

آموزش گام به گام نرم افزار Full wave از بسته نرم افزارهای R-SOFT

زاهدان- دانشگاه سیستان و بلوچستان- دانشکده مهندسی برق و کامپیوتر-
گروه مهندسی الکترونیک- دکتر محمدعلی منصوری بیرجندی

mansouri@hamoon.usb.ac.ir
mamansouri@yahoo.com

مقدمه:

معرفی بسته نرم افزاری RSOFT CAD:

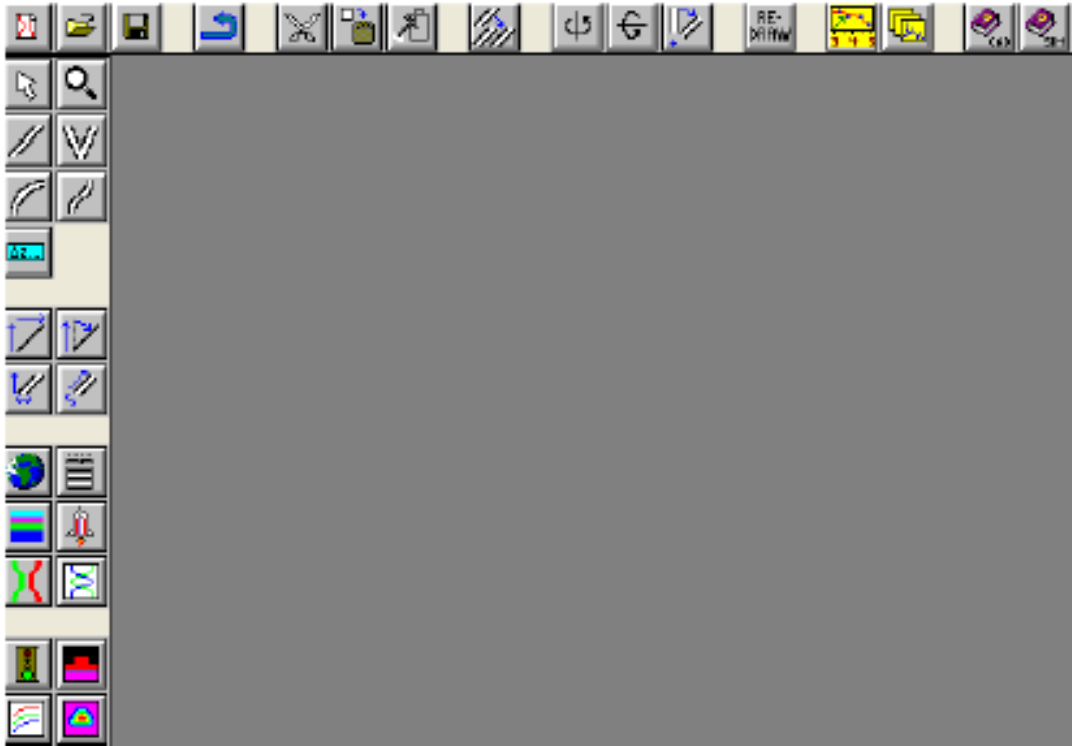
۱- Band SOLVE ۲- Beam PROP ۳- Grating MOD ۴- Full WAVE

- BandSOLVE، نرم افزار جامع و موتور شبیه سازی برای تولید و آنالیز ساختارهای باند فوتونیک است. هدف BandSOLVE تولید ساختارهای باند برای ساختارهای شکاف باند فوتونیک نظیر موجبرهای کریستال فوتونیک 3D,2D است. علاوه بر آن برای ساختارهای فیبر، مثل فیبرهای کریستال فوتونیک و فیبرهای شکاف باند فوتونیک بکار می رود.
- Beam PROP موتور شبیه سازی برای طراحی قطعات موجبر نوری و مدارات مجتمع (محاسبه انتشار امواج نور در هندسه موجبر دلخواه) است. از تکنیک های پیشرفته تفاضل محدود انتشار موج برای شبیه سازی استفاده می کند. هم برای تحقیقات در دانشگاهها و هم برای محیط صنعتی مناسب است. اطلاعات اصلی و کلیدی آن عبارت است از: ۱- توزیع ضریب شکست ۲- میدان موج ورودی.
- نرم افزار Grating MOD به آنالیز و مدل سازی قطعاتی کمک می کند که گریتینگ در آن بکار رفته و در نتیجه برای انواع مختلف فیلترها بکار میرود. به آسانی با ابزارهای دیگر شبیه سازی RSOFT کار خواهد کرد.
- Full WAVE موتور شبیه سازی ایده آل، برای طراحی قطعات پیچیده فوتونیک است. از روش FDTD برای شبیه سازی استفاده می کند. در این قسمت، به صورت گام به گام، کار با این نرم افزار تشریح می شود.

معرفی نرم افزار Full Wave


این نرم افزار بر اساس روش FDTD تمام محاسبات خود را انجام می‌دهد و قادر به شبیه سازی در حوزه زمان و فرکانس، پویش پارامتر، محاسبه‌ی ضریب شکست و محاسبه‌ی مد اصلی می‌باشد.


ابتدا قسمت‌های مختلف برنامه توضیح داده شده است:




شکل ۱- صفحه اصلی برنامه

نوار ابزار شامل

جهت ایجاد، باز کردن و ذخیره فایل. 

جهت ایجاد بازیابی حالت آخر، برش، کپی و چسباندن. 

جهت تکرار، چرخاندن. 

جهت ترسیم مجدد، نمایش گراف‌ها و پویشگر داده. 



جهت زوم کردن، ترسیم سگمنت، ترسیم V، ترسیم کمان و انتخاب کردن.



جهت تعیین مرجع رسم



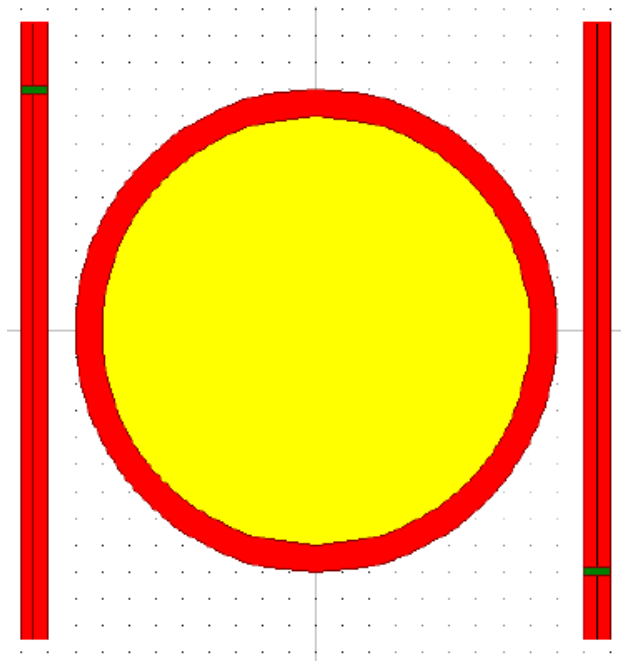
جهت ویرایش متغیرهای عمومی، سمبول‌ها، لایه‌ها، منابع میدان، راههای عبور موج و مانیتورهای میدان.



جهت انجام شبیه سازی، نمایش پروفایل، ضریب شکست، پویش پارامترها و محاسبه‌ی مد

اصلی


جهت بهتر آشنا شدن با این نرم افزار قسمت بعدی را شروع می‌کنیم، یعنی بررسی یک مثال در خود این نرم افزار.

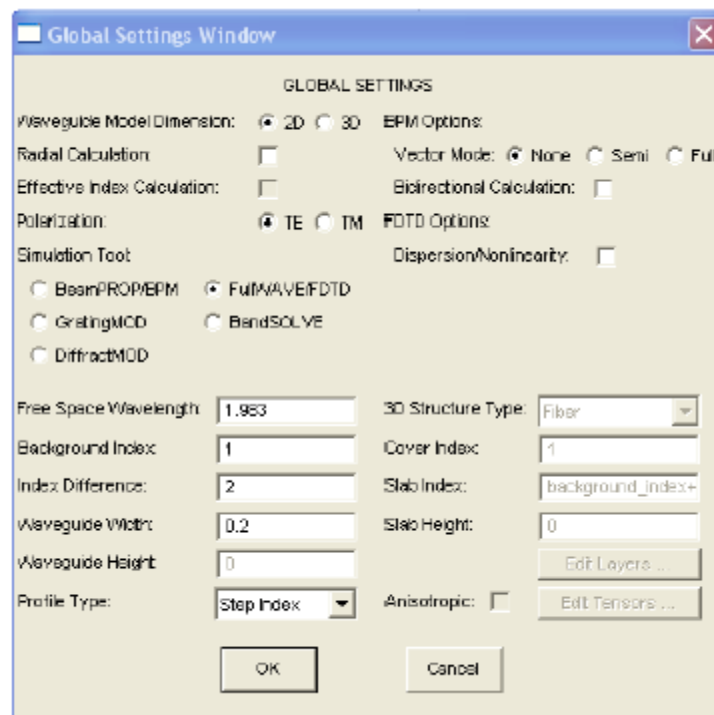


شکل ۲- مثال رینگ در RSOFT

مطابق شکل فوق دو عدد موجبر داریم و یک عدد رینگ. دو نمایشگر سبز رنگ که به صورت دو بلاک مستطیل شکل دیده می‌شود معرف مانیتور میدان است که جهت نمایش میدانی که از آن نقطه عبور می‌کند، می‌باشد.


این مثال از قبل آماده بوده است. لذا ما به رسم آن کاری نداریم و مستقیم سراغ قسمت تغییر پارامترهای ادواتی و شبیه سازی می‌رویم.


در قسمت  Global Setting مطابق شکل زیر می‌توان پارامترهای زیر را تغییر داد:

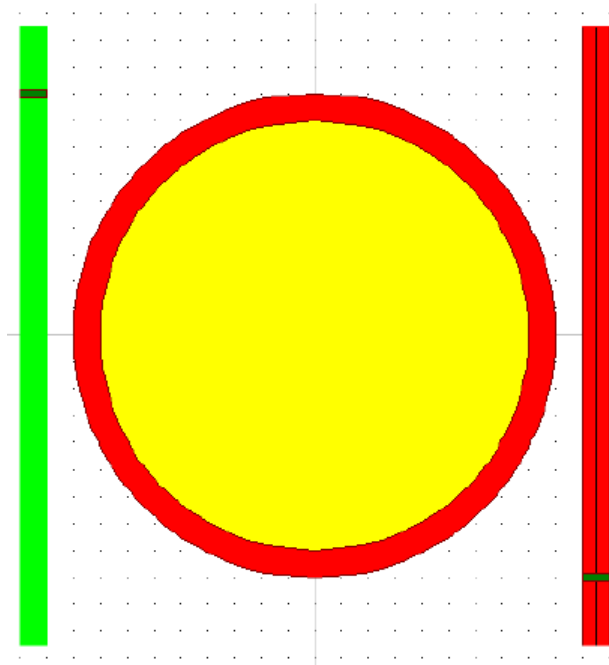


شکل ۳- پنجره مربوط به Global Setting

- دو بعدی یا سه بعدی، - TE یا TM - طول موج در فضای آزاد - عرض موجبر و ...

در قسمت  Edit Symbols ما سمبولهایی که در قسمت طراحی (که متعاقبا خواهد آمد) تغییر خواهیم داد. در واقع برای اینکه طراحی وابسته به پارامتر باشد و وابستگی کمی به این اعداد داشته باشد تا طراحی انعطاف پذیر و باشد، به جای استفاده از عدد از پارامتر استفاده می‌کنیم، لذا می‌توانیم در هر مرحله از طراحی با تغییر یک پارامتر، کل طراحی را عوض کنیم.

با استفاده از  که همان Edit Pathways است، مکان عبور نور منبع یا همان Launch Field در سیستم تعریف می‌شود. مطابق شکل زیر همان طور که دیده می‌شود خط سبز رنگ معرف محل عبور فعلی میدان تحریک ورودی است.



شکل ۴- خط سبز رنگ معرف محل عبور میدان تحریک است

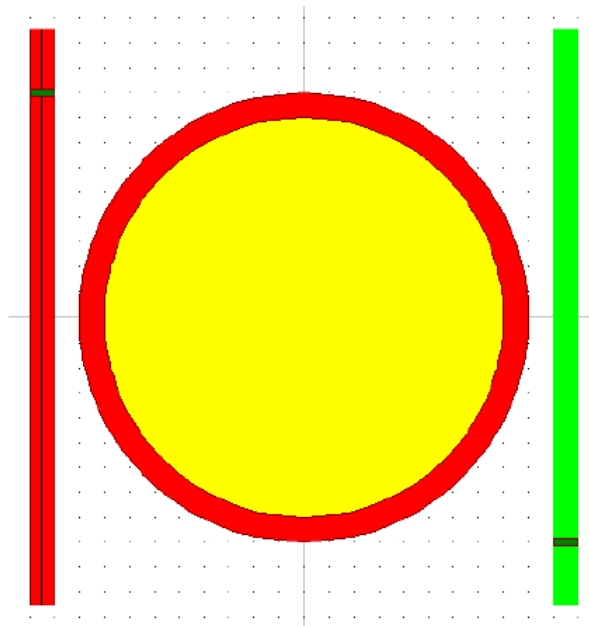
می‌توان در این جا یک مسیر دیگر یا در حقیقت یک میدان تحریک دیگر برای سیستم در نظر گرفت. به عنوان مثال مسیر سمت راست را به عنوان مسیر تحریک دیگر در نظر می‌گیریم:

- دکمه‌ی ویرایش مسیر عبور را می‌زنیم.

