

بِسْمِ تَعَالَى

کمک دربارهی

## امواج نگارش ۱.۵

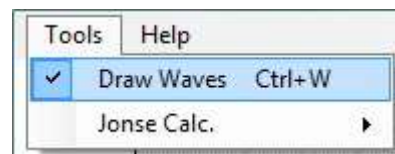
برنامه‌ی امواج یک نرم‌افزار آموزشی رایگان است که به دانشجویان رشته فیزیک، و دیگر رشته‌های مهندسی کمک می‌کند تا از شکل و نوع برخی امواج متداول فهم درستی بیابند.

### نیازمندی‌های امواج:

- پردازنده‌ی Intel یا AMD، 3 GHz یا سریعتر، پردازنده‌های Intel Core i3 و بالاتر مورد توصیه است.
- 512 MB RAM یا بالاتر
- 12 MB فضای خالی روی دیسک سخت، برای استفاده‌ی برنامه
- Windows 7 کلیه‌ی نگارش‌ها یا Windows 8
- Microsoft dotNet Framework 4
- حداقل وضوح تصویر ۷۶۸ × ۱۰۲۴ پیکسل

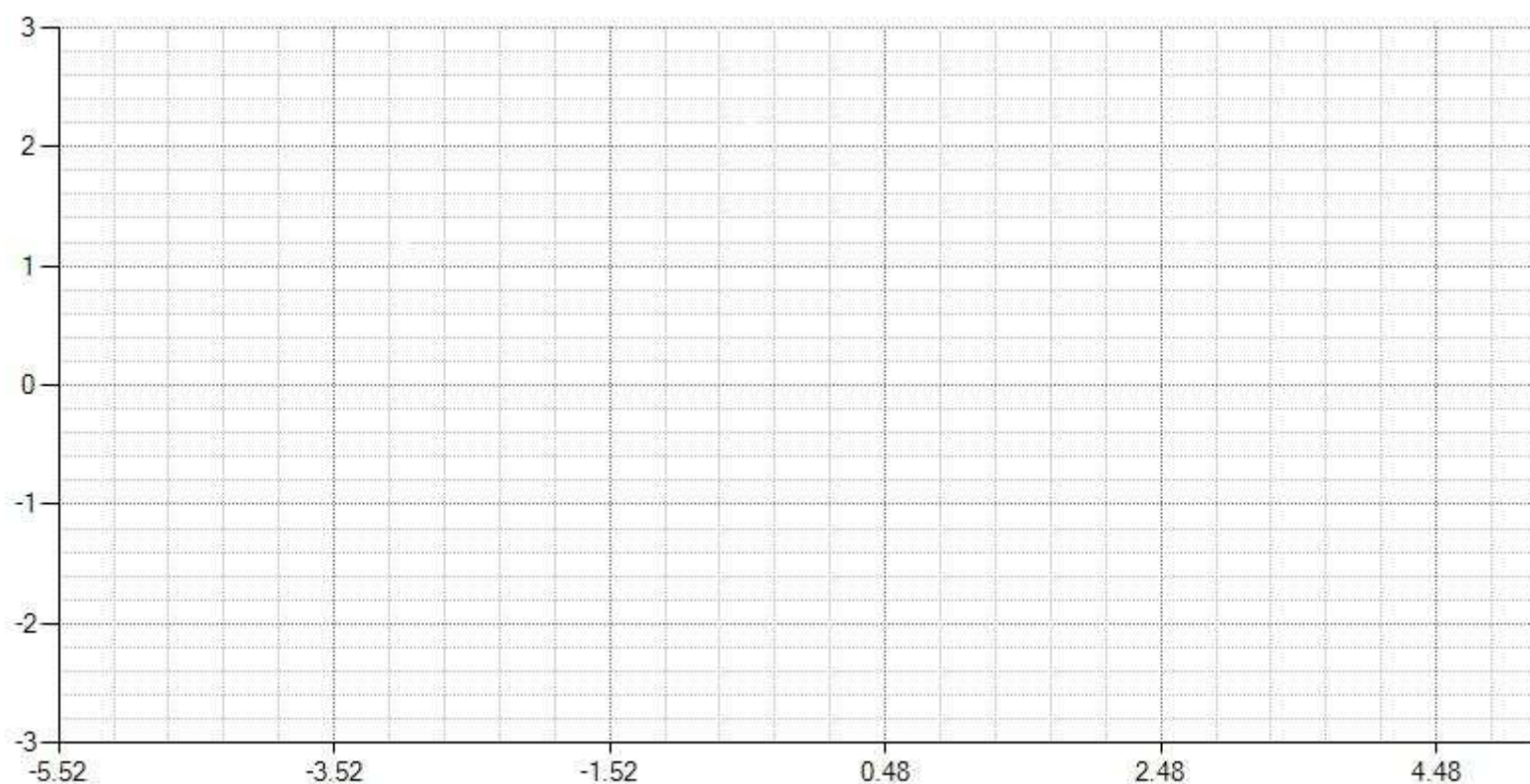
### ۱. حالت Draw Waves (رسم امواج)

- برای دسترسی به این حالت از منوی Tools گزینه‌ی Draw Waves را انتخاب کنید. برای دسترسی سریعتر می‌توانید از کلیدهای ترکیبی Ctrl+W استفاده کنید.
- در این قسمت ۳ نوع موج متغیر با زمان و ۲ نوع موج در گروه سری فوریه نشان داده می‌شود. در امواج متغیر با زمان، شمارنده با واحدهای ۰.۱ ثانیه تغییر می‌کند و در امواج گروه سری فوریه، شمارنده با واحد ۱ جمله تغییر می‌کند.



