-11	4.10E-11	4.10E-11	4.10E-11	4.10E-11	4.10E-11	4.10E-11	4.10E-11
Ovaries	1.10E-12	6.90E-12	2.10E-11	4.10E-11	4.10E-11	4.10E-11	4.10E-11	4.10E-11	4.10E-11	4.10E-11
Pancreas	1.10E-12	6.90E-12	2.10E-11	4.10E-11	4.10E-11	4.10E-11	4.10E-11	4.10E-11	4.10E-11	4.10E-11
Red Marrow	1.10E-12	6.90E-12	2.10E-11	4.10E-11	4.10E-11	4.10E-11	4.10E-11	4.10E-11	4.10E-11	4.10E-11
RT Airways	1.10E-12	6.90E-12	2.10E-11	4.10E-11	4.10E-11	4.10E-11	4.10E-11	4.10E-11	4.10E-11	4.10E-11
Lung	1.10E-12	6.90E-12	2.10E-11	4.10E-11	4.10E-11	4.10E-11	4.10E-11	4.10E-11	4.10E-11	4.10E-11
Skin	1.10E-12	6.90E-12	2.10E-11	4.10E-11	4.10E-11	4.10E-11	4.10E-11	4.10E-11	4.10E-11	4.10E-11
Spleen	1.10E-12	6.90E-12	2.10E-11	4.10E-11	4.10E-11	4.10E-11	4.10E-11	4.10E-11	4.10E-11	4.10E-11
Testes	1.10E-12	6.90E-12	2.10E-11	4.10E-11	4.10E-11	4.10E-11	4.10E-11	4.10E-11	4.10E-11	4.10E-11
Thymus	1.10E-12	6.90E-12	2.10E-11	4.10E-11	4.10E-11	4.10E-11	4.10E-11	4.10E-11	4.10E-11	4.10E-11
Thyroid	1.10E-12	6.90E-12	2.10E-11	4.10E-11	4.10E-11	4.10E-11	4.10E-11	4.10E-11	4.10E-11	4.10E-11
Uterus	1.10E-12	6.90E-12	2.10E-11	4.10E-11	4.10E-11	4.10E-11	4.10E-11	4.10E-11	4.10E-11	4.10E-11
Remainder	1.10E-12	6.90E-12	2.10E-11	4.10E-11	4.10E-11	4.10E-11	4.10E-11	4.10E-11	4.10E-11	4.10E-11
Effective dose	2.00E-12	7.90E-12	2.20E-11	4.20E-11	4.20E-11	4.20E-11	4.20E-11	4.20E-11	4.20E-11	4.20E-11

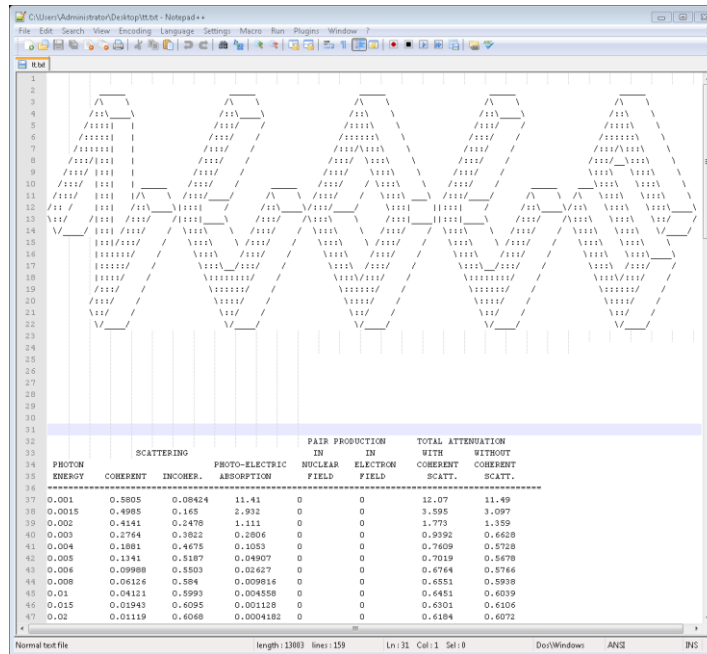
شکل ۳۶: نمایی کلی از پنجره محاسبه دز ناشی از بلعیدن مواد پرتوزا و رادیواکتیو

## ۱۲- ذخیره اطلاعات

در پنجره های نرم افزار رابط گرافیکی نمایش ترکیبات متداول مورد استفاده در مباحث حفاظ سازی و رابط گرافیکی نمایش اندرکنش های فوتون، نوترون، الکترون، پروتون، آلفا و کتابخانه های آلبدو و ضریب انباشت در گوشه سمت چپ و پایین پنجره دکمه  تحت عنوان Save Data برای ذخیره اطلاعات جدول نمایش داده شده به فرمت .txt. قرار داده شده است. همچنین با کلیک راست کردن بر روی نمودارها می توان از توانایی بزرگنمایی و یا کوچکنمایی و یا ذخیره نمودار استفاده نمود. شکل ۳۷ نمایی از پنجره ذخیره اطلاعات در برنامه و شکل ۳۸ نمایی از پنجره ذخیره ضرایب تضعیف فوتون در فرمت .txt. توسط برنامه را نشان می دهد.



شکل ۳۷: پنجره ذخیره اطلاعات در برنامه



شکل ۳۸: نمایشی از فایل ذخیره شده توسط برنامه