- وارد این قسمت می‌شویم:

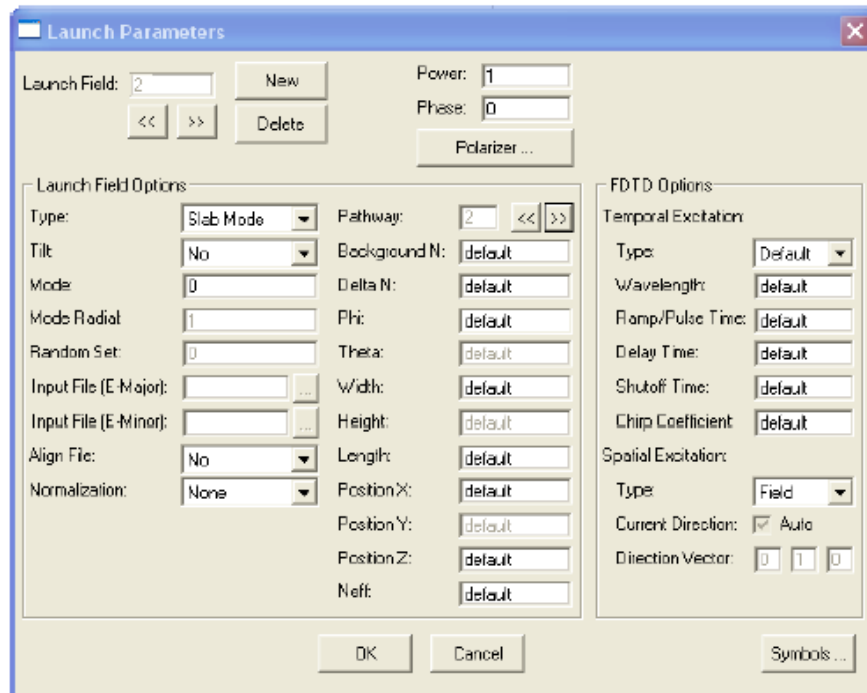


در این قسمت منو دکمه‌ی NEW را می‌زنیم تا مسیر شماره دو ایجاد شود (مثل فوق). سپس روی مسیر سمت راست کلیک می‌کنیم تا سبز رنگ شود :




شکل ۵-

می‌بینیم که مسیر سمت راست سبز رنگ شده است، یعنی به عنوان مسیر شماره دو لحاظ شده است. حال باید میدان تحریک این مسیر را هم تعریف کنیم :

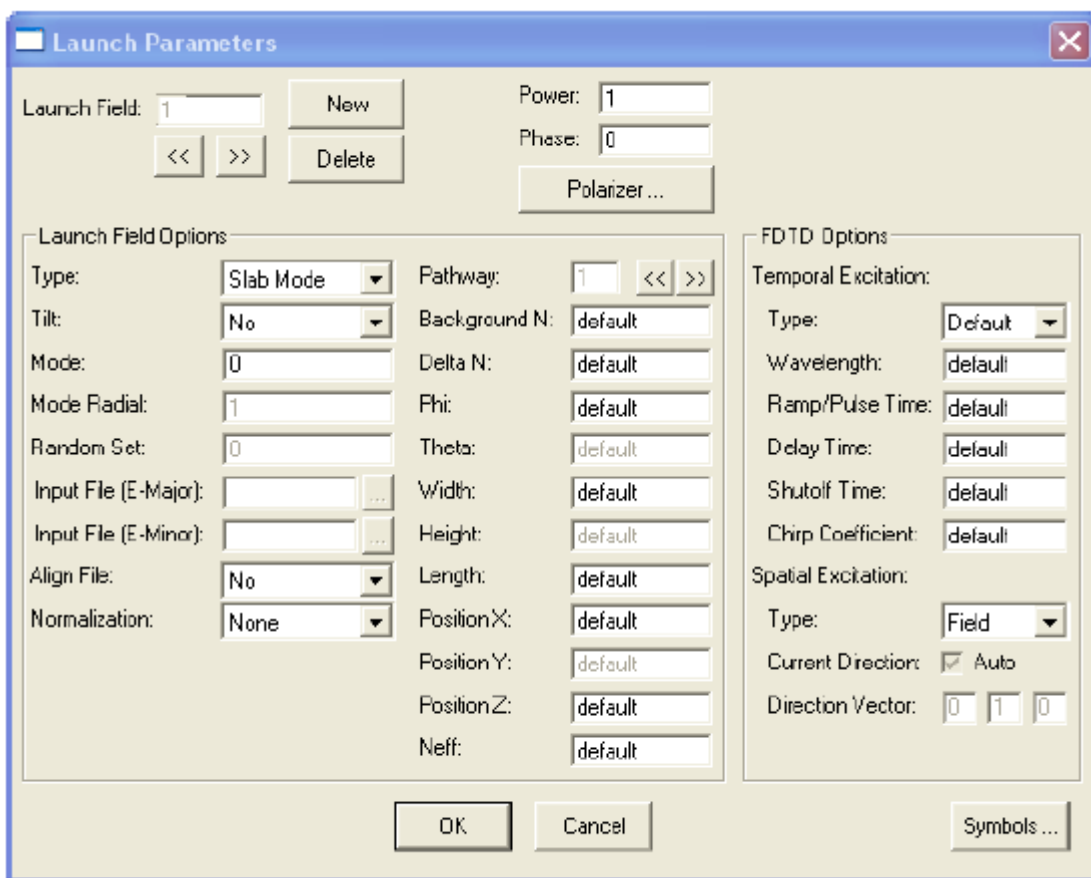


شکل ۶- پنجره اصلاح یا ایجاد میدان تحریک جدید

در شکل فوق در سمت چپ بالا دکمه‌ی NEW را می‌زنیم تا میدان تحریک جدید ایجاد شود، سپس در قسمت وسط روی آیکن >> کلیک می‌کنیم تا این میدان تحریک جدید به مسیر شماره‌ی دو اختصاص داده شود.


توصیه: در برخی موارد، برخی از المان‌های سیستم دیده نمی‌شود. لذا از دکمه‌ی  Redraw در نوار ابزار جهت رسم دوباره‌ی سیستم استفاده می‌کنیم.

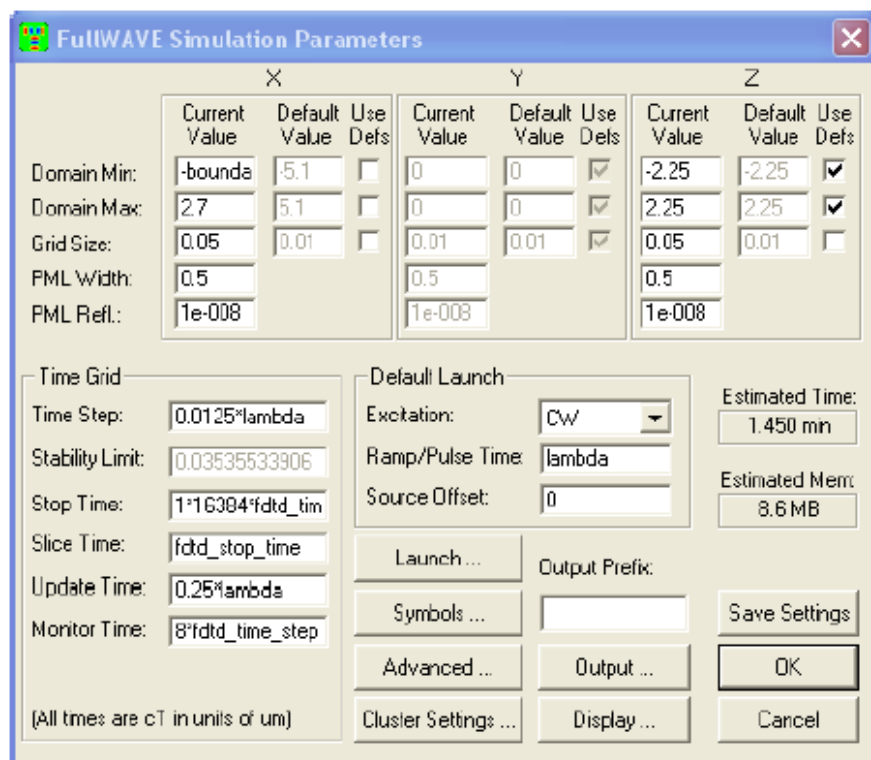
با استفاده از  یا همان Edit Launch Fields می‌توان میدان تحریک سیستم را نیز تغییر داد.



شکل ۷- پنجره‌ی تغییر میدان تحریک سیستم

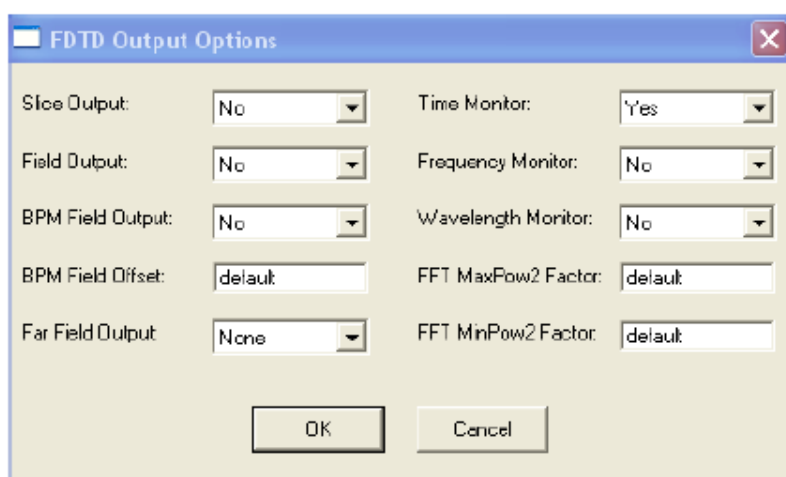
همان طور که در شکل فوق مشاهده می‌شود، قسمت سمت چپ این پنجره شامل پارامترهای تنظیم میدان تحریک سیستم می‌باشد. پارامترهایی نظیر نوع میدان، مد و مکان شروع آن.

حال جهت تست سیستم فوق شبیه سازی را آغاز می‌کنیم و برای این کار  جهت انجام شبیه سازی کلیک می‌کنیم، پنجره زیر ظاهر می‌شود:



شکل ۸- پنجره تنظیمات اجرای برنامه

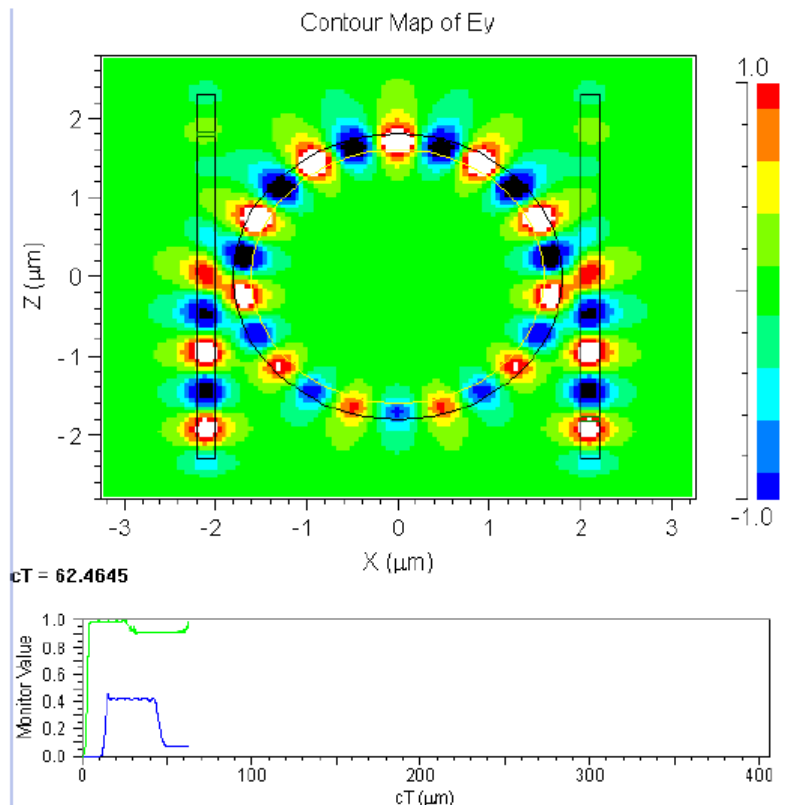
این پنجره تنظیمات مختلفی دارد اما آنچه حائز اهمیت است، دو قسمت Output Prefix و Stop Time می‌باشد. متغیر Output Prefix جهت ذخیره‌ی داده‌های حاصل از شبیه سازی می‌باشد؛ در واقع این متغیر نتایج حاصل از شبیه سازی متغیرهایی که در قسمت Output در همین پنجره تنظیم شده است را با همین نام ذخیره می‌کند تا بتوان بعداً از آن استفاده کرد. در قسمت Output یک پنجره دیگر وجود دارد به صورت زیر:



شکل ۹- تنظیمات خروجی‌های شبیه سازی


در این قسمت می‌توان مشخص کرد که چه نوع عملیاتی در هنگام شبیه سازی در فایل خروجی ذخیره شود.

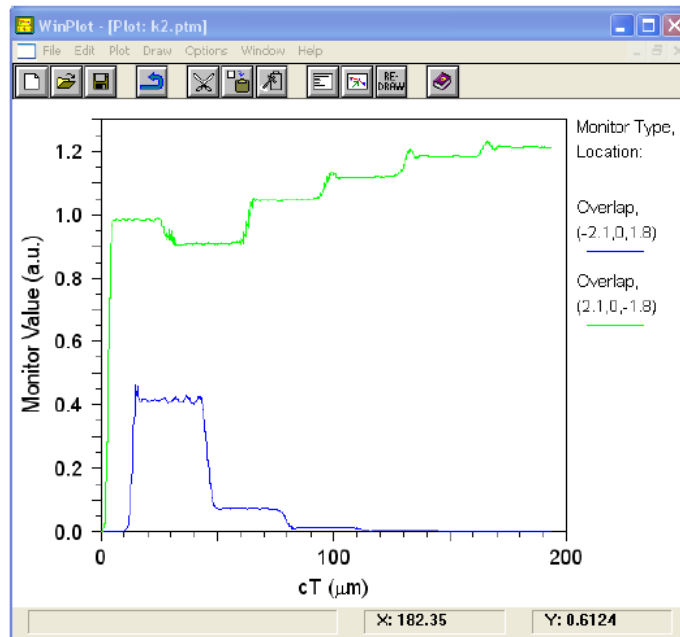
در پنجره تنظیمات اجرای برنامه می‌توان میدان تحریک و سمبول‌ها را تغییر داد. در نهایت دکمه‌ی OK را جهت انجام شبیه سازی می‌زنیم در این قسمت پنجره‌ی خروجی تغذیه می‌شود:




شکل ۱۰- خروجی شبیه سازی نمونه

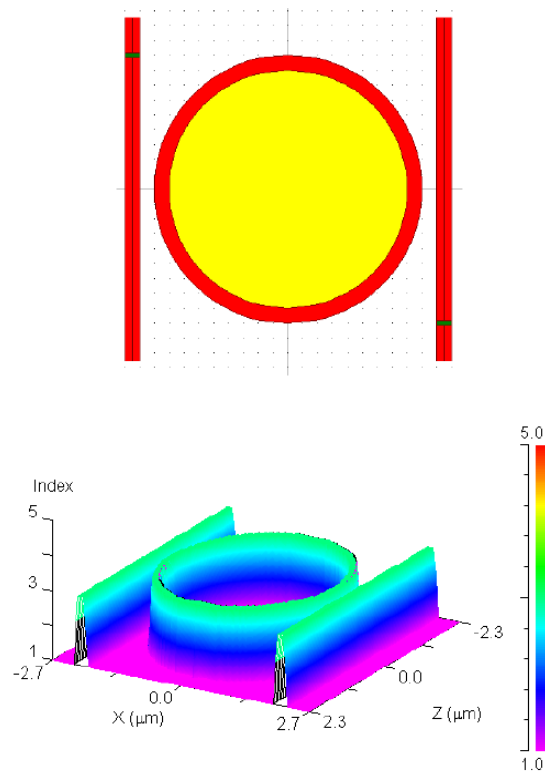
شکل شبیه سازی خروجی شامل دو قسمت است، یکی ساختار خروجی، و دیگری مقدار مانیتورهایی که در سیستم قرار داده شده است. محور افقی با مقدار ثابت c یعنی سرعت نور، نرمالیزه شده است و بر حسب میکرو متر سنجیده می‌شود.