### ۱. پانل گرافیکی

- خروجی گرافیکی موج روی این پانل نمایش داده می‌شود.



### ۲. دکمه‌ی Step Draw

- این دکمه، موج مربوطه را برای مقداری که شمارنده نشان می‌دهد بر روی پانل گرافیکی رسم می‌کند و سپس شمارنده را یک واحد به جلو می‌برد.

Step Draw

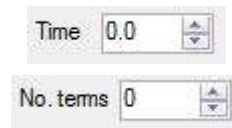
### ۳. ابزار شمارنده

- این ابزار یک شمارنده است و پارامتر متغیر اصلی برای موج محسوب می‌شود.
- در گروه امواج متغیر با زمان این شمارنده زمان را با واحد ۰.۱ ثانیه می‌شمارد.

- در گروه امواج سری فوریه این شمارنده تعداد جملات سری فوریه برای آن موج را می‌شمارد.

- برای دسترسی سریعتر به رسم‌های بعدی می‌توانید نشانگر موس را در شمارنده قرار داده و کلید **Enter** را فشار دهید؛ این کار معادل فشردن دکمه‌ی **Step Draw** خواهد بود. همچنین در این وضعیت نیز می‌توانید کلید **Space** را فشار دهید؛ این کار معادل فشردن دکمه‌ی **اجرا/وقفه** خواهد بود.

- **مهم:** همواره مقداری که برای زمان یا تعداد جملات، روی پانل گرافیکی نمایش داده می‌شود برای آن رسم صحیح است و مقداری که روی شمارنده نمایش داده می‌شود یک واحد بیشتر است.



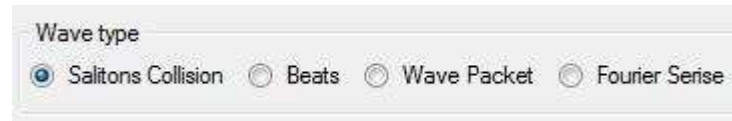
## ۴. دکمه‌ی اجرا/وقفه

- این دکمه به صورت خودکار فرآیند رسم را بر حسب واحدهای شمارنده تکرار می‌کند.



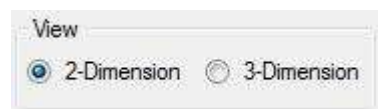
## ۵. جعبه‌ی انتخاب نوع موج Wave type

- در این قسمت می‌توانید نوع موج را برای نمایش روی پانل گرافیکی انتخاب کنید.
- این انتخاب‌ها شامل **Wave Packet**, **Beats**, **Solitons Collision** و **Fourier Series** هستند.
- قسمت **Solitons Collision** برگرفته از کتاب فیزیک پایه هالیدی جلد ۲ فصل ۱۹ سوال ۵۶ می‌باشد.
- قسمت **Beats** برگرفته از کتاب فیزیک مدرن سلز فصل اول می‌باشد و با هدف تبیین مفهوم سرعت فاز و سرعت گروه طراحی شده است.
- قسمت **Wave Packet** برگرفته از کتاب مکانیک کوانتومی گازیروویچ فصل دوم می‌باشد. البته آن فرمول (برای حذف قسمت موهومی) در مزدوج مختلط خود ضرب شده است. در این قسمت به این نکته توجه کنید که اگر از زمان منفی استفاده کنید نتیجه فیزیکی صحیحی نخواهید داشت زیرا این موج میراست.
- قسمت **Fourier Series** نیز برگرفته از کتاب امواج سری برکلی فصل دوم بخش ۳ می‌باشد. و برای تبیین مفهوم آنالیز فوریه برای یک موج طراحی شده است. در این قسمت، شمارنده، حد بالای سری را نشان می‌دهد یعنی تعداد جملاتی که با استفاده از آنالیز فوریه، برای رسم موج بکار رفته است را نشان می‌دهد.
- تنظیمات این انتخاب‌ها در حالت **Advance** امکان‌پذیر است.

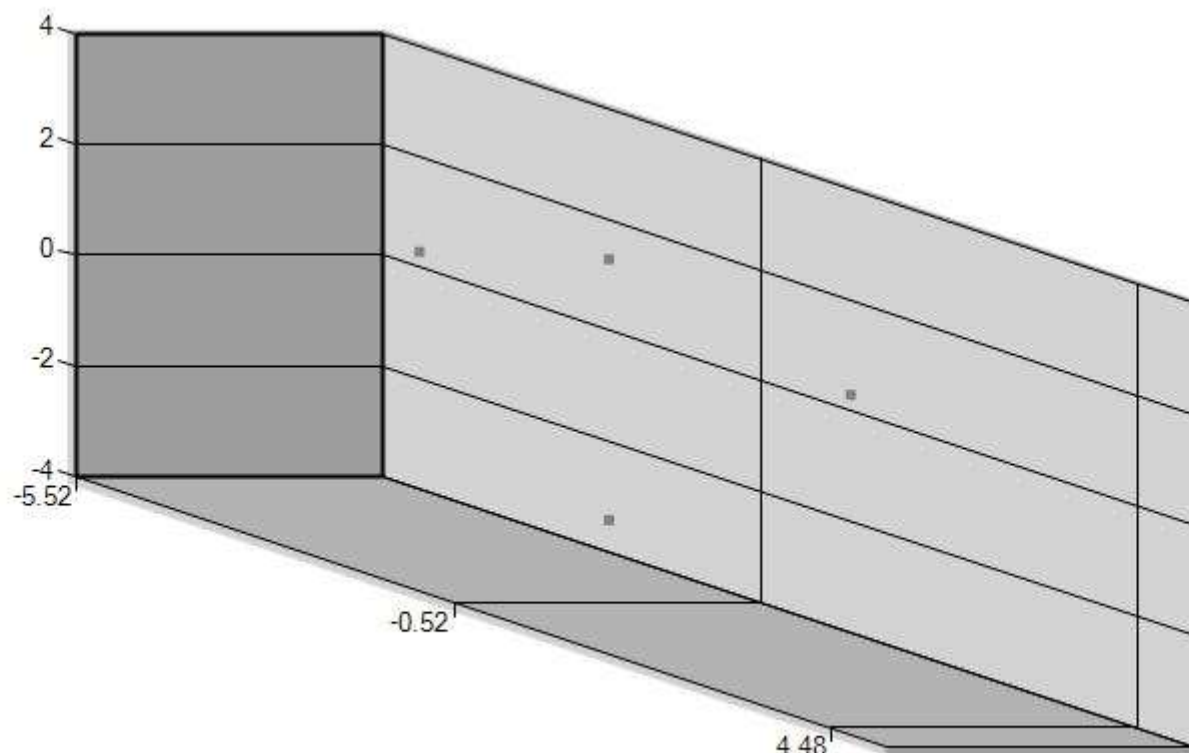


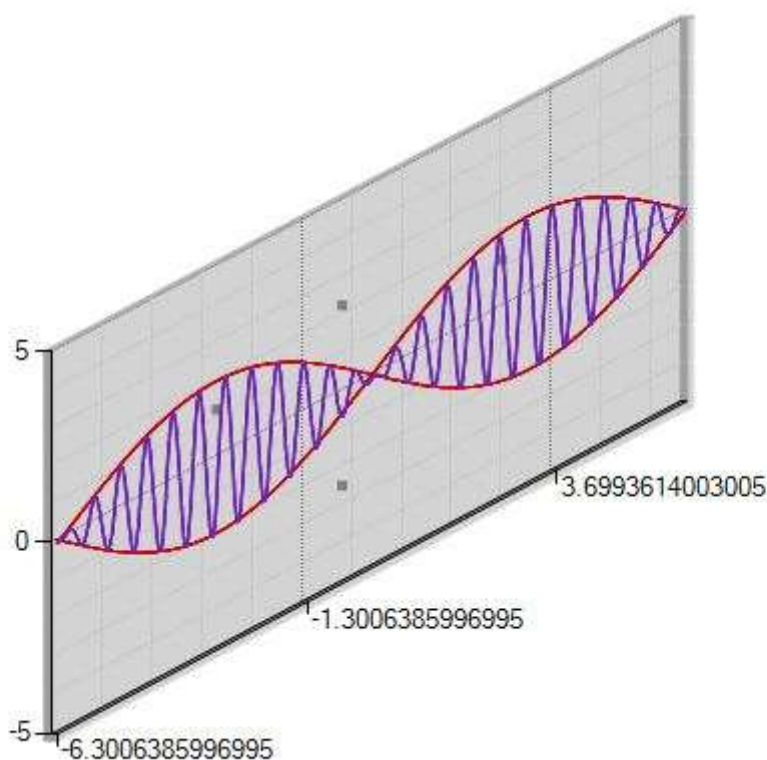
## ۶. جعبه‌ی انتخاب نما view

- در این قسمت می‌توانید نوع نمایش در پانل گرافیکی را مشخص کرد که بطور پیش فرض در حالت ۲بعدی (2-Dimansion) قرار دارد.
- حالت ۳بعدی (3-Dimansion) به ماهیت موج مربوط نمی‌شود بلکه فقط ظاهر آن به صورت ۳بعدی نمایش داده می‌شود.