بعد از شبیه سازی نتایج در یک فایل ذخیره شده است و می‌توان با زدن دکمه‌ی  View Graphs وارد محیط دیدن گراف‌ها شویم.



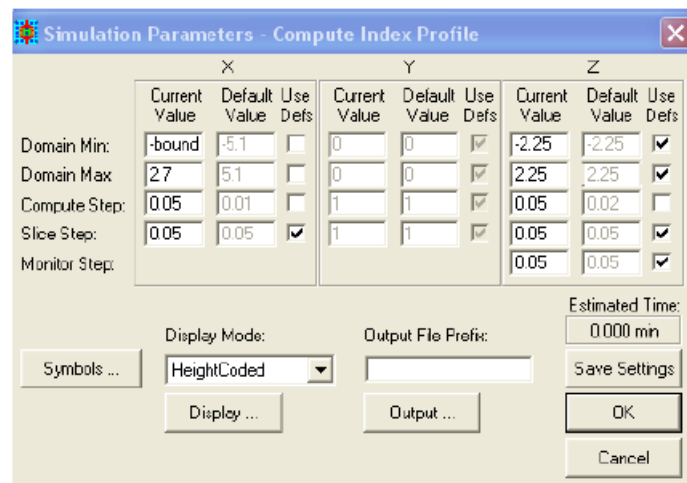
شکل ۱۱- محیط نمایش نتایج عددی شبیه سازی

با استفاده از  می توان پروفایل ضریب شکست را برای کل طراحی بدست آورد. به عنوان مثال برای طرح فوق پروفایل ضریب شکست مطابق شکل زیر است :



شکل ۱۲- پروفایل برای طرح فوق

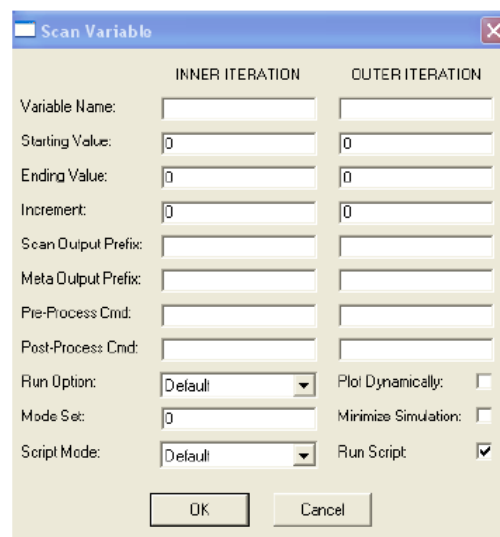
منوی استفاده از ترسیم شکل پروفایل، مطابق شکل زیر است. نکته‌ی قابل توجه در این قسمت مد نمایش است که یک منوی کشویی دارد و شکل فوق مطابق Height Coded ترسیم شده است.



شکل ۱۳- پنجره‌ی تنظیمات پروفایل ضرب شکست



یکی دیگر از امکانات این نرم‌افزار پوشش متغیری است. بدین صورت که با تعریف یک متغیر در Perform Parameter Scan می‌توان شبیه سازی خود را به ازای آن تعدادی که در این قسمت تعریف شده است تکرار کرده و نتایج را با هم مقایسه کرد.

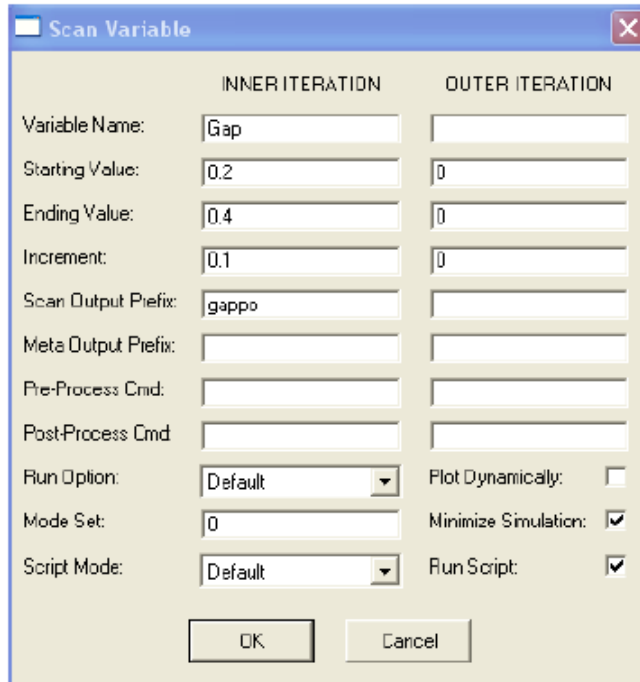


شکل ۱۴- پنجره تنظیمات پوشش متغیر

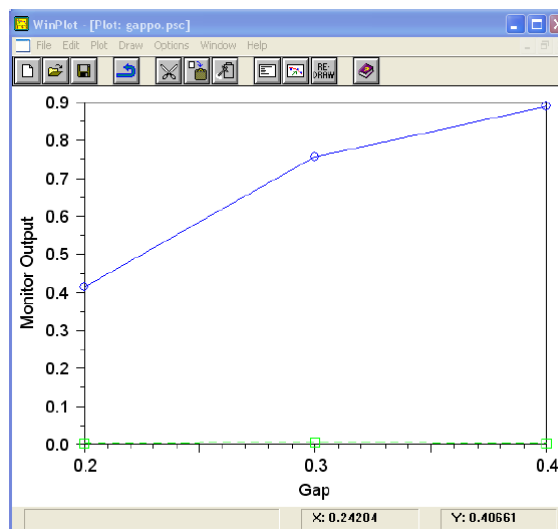
تنظیمات عبارتند از: Variable Name, Starting Value, Ending Value, Increment.

Scan Output Prefix

لازم به ذکر است که نام متغیرها حساس به حروف کوچک و بزرگ است. متغیر Scan Output Prefix واقع اسم فایل خروجی است که به نام آن ذخیره می‌شود. برای نمونه متغیر Gap که در طراحی ساختار رینگ حائز اهمیت است را مورد بررسی قرار می‌دهیم :



شکل ۱۵- متغیرهای تنظیم شده برای پویس متغیر Gap

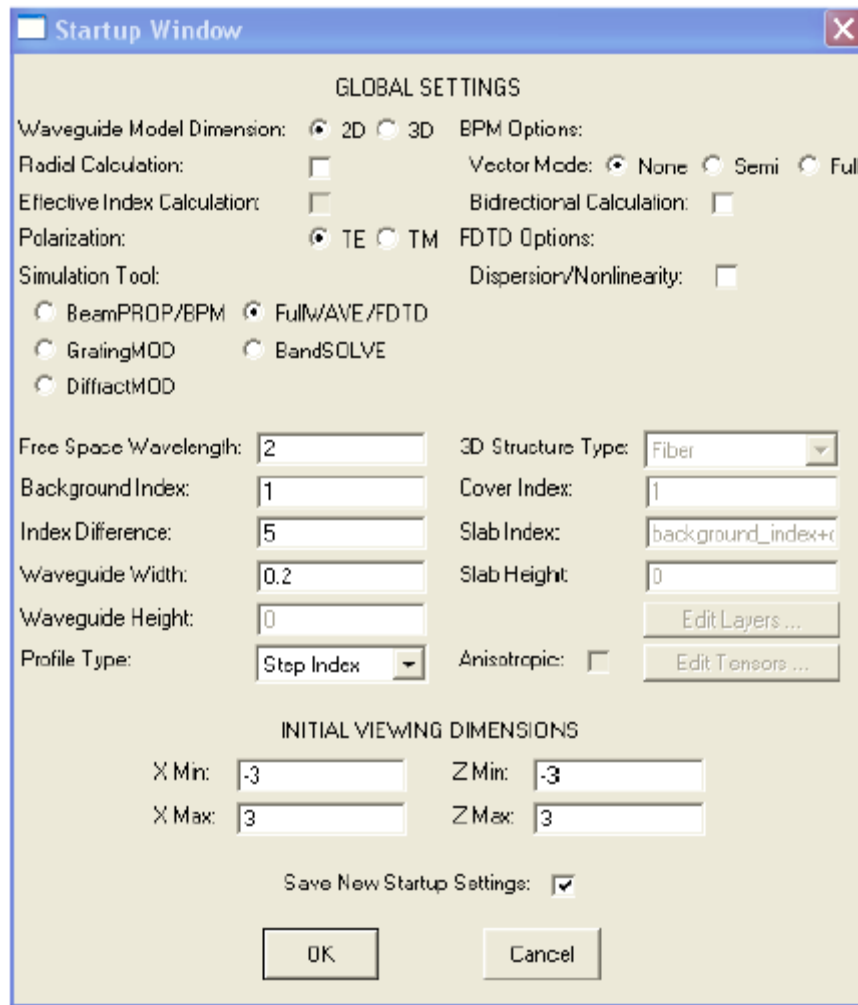


شکل ۱۶- منحنی مقدار مونیتورها به ازای سه مقدار Gap چون زمان شبیه سازی کم شده است، میدان به مونیتور دوم نمی‌رسد.

همان طور که انتظار می‌رود هر چه gap بیشتر شود، مقدار کمتری کوپلاژ داریم، لذا مقدار بیشتری از میدان به مونیتور موجبر ورودی می‌رسد.

ساخت یک ساختار مشابه

جهت ایجاد یک فایل جدید دکمه‌ی  را می‌زنیم تا پنجره‌ی زیر باز شود :



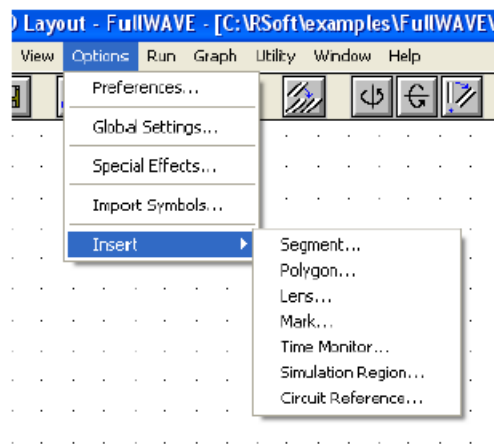
شکل ۱۷- تنظیمات ایجاد فایل جدید

در این قسمت می‌توان پارامترهای شبیه‌سازی مثل 2D, 3D, TE, TM, ... را تعریف کرد. جهت انجام شبیه‌سازی زمانی گزینه‌ی FullWave/FDTD را انتخاب کنید. پارامترهای زیر در این قسمت مهم می‌باشند: (قابل ذکر است تمام ابعاد برحسب میکرو متر می‌باشند).
 Free Space Wavelength: طول موج در فضای آزاد.
 Background Index: ضریب شکست فضای آزاد
 Index Difference: اختلاف ضریب شکست بین ماده و فضای آزاد. این مقدار برای هر ماده در شبیه‌سازی قابل تنظیم است و این عدد صرفاً به عنوان یک عدد ابتدایی فرض می‌شود.

این عدد به مقدار Background Index افزاره خواهد شد و مقدار ضریب شکست ماده را تشکیل می‌دهد. Waveguide Width: عرض موجبر یا در واقع ضخامت موجبر است.

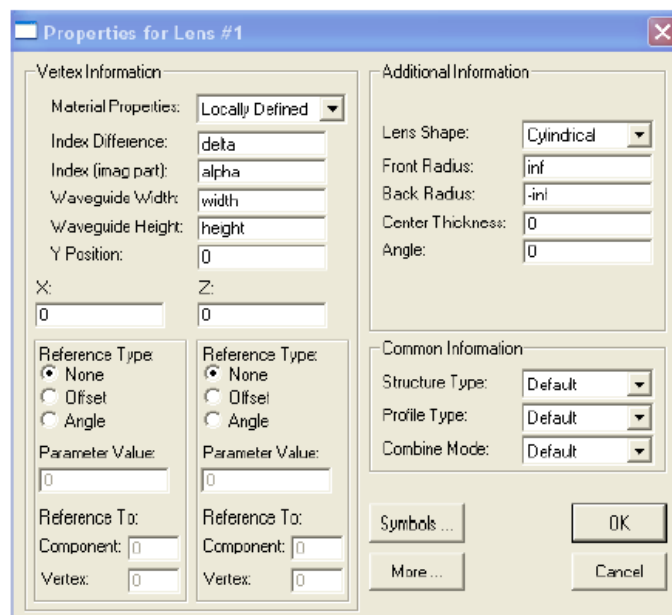
نکته‌ی حائز اهمیت، قسمت انتهایی این پنجره است که در آن می‌توان ابعاد ناحیه‌ی شبیه‌سازی را معین کرد. برای این مثال ابعاد در شکل مشاهده می‌شود. جهت ذخیره داده‌ها جهت تکرار در مثال‌های بعدی گزینه‌ی Save New Startup Settings را انتخاب می‌کنیم.