- در شکل‌های زیر نمونه‌ای از تصاویر پانل گرافیکی در حالت ۳بعدی نشان داده شده است.





## ۷. دکمه‌ی Advance-Simple

- این دکمه فرم اصلی امواج را کوچک و بزرگ می‌کند.
- در حالت Advance تنظیمات بیشتری را در اختیار خواهید داشت.

توجه: در حالت محاسبات جونر (Jones calc.) این دکمه فقط فضای بیشتری را در اختیار شما قرار می‌دهد و تنظیمات، هیچ تغییری نخواهند داشت.



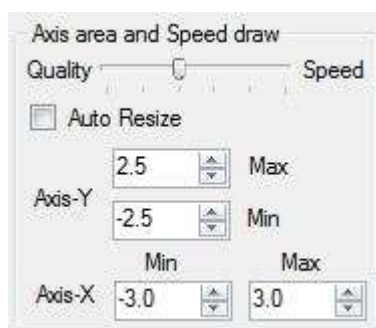
## ۸. جعبه‌ی انتخاب محورها و سرعت رسم Axis area and Speed draw

- با استفاده از شیارِ سرعتِ رسم می‌توانید کیفیت رسم را تعیین کنید. دقت کنید که این ابزار به هیچ عنوان در فرمول موج دخیل نیست و فقط به وسیله‌ی آن سرعت (یا تعداد نقاط) نمایش موج تغییر می‌کند. ضمناً این ابزار فقط برای گروه امواج متغیر با زمان کاربرد دارد.



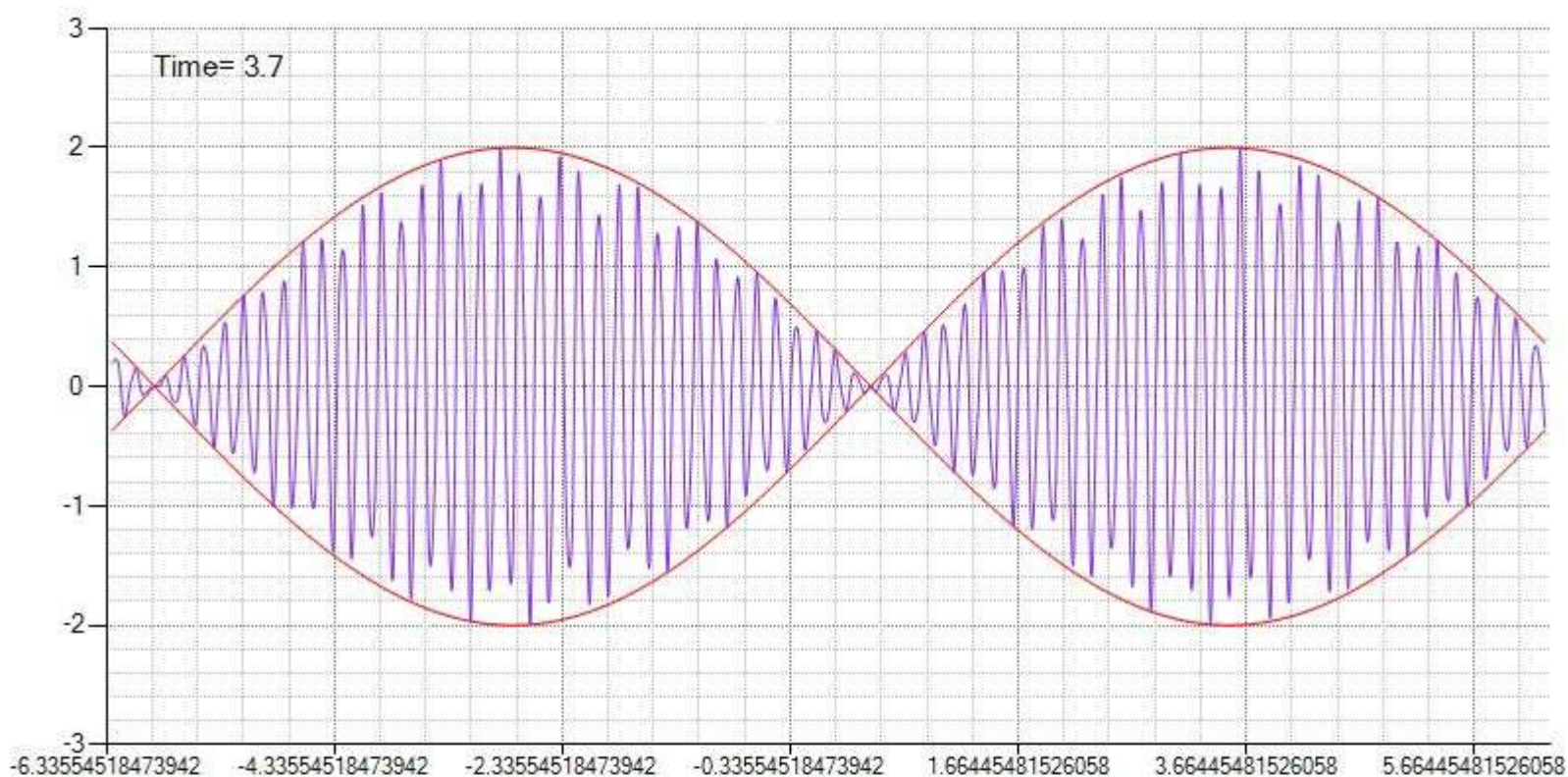
- همچنین در این قسمت می‌توانید محورهای پانل گرافیکی را تنظیم کنید.
- در حالت Auto Resize کلیه محورها با توجه به شکل موج تنظیم می‌شوند.
- در حالت دستی می‌توانید کمینه و بیشینه‌ی محورهای X,Y را تنظیم کنید.