هدف، شبیه‌سازی یک ساختار متشکل از دو حلقه و سه موجبر است. با استفاده از منوی Options و زیر منوی Insert یک لنز در صفحه قرار می‌دهیم:



شکل ۱۸- قراردادن یک لنز در صفحه

پنجره زیر در صفحه ظاهر خواهد شد:



شکل ۱۹- پنجره‌ی تنظیمات لنز

در این پنجره چهار پارامتر مهم بوده و باید تنظیم شوند :

۱- Front Radius

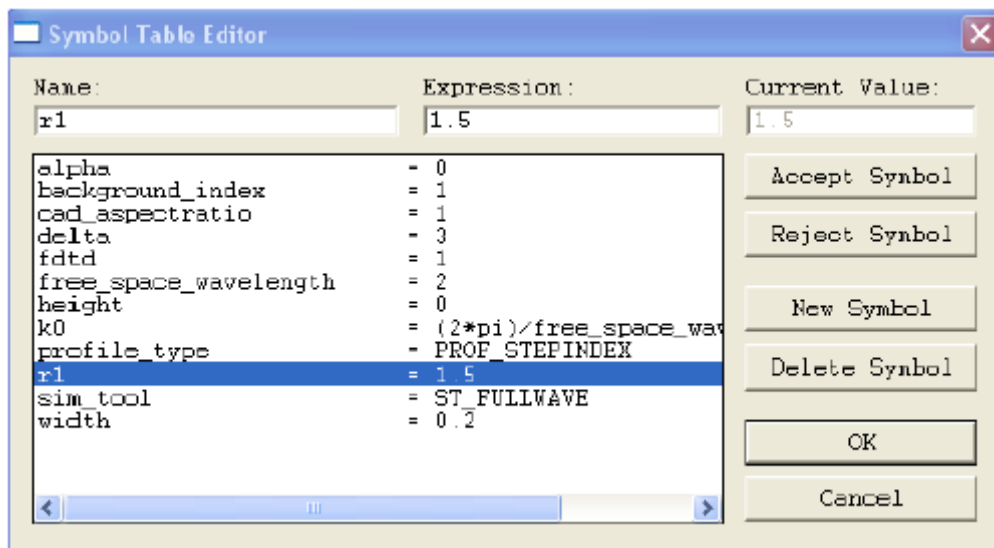
۲- Back Radius

۳- Index Difference

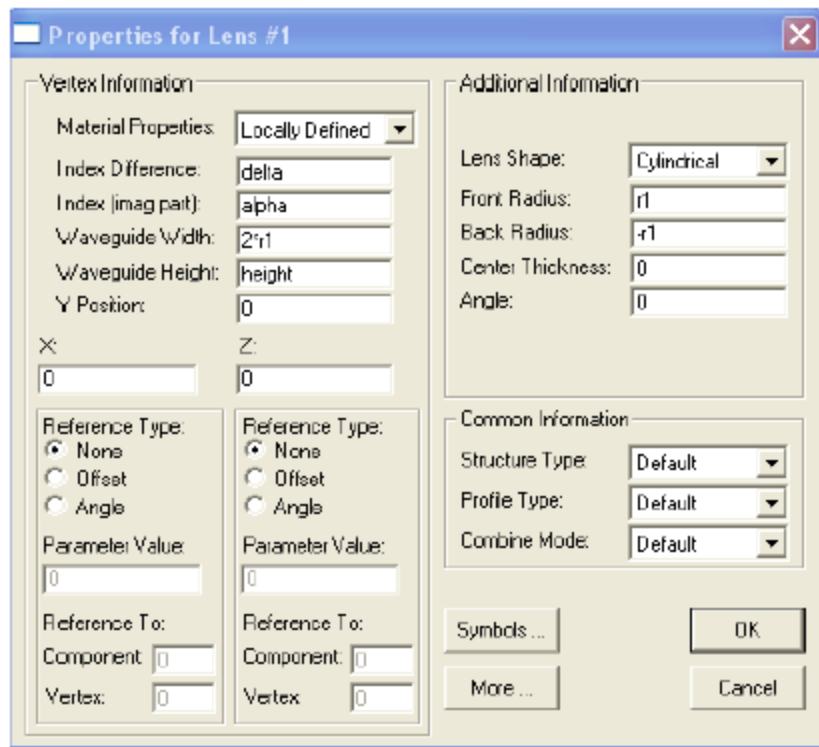
۴- Waveguide Width

مقدار X , Z هم مشخصات مرکز این المان را معین می کنند.

این ابزار یعنی Lens با شکل‌های بسیار متفاوتی قابل شکل‌گیری است که ما برای نیاز خود یعنی ساختار حلقه باید Front Radius را برابر مقدار شعاع دلخواه و مقدار Back Radius را به مقدار منفی شعاع دلخواه قرار دهیم. از همین ابتدا طراحی را بر اساس پارامترها پیش می‌بریم تا طراحی انعطاف پذیر باشد. لذا شعاع را در این جا $r1$ در نظر می‌گیریم. برای این کار باید روی گزینه‌ی Symbols کلیک کنیم تا پنجره‌ی تعریف سمبول‌ها باز شود. این گزینه تقریباً در تمام پنجره‌ها وجود دارد تا بتوان طراحی مبتنی بر پارامترها را به راحتی انجام دهد و این یکی از بارزترین مزایای این نرم افزار است.



شکل ۲۰- پنجره‌ی تعریف سمبول

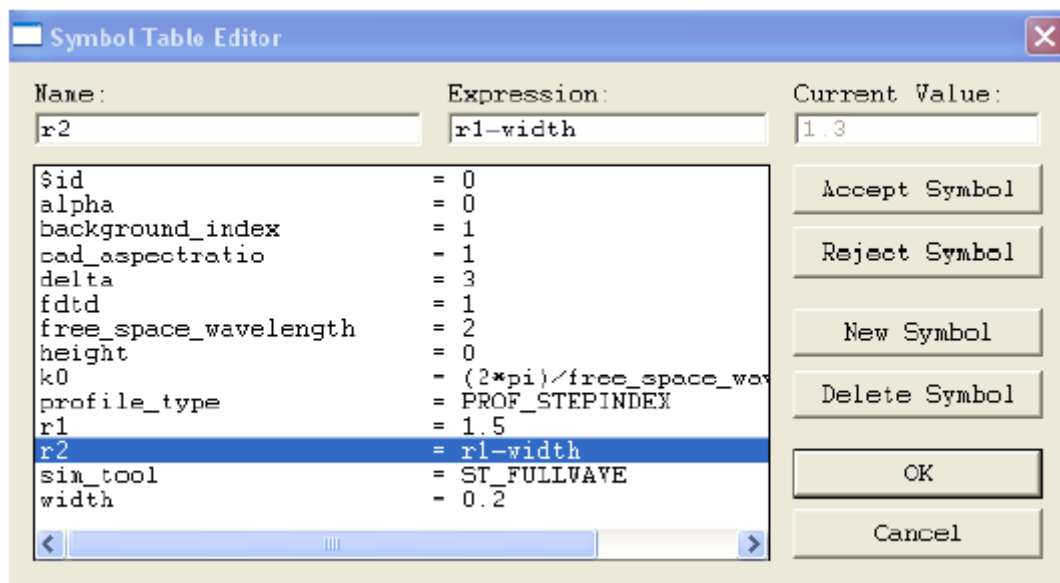


شکل ۲۱- تنظیمات نمونه جهت تعریف لنز اول

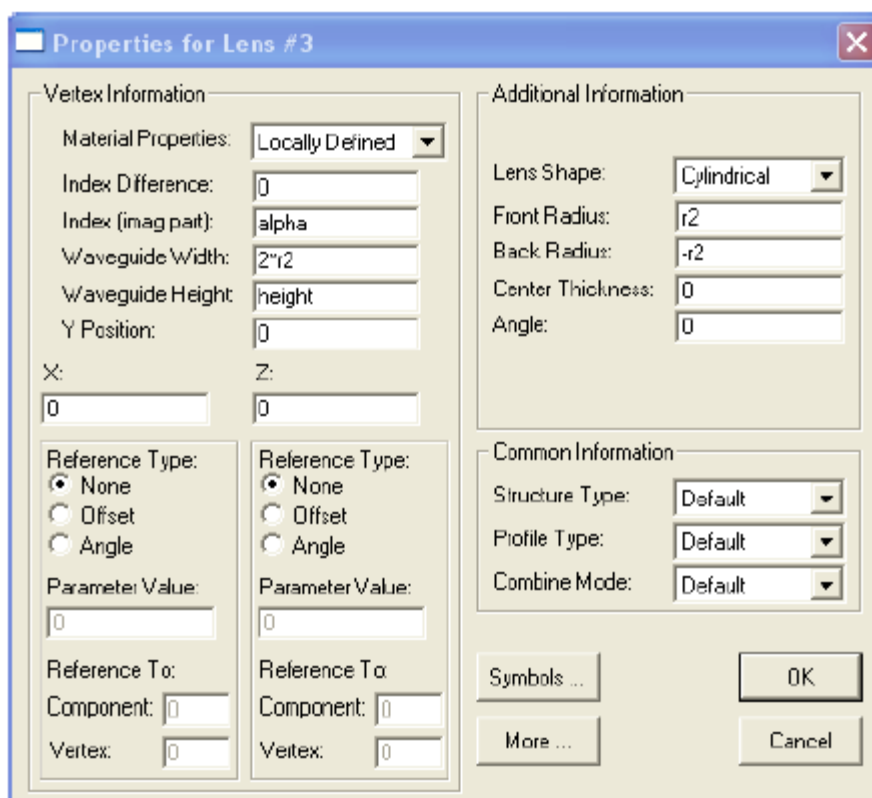
به مقدار Waveguide Width دقت کنید که دو برابر شعاع لنز است. مقدار Index Difference برای این لنز همان مقدار پیش فرض گرفته شده است که ما به آن دست نمی‌زدیم.

حال به سراغ لنز دوم می‌رویم. در واقع ما برای تشکیل حلقه باید دو لنز به کار ببریم، که لنز درونی مقدار Index Difference صفر خواهد داشت. گو اینکه چیزی در آن نیست و همان Background Index برای آن لحاظ خواهد شد.

ابتدا یک المان لنز دیگر قرار می‌دهیم. این لنز همان لنز درونی است که باید ضریب شکست داخل را حذف کند. شعاع این لنز به اندازه ضخامت موجبر، کمتر از شعاع لنز قبلی در نظر می‌گیریم و همان طور که گفته شد اختلاف ضریب شکست را صفر قرار می‌دهیم تا ضریب شکست آن همان ضریب شکست پایه باشد.



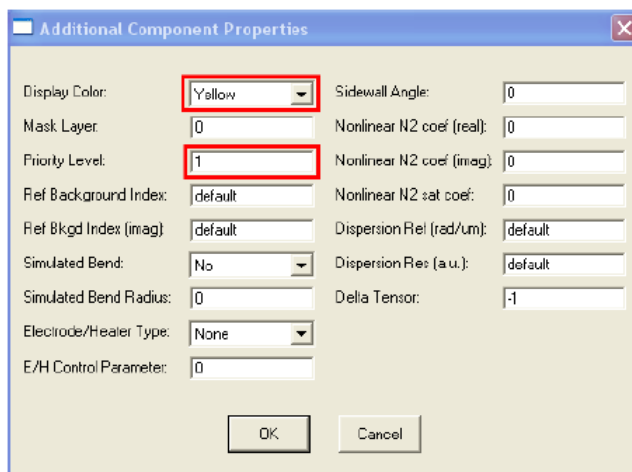
شکل ۲۲- تعریف مقدار r2، به مقدار آن دقت کنید



شکل ۲۳- پنجره تنظیمات لنز دوم

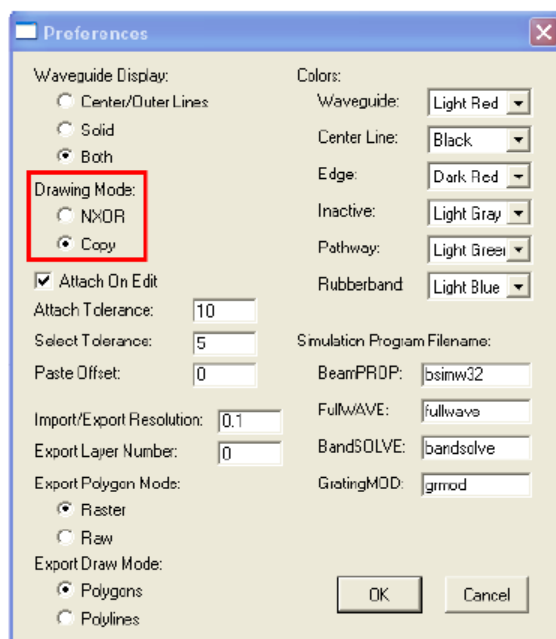
در شکل فوق به مقدار Index Difference و Waveguide Width دقت کنید که مطابق توضیحات فوق تنظیم شده است.