توجه: اگر تنظیمات دستی کمتر از مقادیر کمینه یا بیشینه‌ی نمایش موج باشند، در آن محور، تنظیمات خودکار ارجحیت خواهند داشت.



- هنگام استفاده از ابزار شیارِ سرعتِ رسم به این نکته توجه کنید که هنگامی که نشانگر این ابزار روی Quality نباشد سرعت رسم بالاتر خواهد بود زیرا از نقاط کمتری برای رسم موج استفاده می‌شود به همین دلیل میزان دقت رسم نیز کاهش می‌یابد، مثلاً در قسمت Beats هنگامی که با تنظیمات اولیه امواج، مقدار عدد موج (K) بالاتر از ۲۵ باشد شکل نمودار به صورت زیر تغییر می‌کند و صحت داده‌ها کمتر می‌شود. در این حالت هرچه عدد موج بیشتر شود میزان خطا نیز بیشتر می‌شود. برای رفع این مشکل شیارِ سرعتِ رسم را روی Quality قرار دهید. به طور پیش‌فرض برای قسمت Solitons Collision این شیار روی اولین واحد از سمت چپ قرار دارد و برای قسمت Beats روی سومین واحد و برای قسمت Wave Packet روی دومین واحد قرار دارد. با تغییر مقادیر پارامترهای هر قسمت برای نمایش روان‌تر موج روی پانل گرافیکی با توجه به نکته‌ی ذکر شده می‌توانید شیارِ سرعتِ رسم را نیز تغییر دهید. این ابزار برای سیستم‌های نسبتاً ضعیف در نظر گرفته شده است و حالت Quality صحت داده‌های رسم شده را تضمین می‌کند و حالت‌های دیگر به شرطی که با داده‌های رسم شده در این حالت هم‌خوانی داشته باشند، صحت خواهند داشت.





Step Draw

Time: 3.8

Wave type:  Solitons Collision  Beats  Wave Packet  Fourier Serie

View:  2-Dimension  3-Dimension

Quality:  Speed:

Auto Resize

Axis-Y: Min: -2.5, Max: 2.5

Axis-X: Min: -3.0, Max: 3.0

Salitons Collision Option | **Beats Option** | Wave Packet Option | Fourier Serie Option

w: 4.00, k: 36.30, dw: 0.10, dk: 1.00

$$2 \sin\left(\frac{td\omega}{2} - \frac{xdk}{2}\right) \cos(kx - \omega t)$$

Simple

## ۹. تنظیمات موج

- با انتخاب هر موج در قسمت ۶ می‌توانید تنظیمات آن را در این قسمت انجام دهید. ویژگی بارز امواج این است که تنظیمات مربوط به هر موج بلافاصله پس از تغییر اعمال خواهد شد و در صورتی وضعیت نمایش موج در حالت اجرا باشد، نتیجه تنظیمات روی پانل گرافیکی قابل مشاهده است.

Salitons Collision Option | **Beats Option** | Wave Packet Option | Fourier Serie Option

Reverse one

Approx. 100

Peak 1: Speed(m/s) 25, Amplitude 1.0

Peak 2: Speed(m/s) 25, Amplitude 1.0

$$Amp \cdot e^{-\frac{(x-vt-5)^2}{Approx.}}$$

$$Amp \cdot e^{-\frac{(x+vt-45)^2}{Approx.}}$$


---

Salitons Collision Option | **Beats Option** | Wave Packet Option | Fourier Serie Option

w: 4.00, k: 36.30, dw: 0.10, dk: 1.00

$$2 \sin\left(\frac{td\omega}{2} - \frac{xdk}{2}\right) \cos(kx - \omega t)$$


---

Salitons Collision Option | **Wave Packet Option** | Fourier Serie Option

w: 10.00, k: 15.00, dw: 0.20, dk: 0.70

Alpha: 1.00, Beta: 1.00

$$\sqrt{\frac{\pi^2}{\alpha^2 + (\beta t)^2}} \cdot e^{-\frac{\alpha}{2}(x-vt)^2}{\alpha^2 + (\beta t)^2} \cdot \cos(kx - \omega t)$$