در این قسمت ما باید نسبت به تعریف لنز قبلی یک کار دیگر نیز انجام دهیم و آن تعریف رنگ برای این لنز و تغییر الویت آن برای قرارگیری در روی لنز اول است. برای این کار دکمه‌ی More را می‌زنیم و وارد پنجه‌ی زیر می‌شویم :

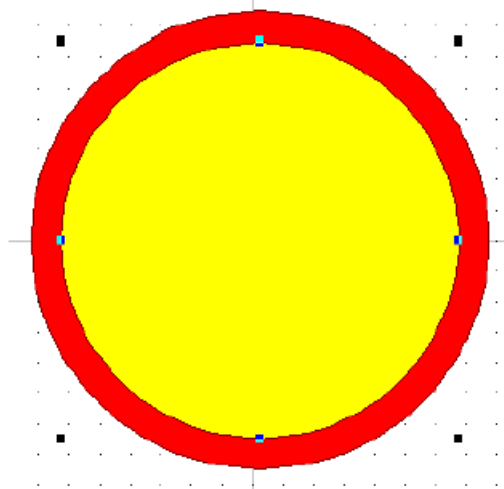


شکل ۲۴- پنجره‌ی اختصاص رنگ و اولویت برای المان

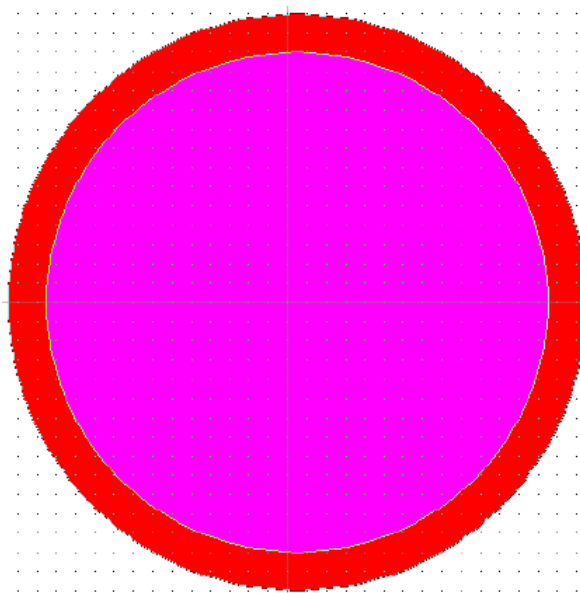
در این پنجره همان طور که مشاهده می‌کنید **Display Color** , **Priority Level** تغییر داده شده است. سطح اولویت در واقع جهت نمایش المان بر اساس ترتیب شماره‌ها است هر المان که عدد اولویت آن بزرگتر باشد هنگام نمایش روی المانی قرار می‌گیرد که عدد اولویت کمتری دارد. لازم به ذکر است اگر گزینه‌ی **Drawing Mode** در قسمت **Option > Preferences** در حالت **NXOR** قرار گیرد (مطابق شکل زیر) نمایش به گونه‌ای خواهد بود که نیازی به تعریف اولویت نخواهد بود.



شکل ۲۵- پنجره‌ی تغییر نوع نمایش





شکل ۲۶- ساختار با نمایش در حالت Copy

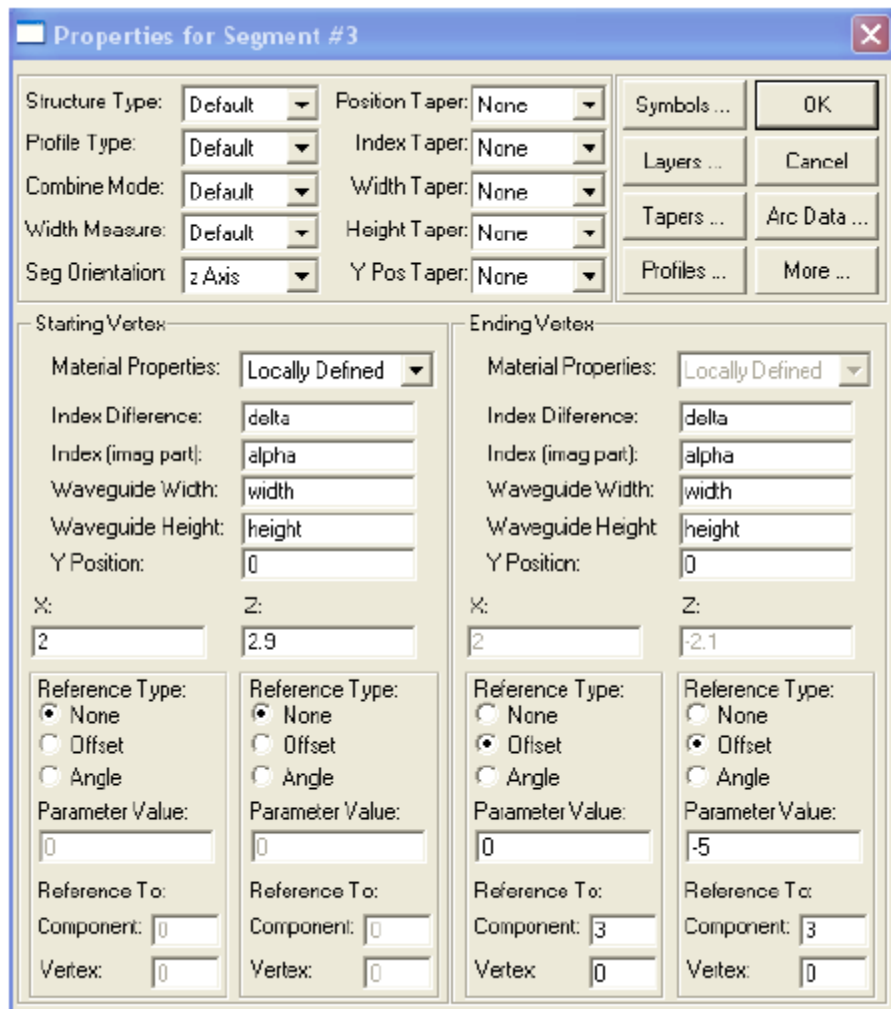


شکل ۲۷- ساختار در نمایش NXOR

اکنون به ادامه رسم ساختار می پردازیم.

نکته : جهت Zooming  را در نوار ابزار سمت چپ بزنید و جهت Zooming از left Click از Right Click استفاده کنید.

جهت رسم موجبر از  Segment Mode استفاده می‌کنیم. بعد از رسم یک موجبر در قسمت سمت راست حلقه روی آن کلیک راست می‌کنیم تا پنجره تنظیمات آن باز شود:



شکل ۲۸- پنجره‌ی تنظیمات Segment

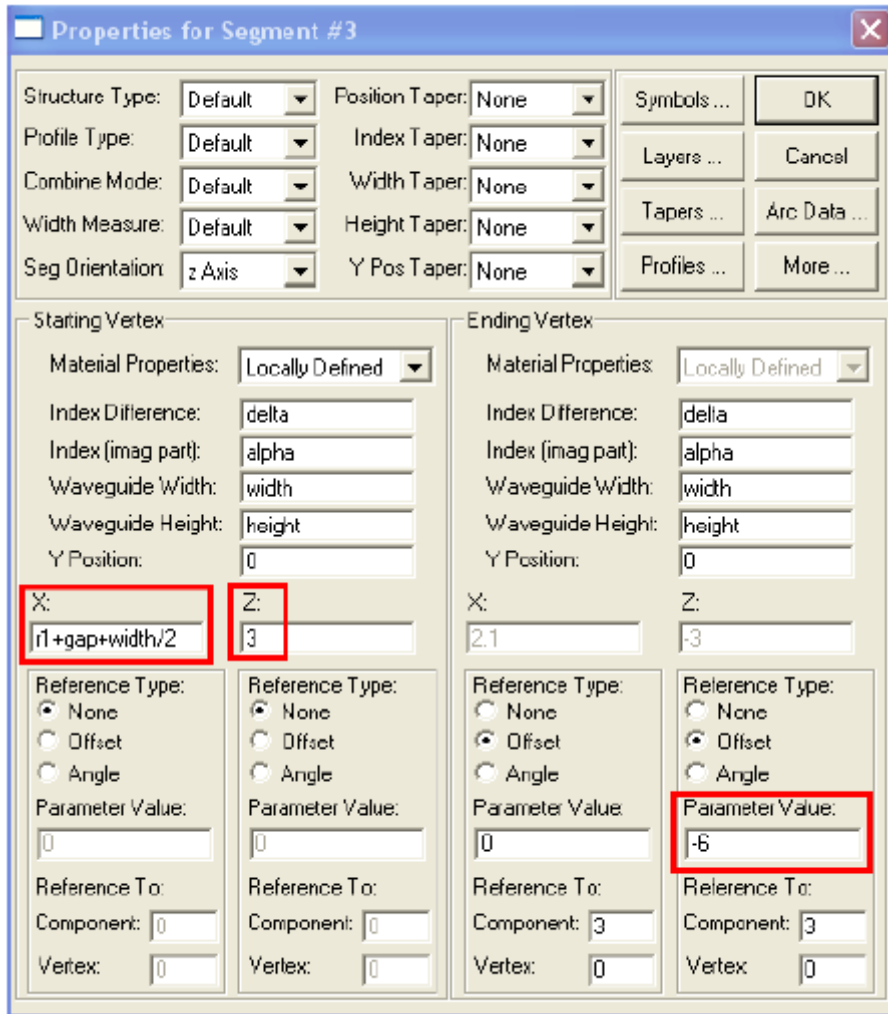
تنظیم مهم این المان، مختصات ابتدا و نوع مرجع انتها و مقدار آن است. این تنظیمات جهت مرتب بودن و تنظیم فاصله Gap که از پارامترهای اساسی ساختار حلقه است، می‌باشد. در این جا سمبل Gap را جهت ادامه‌ی کار تعریف می‌کنیم. مقدار X یعنی مقدار مختصات افقی ابتدای سگمنت برابر $r1 + Gap + width/2$ می‌شود. مقدار r1 , Gap که مشخص است و چون مقدار X از وسط سگمنت لحاظ می‌شود مقدار نصف عرض موجبر هم به آن اضافه می‌شود. مقدار Z یعنی مقدار مختصات عمودی ابتدای سگمنت هم برای سراسازی کار ۳ فرض می‌شود. مقدار نهایی X , Z و بر اساس نوع مرجع تعیین می‌گردد. سه حالت برای مرجع وجود دارد :

۱- None در این حالت متغیرها به صورت مطلق داده می‌شوند.

۲- Offset در این حالت مقدار داده شده با مقدار اولیه جمع می‌شود.

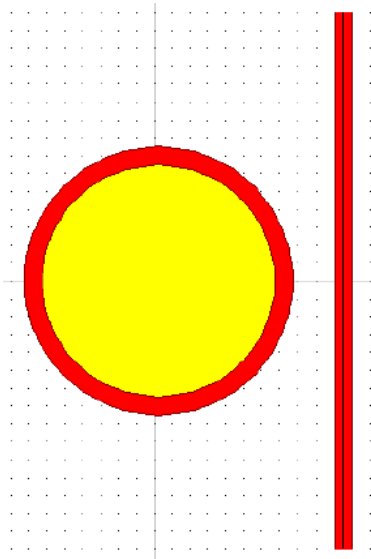
۳- Angle در این حالت عدد داده شده به عنوان زاویه محسوب می‌شود.

گزینه‌ی پیش فرض Offset است لذا مقدار ۶ را در اینجا وارد می‌کنیم. و چون ساختار عمودی است مقدار X آفست ندارد.



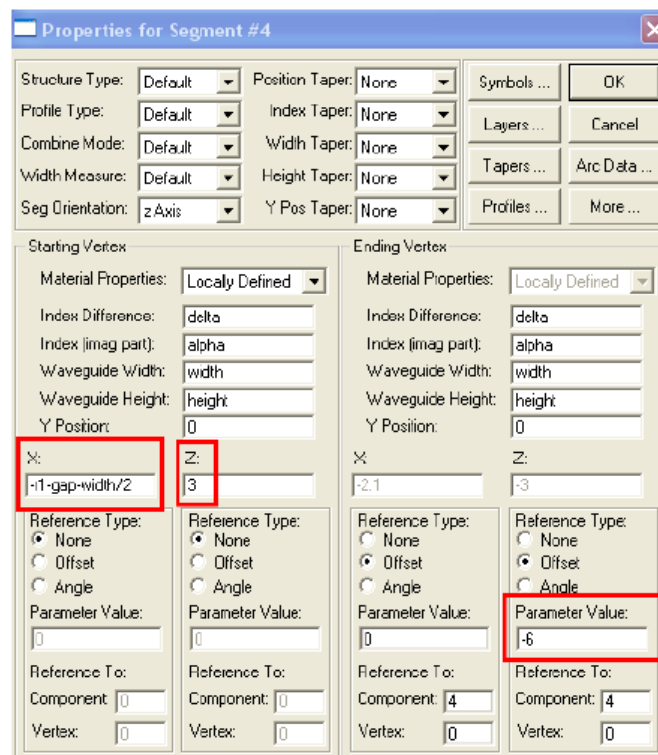
شکل ۲۹- تنظیمات موجبر اول

تا اینجا ساختار بدین صورت است :



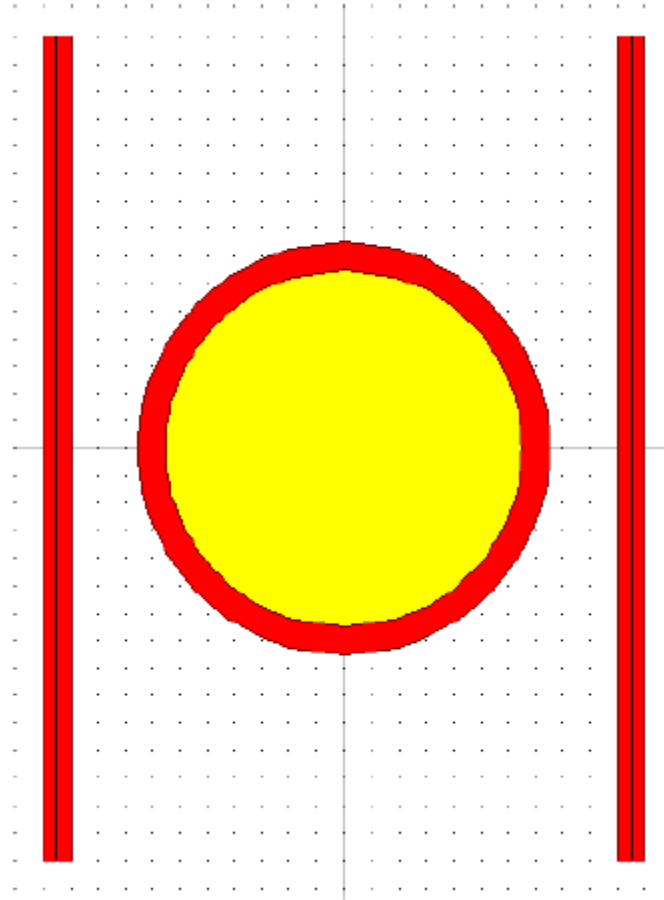
شکل ۳۰- ساختار حلقه و یک موجبر

اکنون رسم موجبر سمت چپ. مانند قبل از ابزار سگمنت استفاده می‌کنیم. به طور تقریبی در سمت چپ رینگ، یک موجبر عمودی می‌کشیم. بعد روی آن کلیک راست کرده تا پنجره تنظیمات آن بیاید. سپس مقدار ابتدای X را برابر $r1 - \text{Gap} - \text{Width}/2$ قرار می‌دهیم مقدار Z را برابر ۳ قرار می‌دهیم (جهت سرراستی) بعد مقدار افست Z (را برابر ۶- قرار می‌دهیم تا مثل موجبر قبل شود. پنجره‌ی تنظیمات مثل شکل زیر است :