---

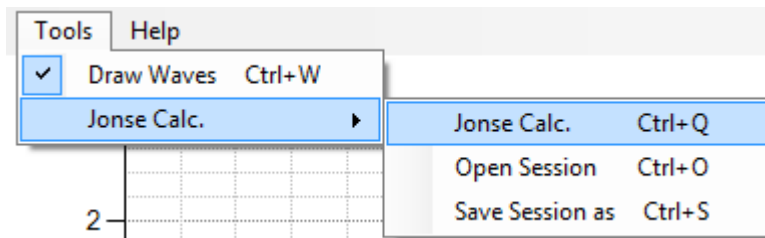
Salitons Collision Option | **Fourier Serie Option**

Type:  Squar Wave  Sawtooth Wave

$$\sum_{n=0}^N \frac{4}{(2n+1)\pi} \sin((2n+1)x)$$

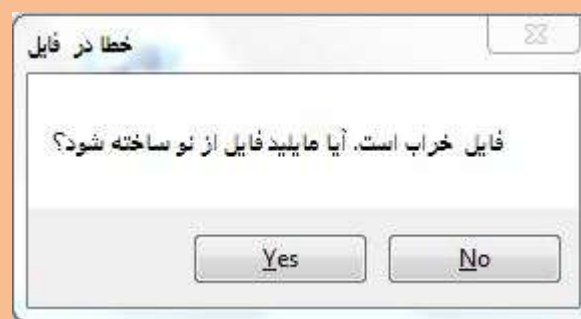
## ۲. حالت Jones calc. (محاسبات جونز)

- این قسمت به صورت ویژه و با ظاهر فارسی طراحی شده است.
- برای دسترسی به این قسمت از منوی Tools گزینه‌ی Jones calc. را انتخاب کنید. برای دسترسی سریعتر می‌توانید از کلیدهای ترکیبی Ctrl+Q استفاده کنید.



- شما در این بخش می‌توانید عبور یک پرتوی قطبیده‌ی دلخواه از موادی با خواص اپتیکی معین را شبیه‌سازی کنید. بدین صورت که با تعریف پرتو و مواد، حاصل پرتوی خروجی را مشاهده کنید.
- پس از انجام محاسبات در هر نشست می‌توانید از این منو با انتخاب گزینه‌ی Save Session as یا با استفاده از کلیدهای ترکیبی Ctrl+S کلیه اطلاعات را ذخیره کنید. همچنین می‌توانید با انتخاب گزینه‌ی Open Session یا با استفاده از کلیدهای ترکیبی Ctrl+O فایل ذخیره شده را برای نشست‌های بعد استفاده کنید.

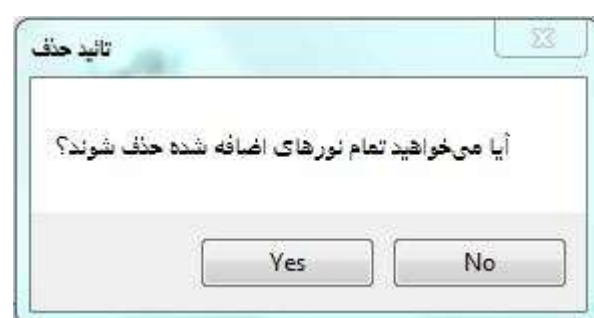
توجه: فایل ذخیره شده را به هیچ عنوان ویرایش نکنید زیرا نتایج خروجی آن تغییر کرده و درست نخواهد بود، ضمن اینکه ممکن است با پیغام زیر مواجه شوید که در این صورت کلیه اطلاعات ذخیره شده در فایل پاک خواهد شد. سپس می‌توانید تنظیمات جدیدی را انتخاب کرده و در آن فایل ذخیره کنید.



- مراحل محاسبات این حالت به ۳ گام تقسیم شده است:

## گام اول:

- ❖ شما می‌توانید در این گام نوع پرتوی فرودی را مشخص کنید. این گام به صورت اختیاری است و می‌توانید آن را رها کنید و گام بعدی را تکمیل کنید.
  - ❖ در این گام به طور نمونه ۳ پرتوی قطبیده‌ی خطی، دایره‌ای و بیضوی در نظر گرفته شده است. همچنین می‌توانید با وارد کردن هر عدد دلخواه دیگری آن را به عنوان پرتوی فرودی معرفی کنید.
- عدد دلخواه ورودی باید طبق نمونه ورودی باشد؛ این عدد، یک عدد مختلط به صورت  $X+Yi$  است که  $X$  و  $Y$  در بازه‌ی  $(-1.79769313486232e308, +1.79769313486232e308)$  قرار دارند. همچنین عدد ورودی  $X$  یا  $Y$  می‌تواند به صورت  $PeQ$  نیز وارد شود که  $P$  یک عدد حقیقی و  $Q$  یک عدد صحیح است.
- ❖ می‌توانید به طور ویژه از تابع  $\exp(ai)$  نیز استفاده کنید که  $a$  یک زاویه برحسب رادیان و مانند  $X$  یا  $Y$  به صورت اعشاری، در همان بازه‌ی فوق است.
  - ❖ برای ذخیره‌ی نور قطبیده ورودی در جعبه‌ی انتخاب نور از دکمه‌ی + و برای حذف نور وارد شده از دکمه‌ی - استفاده کنید. برای حذف کلیه‌ی نورهای وارد شده ۲ بار دکمه‌ی - را فشرده و در پنجره‌ی که نمایش داده می‌شود حذف کلیه‌ی نورها را تأیید کنید؛ اگر نور انتخاب شده در جعبه‌ی نورها جزء نورهای پیش فرض باشد این پنجره با ۱ بار فشردن دکمه‌ی - به نمایش در می‌آید. ضمناً نورهای پیش فرض قابل حذف نمی‌باشند.





توجه: هر عبارت دیگری بجز موارد ذکر شده نامعتبر خواهد بود. و پس از فشردن دکمه‌ی **محاسبه** پیغام خطای زیر برای شما نمایش داده می‌شود.



## گام دوم:

❖ این گام از گام اول مهم‌تر است زیرا بخش اصلی محاسبات جونز در این گام انجام می‌شود.

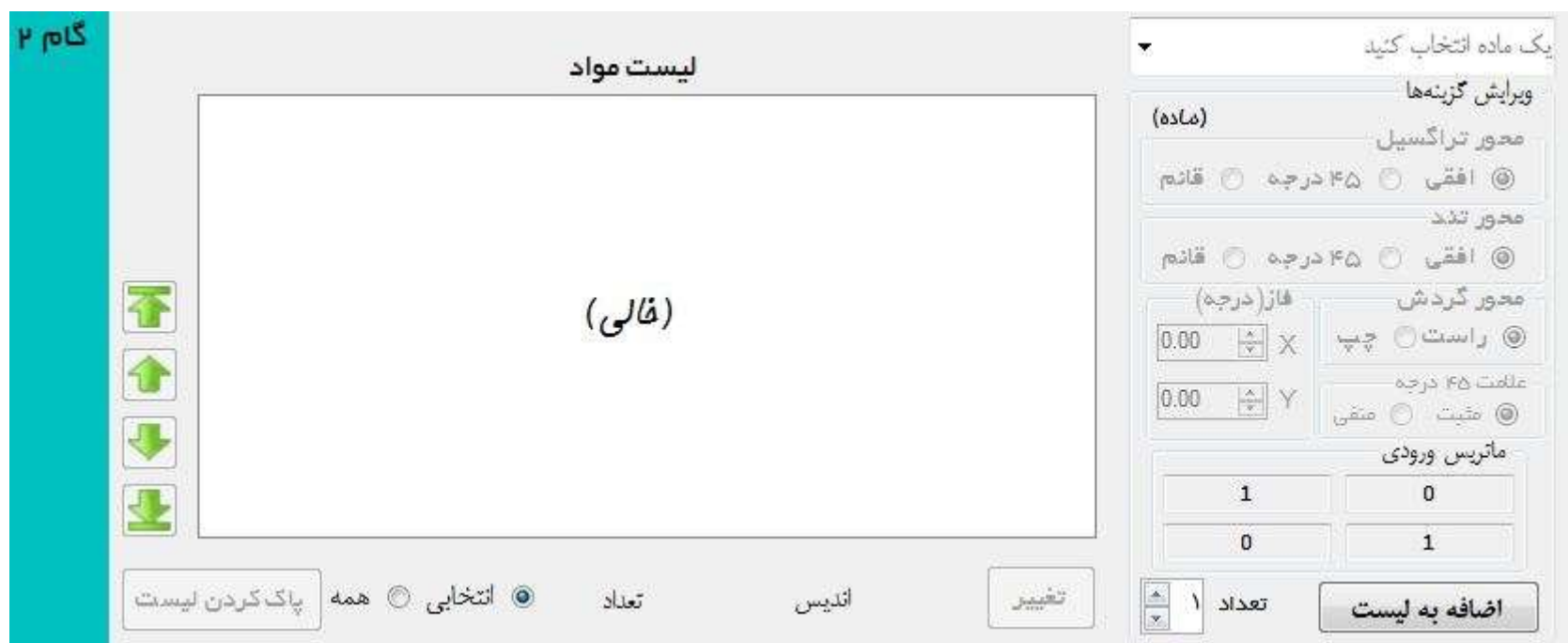
❖ شما در این گام با استفاده از کرکره‌ی بالا سمت راست می‌توانید یک ماده با خواص اپتیکی انتخاب کنید و در پانل زیر آن، پارامترهای مربوط به وضعیت قرارگیری و خصوصیات فیزیکی آن ماده را مشخص کنید و در نهایت آن را به تعداد مورد نیاز به لیست مواد اضافه کنید.