شکل ۳۱- پنجره تنظیمات موجبر دوم

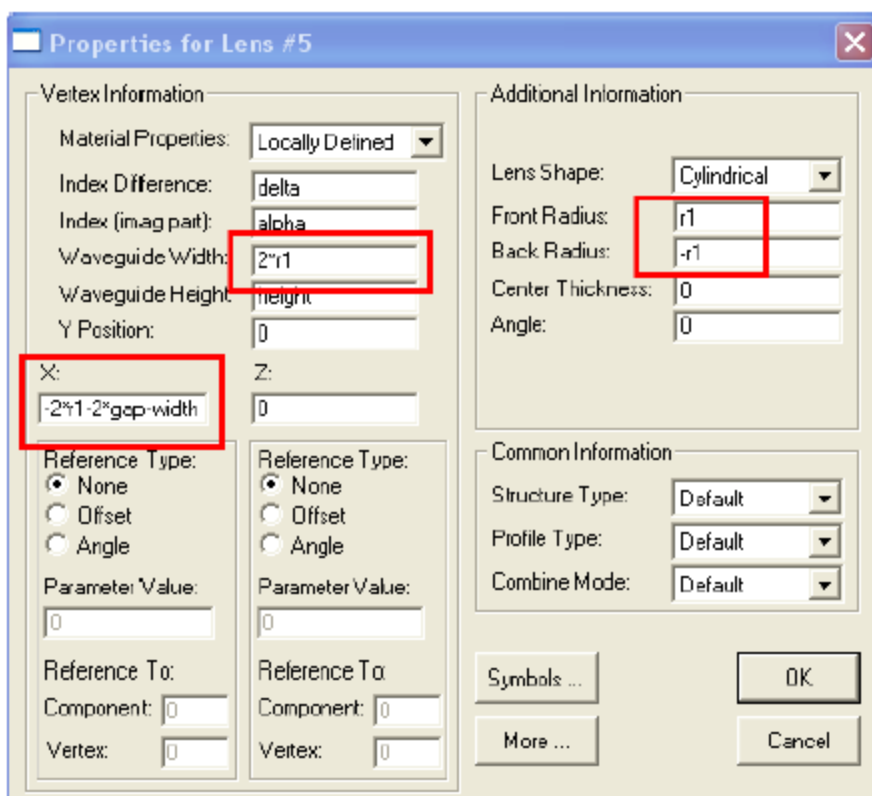
ساختار اکنون بدین گونه است :



شکل ۳۲- ساختار مرحله‌ی بعد

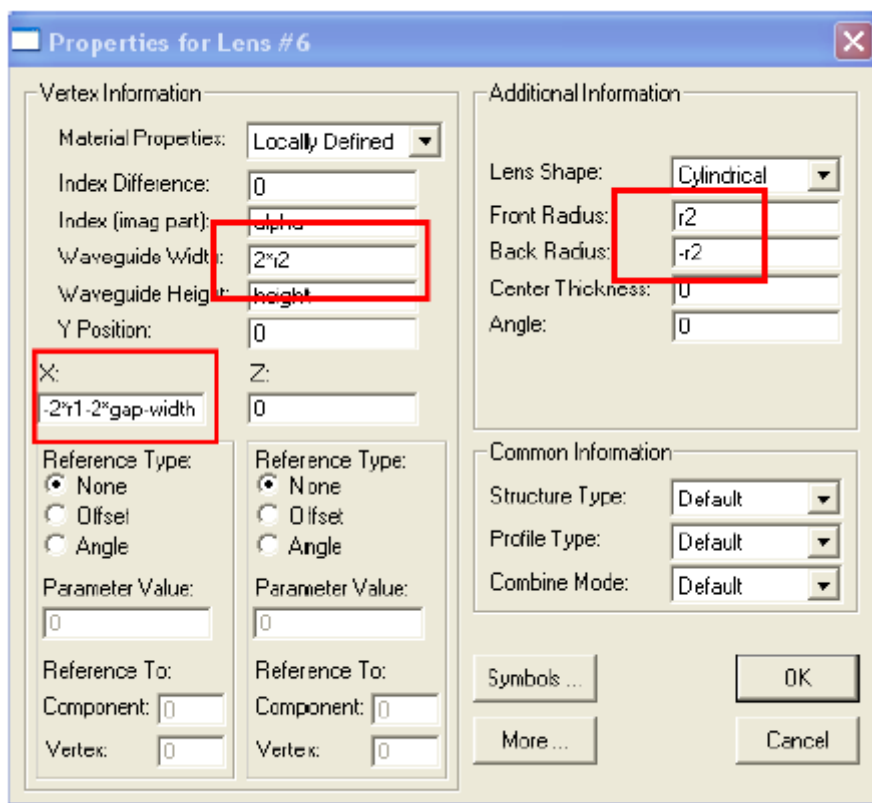
حال رینگ دوم را مانند قبل طراحی می‌کنیم :

مقدار شعاع مانند قبل است. مقدار مرکز لنز برابر $2 * r1 - 2 * gap-width$ در نظر می‌گیریم تا به صورت متقارن در سمت چپ موجبر قرار گیرد. تنظیمات مطابق شکل زیر است:



شکل ۳۳- تنظیمات لنز اول رینگ دوم

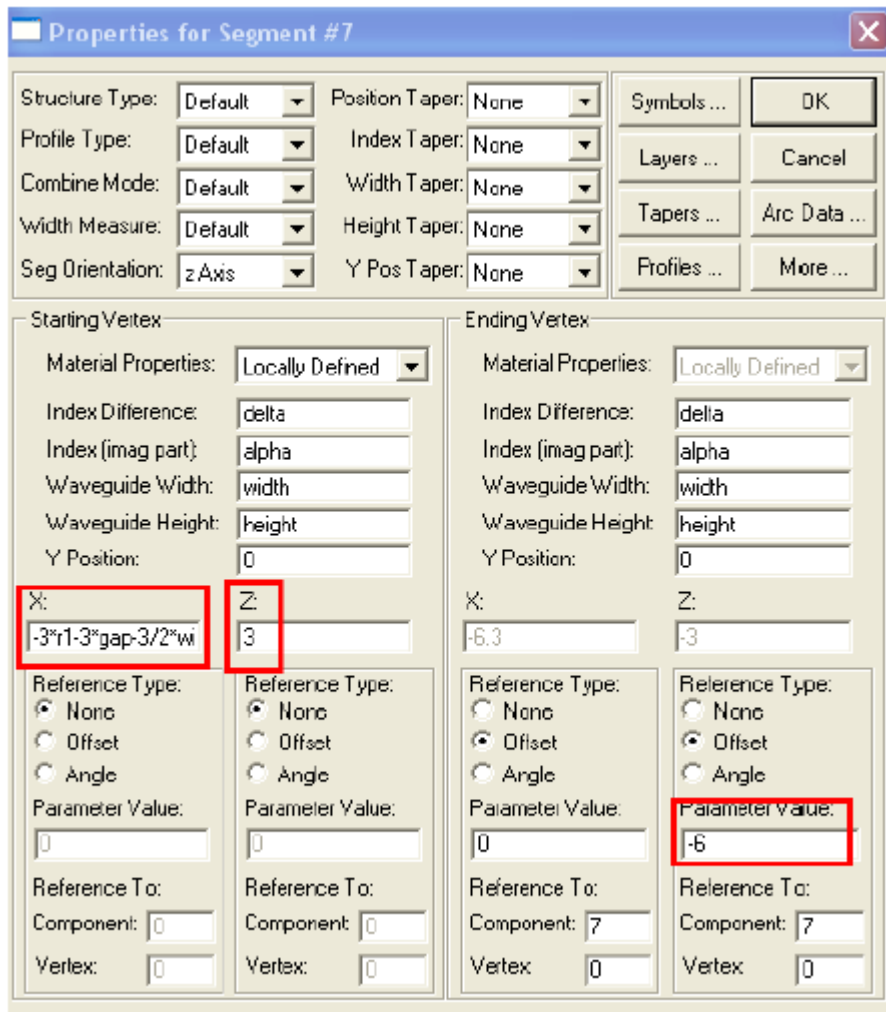
لنز وسط را مانند قبل قرار می‌دهیم. با همان مرکز لنز قبلی و شعاع r_2 ولی همان طور که قبلا گفته شد رنگ و الویت این لنز باید از لنز قبلی بیشتر باشد. پنجره‌ی تنظیمات مطابق شکل زیر است:



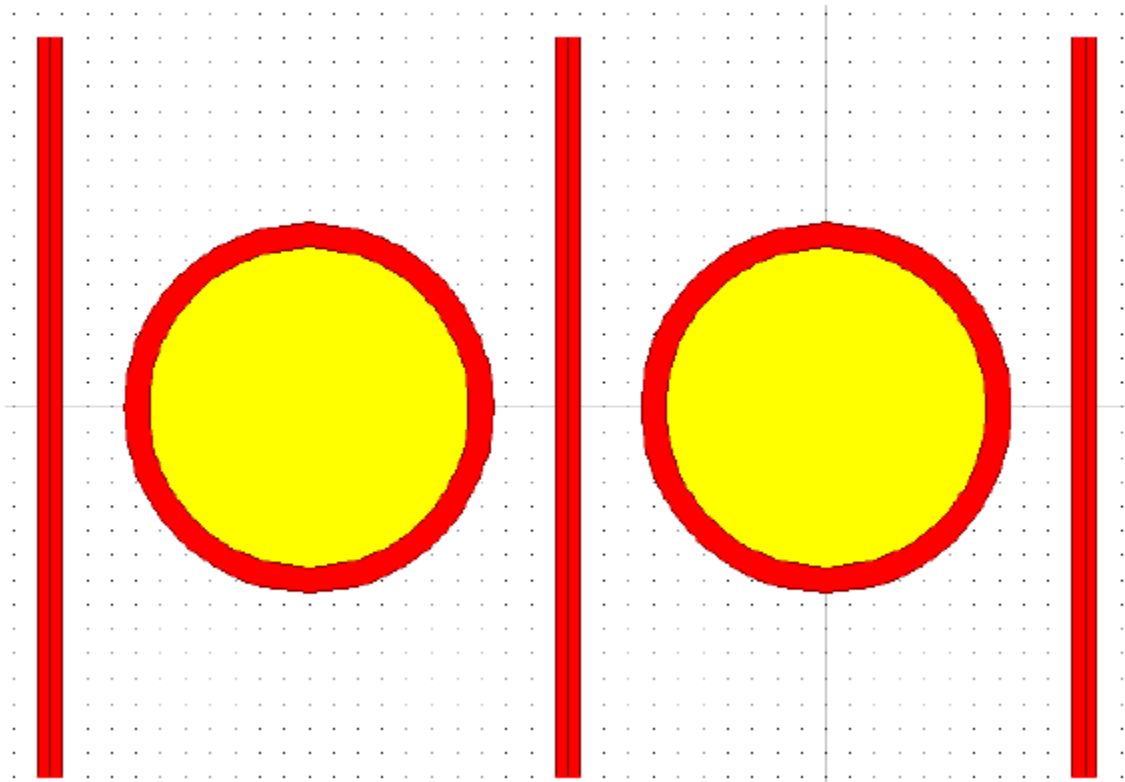
شکل ۳۵- تنظیمات لنز دوم از رینگ دوم

حال موجبر سمت چپ ساختار را رسم می‌کنیم. مقدار X این سگمنت بدین صورت می‌شود:


$$-3*r1-3*gap-3/2*width$$

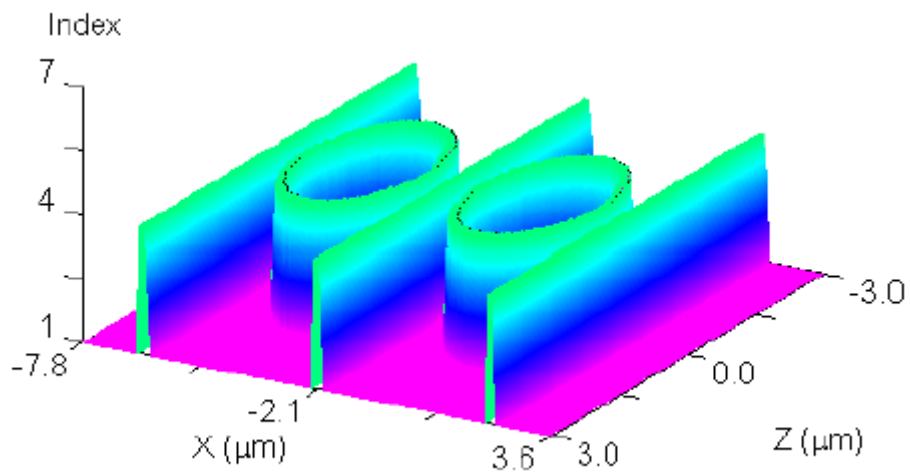


شکل ۳۶- پنجره‌ی تنظیمات سگمنت سمت چپ




شکل ۳۷- ساختار رینگ دوتایی

جهت اطمینان از نتیجه‌ی کار یک پروفایل ضریب شکست را با استفاده از  می‌گیریم :



شکل ۳۸- پروفایل ضریب شکست ساختار

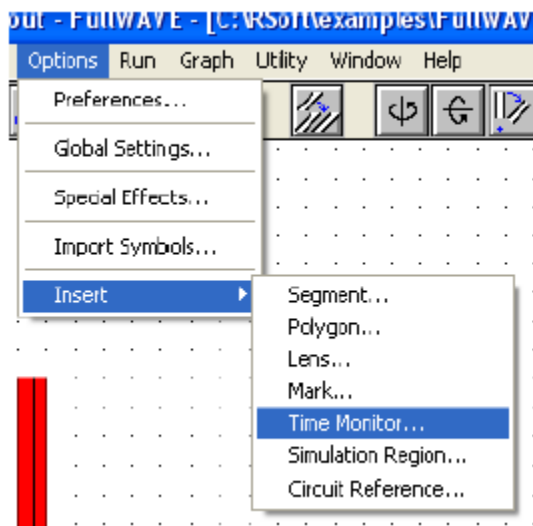
حال مسیر عبور میدان تحریک را تعیین می‌کنیم. برای این کار  را کلیک می‌کنیم تا پنجره‌ی زیر نمایش داده شود سپس دکمه‌ی NEW را می‌زنیم تا مسیر شماره یک ایجاد شود. سپس بر

روی مسیر دلخواه کلیک می‌کنیم تا سبز رنگ شود حال OK را می‌زنیم تا از این محیط خارج شویم.