❖ موادی که در این بخش آماده شده به شرح زیر است:

- قطبی‌گر خطی
- تیغه‌ی یک چهارم موج
- تیغه‌ی یک دوم موج
- تغییردهنده‌ی نسبی فاز
- قطبی‌گر دایره‌ای

❖ **مهم:** در این شبیه‌سازی ترتیب قرارگیری مواد در این لیست مهم است و پرتوی فرودی ابتدا از عنصری که در بالای لیست قرار گرفته (عنصر اول)، عبور می‌کند و نتیجه آن از عنصر دوم، سپس عنصر سوم و الی آخر، عبور می‌کند.

❖ خروجی نهایی در گام سوم مشخص می‌شود.



توجه: اگر در این گام بدون انتخاب هیچ ماده‌ای دکمه‌ی اضافه به لیست را فشار دهید با پیغام زیر روبرو خواهید شد.

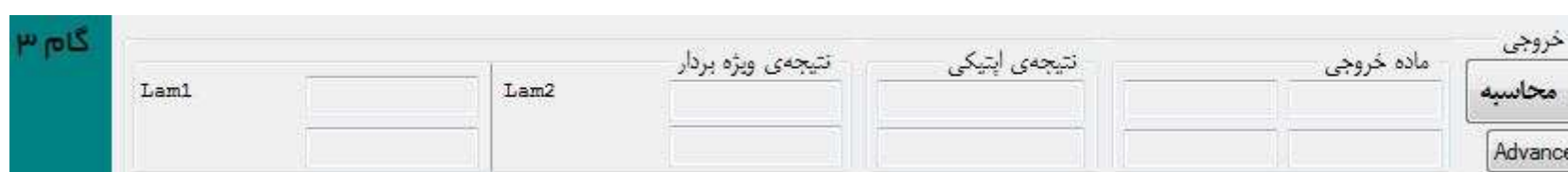


### گام سوم:

- ❖ کلیه خروجی‌های محاسبات چونز در این گام نمایش داده می‌شود.
- ❖ پس از تکمیل گام دوم با فشردن دکمه‌ی **محاسبه** نتایج به نمایش در می‌آید.
- ❖ در گروه اول نتایج شما نتیجه‌ی ماده خروجی را مشاهده می‌کنید. توجیه این نتیجه این است که تمام ماده‌های موجود در لیست به ترتیب به هم متصل شده‌اند و هرکدام جزئی از ماده‌ی خروجی هستند.
- ❖ در گروه دوم نتایج، پرتوی خروجی به نمایش در می‌آید. این پرتو، حاصل عبور پرتو فرودی از ماده‌ی خروجی است.
- ❖ گروه سوم نتایج نیز یکی از بخش‌های منحصر به فرد در **امواج** است و در اینجا شما می‌توانید نتیجه‌ی ویژه مقدار و ویژه پرتوی ماده‌ی خروجی را مشاهده می‌کنید. ویژه پرتوها طبق تعریف پرتوهایی هستند که نتیجه آنها پس از عبور از ماده‌ی خروجی، خودشان البته با ضریب ویژه مقدار، خواهند بود. واضح است که این نتیجه، مستقل از پرتو ورودی (گام ۱) می‌باشد. ضمناً اگر ماده خروجی ویژه مقدار تکراری داشته باشد، فقط یک ویژه مقدار نمایش داده می‌شود.
- ❖ می‌توانید با راست کلیک روی دکمه‌ی **محاسبه** و انتخاب عدد دلخواه خود، مطابق شکل، دقت محاسبات را تعیین کنید. عدد انتخاب شده میزان گرد کردن اعداد اعشاری خواهند بود. و هرچه بزرگتر باشد دقت، بالاتر خواهد بود. در دقت‌های بالاتر از ۲ نتیجه‌ی ویژه مقدار در صورتی که طول آن بیش از ۱۱ کاراکتر باشد، در ۲ سطر نمایش داده می‌شود که سطر اول قسمت حقیقی و سطر دوم قسمت موهومی است.



- ❖ اگر در هر یک از گام‌های اول یا دوم اطلاعات خواسته شده را وارد نکنید کلیه محاسبات بر اساس اطلاعات وارد شده خواهد بود؛ در غیر اینصورت نتایج بر اساس اطلاعات پیش فرض خواهد بود.
- ❖ همانطور که در توضیح دکمه‌ی **Advance-Simple** گفته شد، این دکمه تغییری در تنظیمات این بخش نخواهد داشت و صرفاً برای ایجاد فضای بیشتر قرار داده شده است.



## ۱۰. تشکر و قدردانی

هسته‌ی ابتدائی این نرم‌افزار، شامل موج سالیتمونی به پیشنهاد دکتر مهدی مومنی در سال ۸۷ نوشته شد و قسمت‌های بعدی شامل زنش، بسته موج و آنالیز فوریه طی ۲ سال و با بهره‌مندی از درس امواج که توسط استاد دکتر حسین موحدیان ارائه شده بود، به آن اضافه شد. همچنین بخش محاسبات چونز در سال ۹۰ به پیشنهاد دکتر حسین عشقی به این نرم‌افزار اضافه شد که در اینجا از آنها تشکر می‌کنم و آرزوی توفیق برایشان دارم.