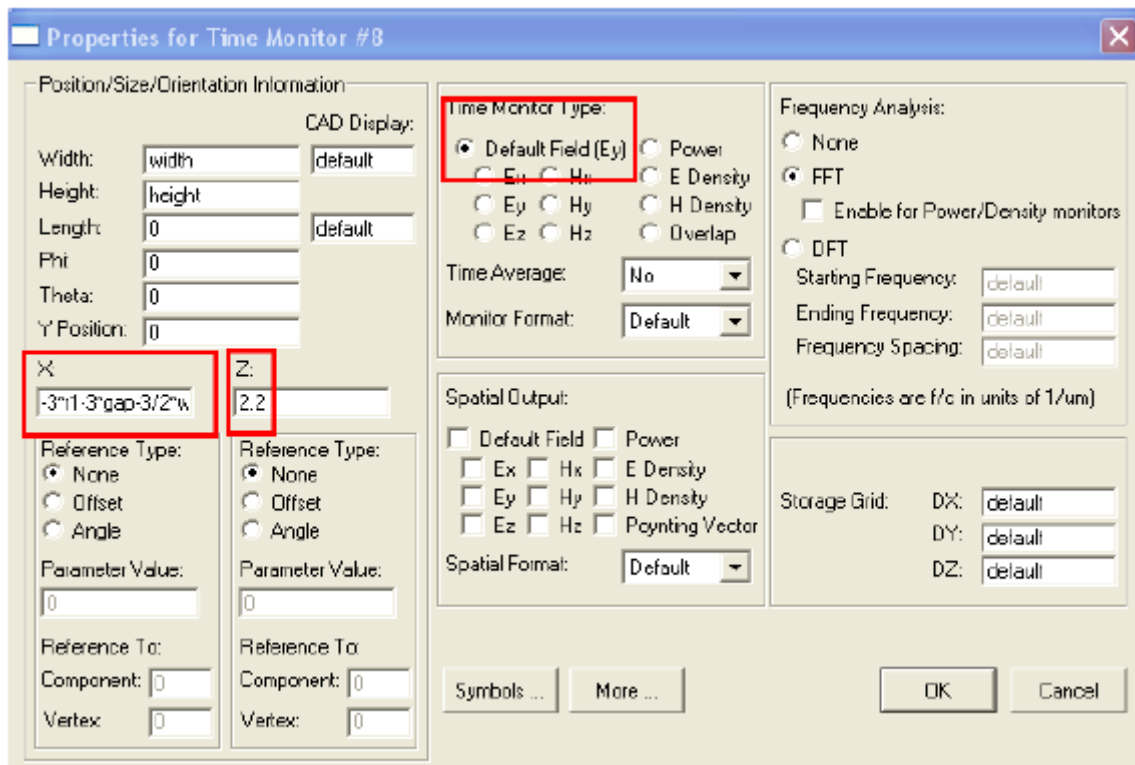
شکل ۳۹- پنجره‌ی تعریف مسیر عبور میدان تحریک

حال چند مانیتور در سیستم قرار می‌دهیم. برای این کار وارد Options > Insert می‌شویم:



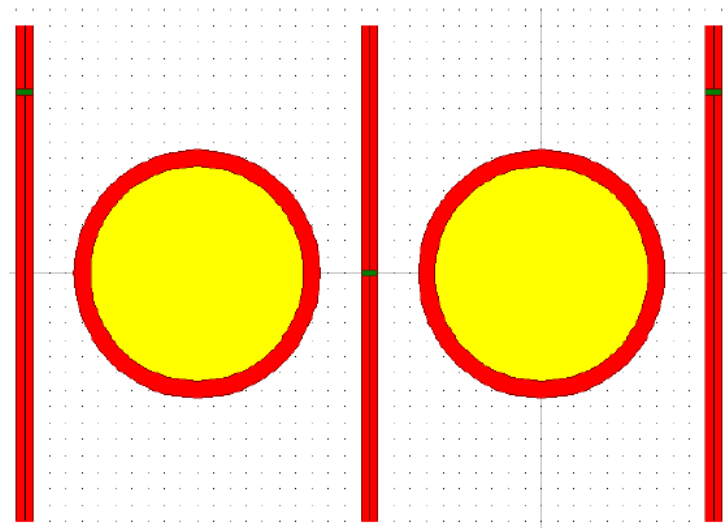
شکل ۴۰- قرار دادن Time Monitor

شما برای مانیتور کردن می‌توانید متغیر خاصی را انتخاب کنید که به صورت پیش فرض E_y است. مقدار مرکز آن را می‌توانید به صورت پارامتری بدهید، یعنی همان مقدار X سگمنت سمت چپ. مقدار Z هم دلخواه است:



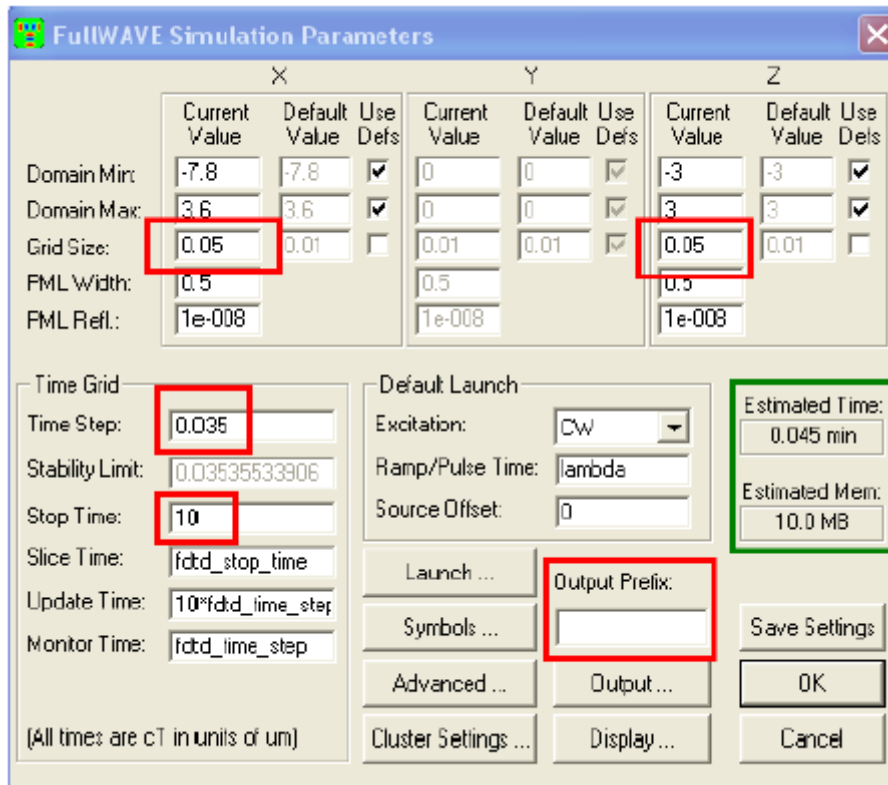
شکل ۴۱- پنجره‌ی تنظیمات مانیتور زمانی

ساختار نهایی بعد از قرار دادن مانیتور زمانی :



شکل ۴۲-۷ نهایی بعد قرار دادن مانیتورهای زمانی

حال مرحله‌ی شبیه سازی . برای این کار دکمه‌ی  را می‌زنیم وارد پنجره‌ی زیر می‌شویم :



شکل ۴۲- پنجره‌ی تنظیمات شبیه سازی

در این قسمت پنج پارامتر قابل تنظیم است :

نکته : در شکل فوق زمان لازم و حافظه‌ی لازم در قسمتی که با بلاک سبز رنگ مشخص کردیم نمایش داده می‌شود.

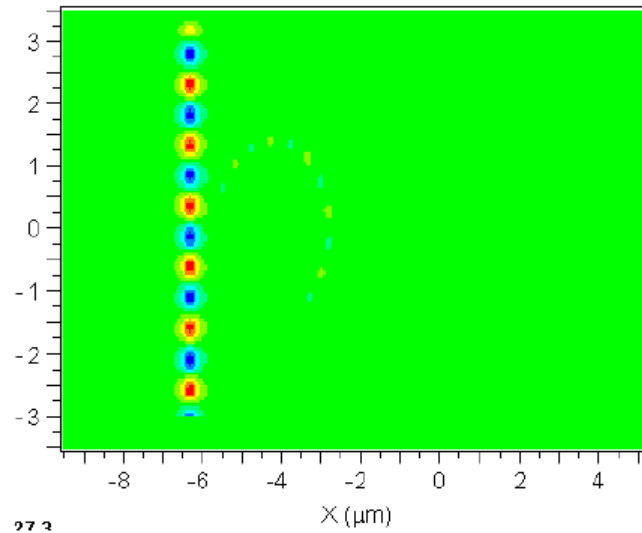
Grid Size: اگر این مقدار را افزایش دهیم مقدار حافظه‌ی لازم کاهش می‌یابد.

Time Step: گام زمانی است که اگر افزایش دهیم مقدار زمان لازم کاهش می‌یابد.

Stop Time: مقدار زمان پایان شبیه سازی که اگر زیاد کنیم زمان شبیه سازی زیاد می‌شود.

Output Prefix: نام فایل خروجی که اطلاعات شبیه سازی به آن نام ذخیره خواهد شد.

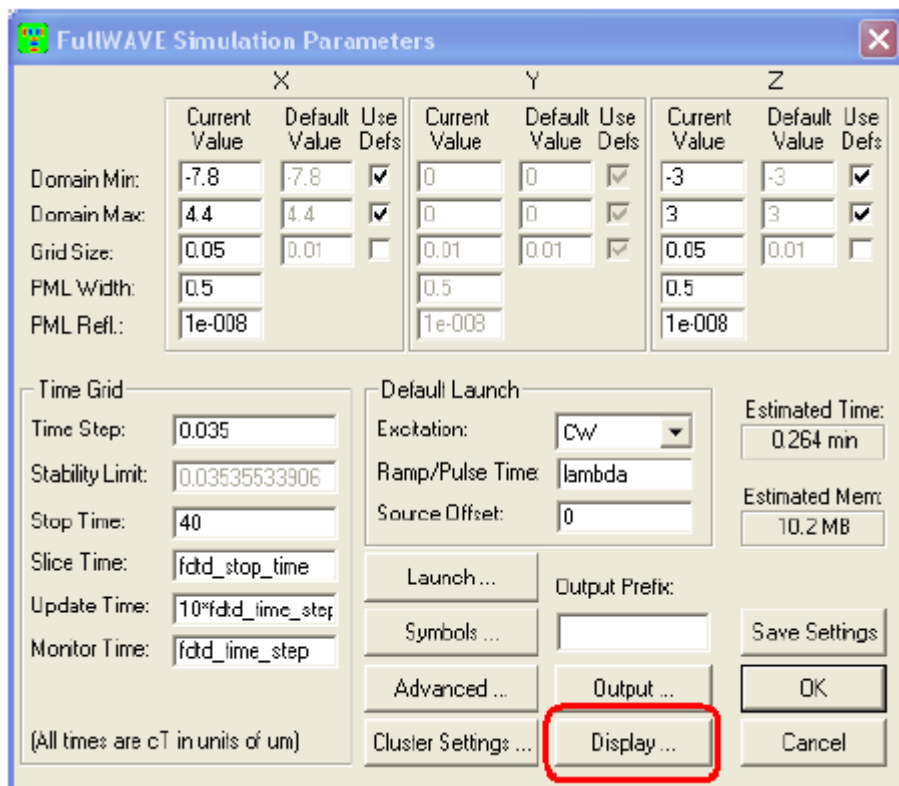
اگر با دادن مقادیر شبیه سازی را اجرا کنیم (با زدن دکمه‌ی OK) فقط میدان را می‌بینیم :



شکل ۴۳- نمایش شبیه سازی بدون خطوط مرزی

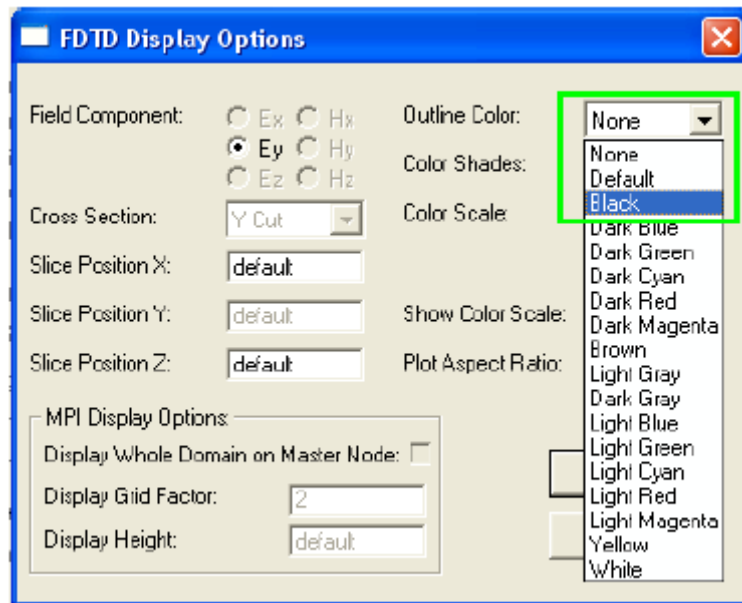
جهت دیدن خطوط مرزی ساختار باید دکمه‌ی Display را در پنجره‌ی تنظیمات اجرا بزنییم تا وارد پنجره‌ی زیر شویم در این قسمت رنگی را برای خطوط مرزی انتخاب می‌کنیم:

برای این کار دکمه‌ی  Perform Simulation را زده و وارد پنجره‌ی زیر می‌شویم:



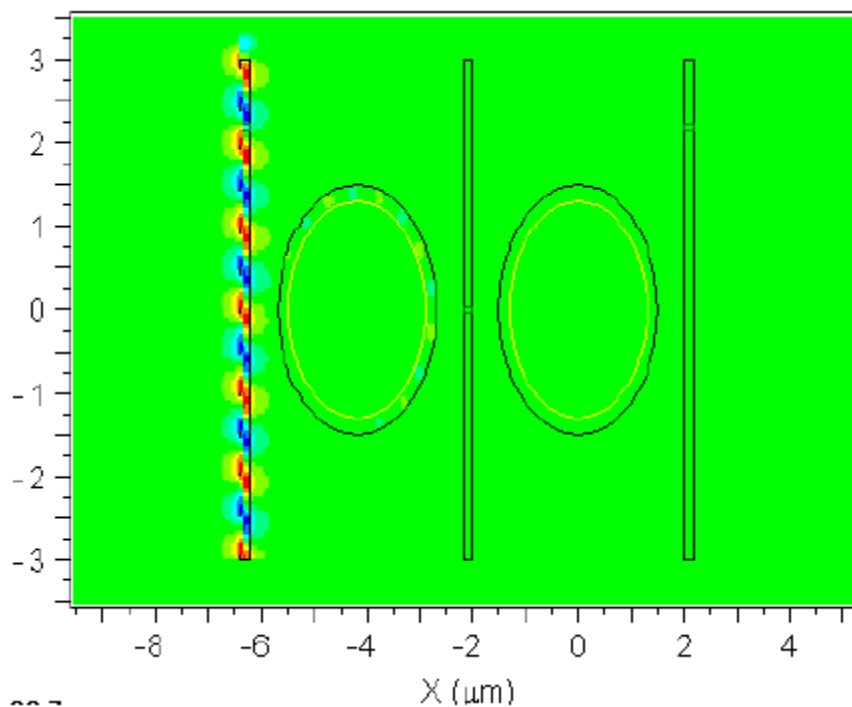
شکل ۴۴- دکمه‌ی Display

حال در پنجره‌ی Display می‌توان Outline Color و Color scale را تغییر داد.




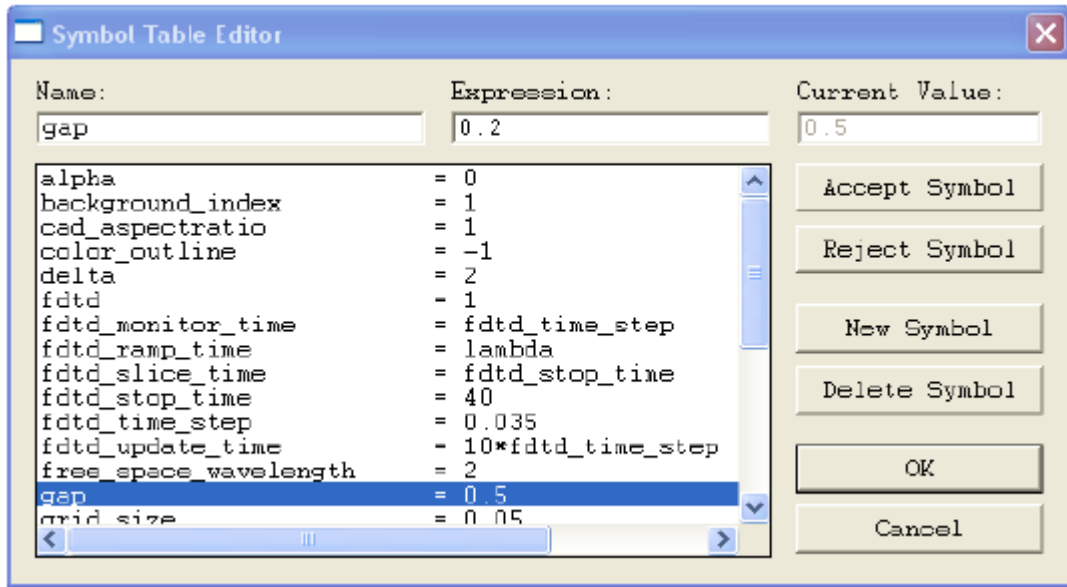
شکل ۴۵- انتخاب رنگ Outline

حال قادر به دیدن مرزهای ساختار نیز خواهیم بود :



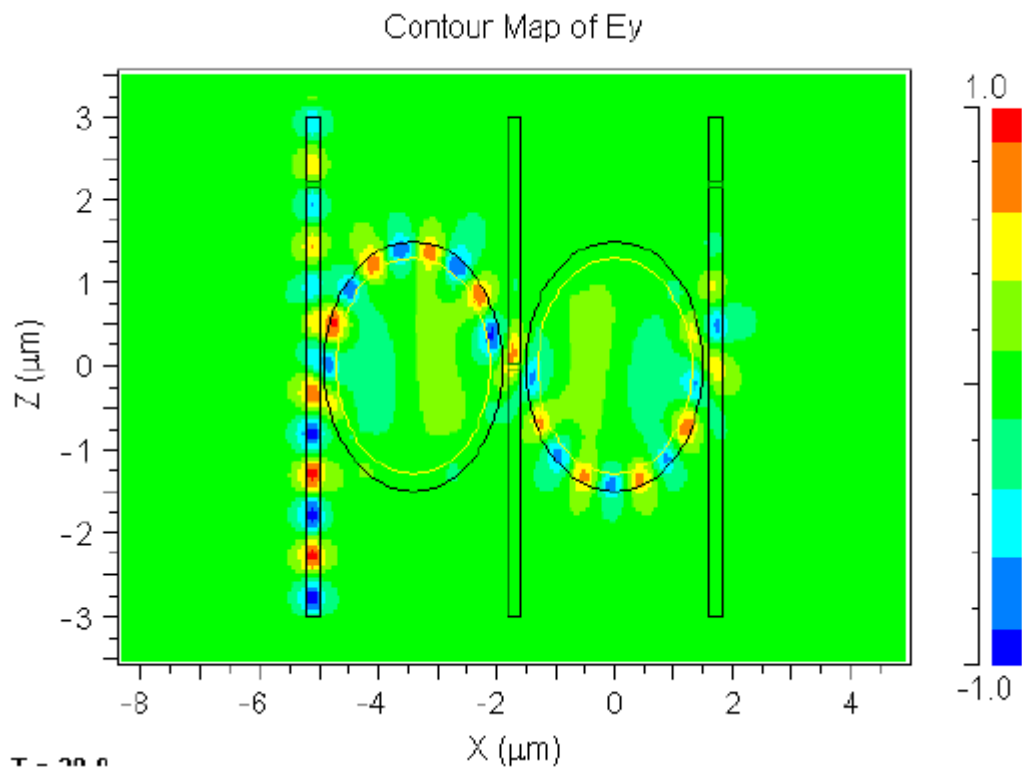
شکل ۴۶- نمایش خروجی با در نظر گرفتن Outline

در این قسمت می بینیم که کوپلینگ درست انجام نمی شود، لذا باید مقدار gap را کاهش دهیم. لذا وارد تنظیمات سمبولها  می شویم در این قسمت مقدار gap را به 0.2 کاهش می دهیم.




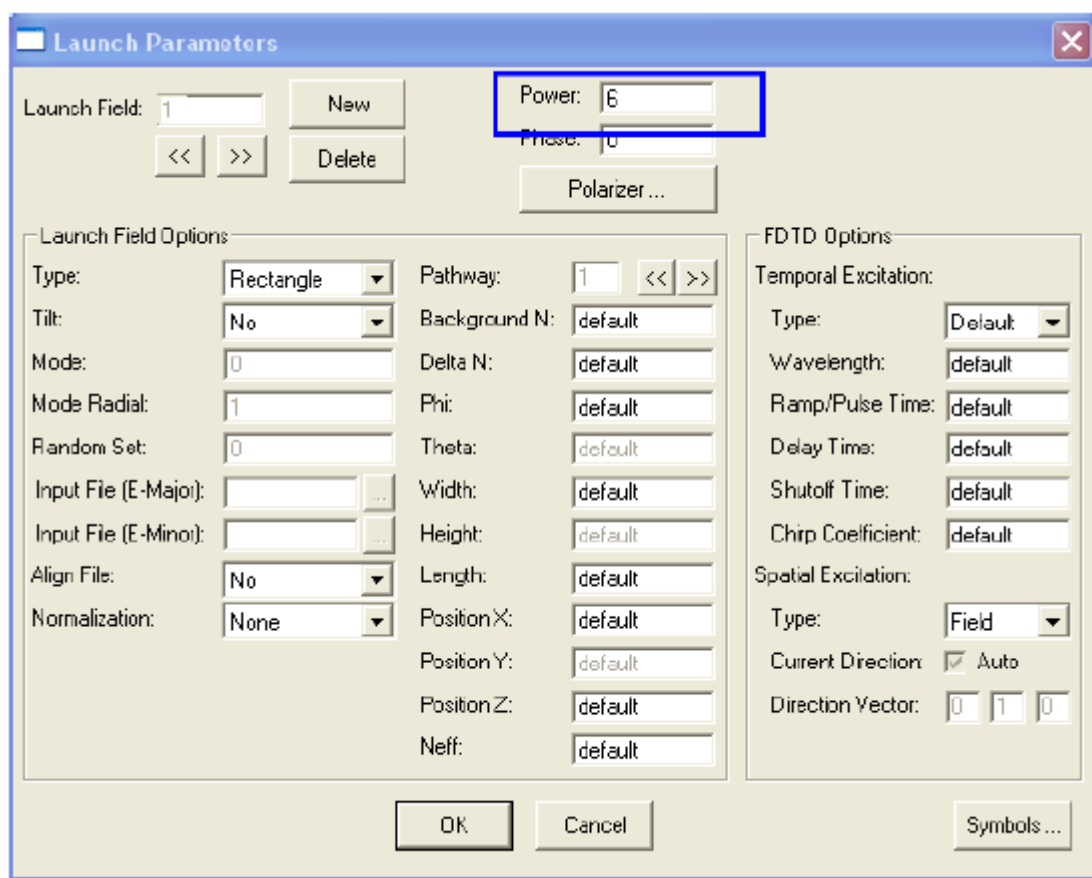
شکل ۴۷- تغییر مقدار gap به مقدار 0.2

این مقدار هم کوپلینگ خوبی نمی دهد لذا مقدار gap را به 0.1 کاهش می دهیم به نتیجه ی زیر می رسیم:

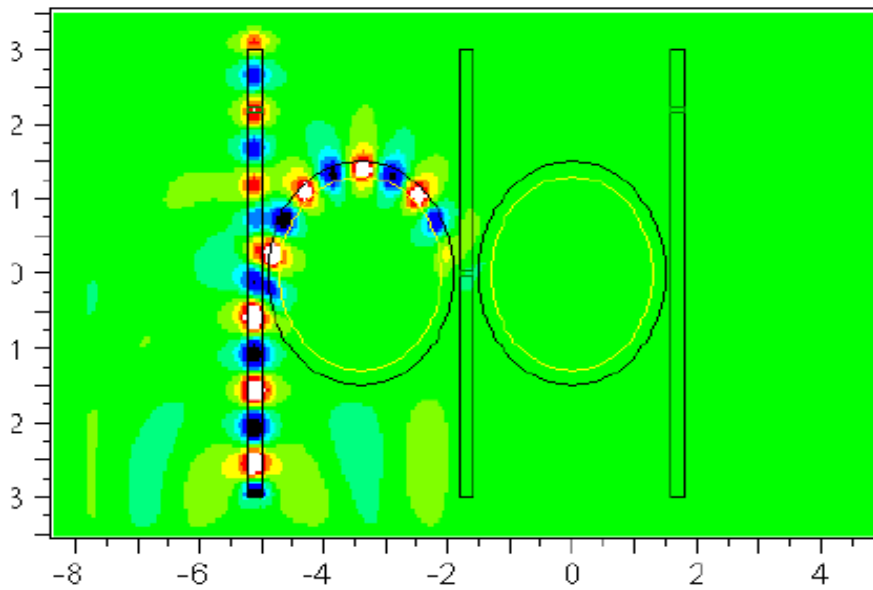


شکل ۴۸- مشاهده می‌شود که کوپلینگ نسبتاً خوبی است


جهت تنظیم میدان تحریک از دکمه‌ی  استفاده می‌شود که در آن می‌توان توان سیگنال و سایر پارامترهای لازم را تغییر داد مثلاً برای توان باید Power را افزایش دهیم :

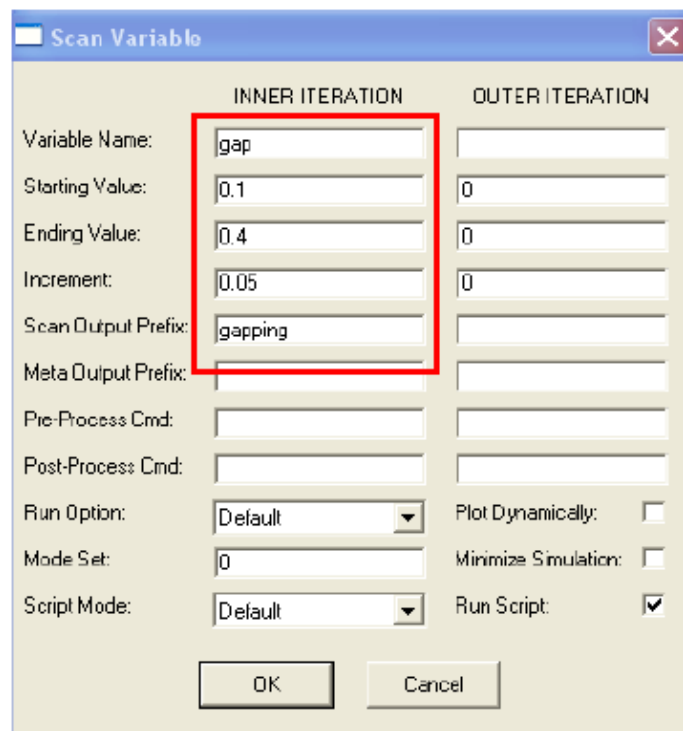


شکل ۴۹- تغییر توان سیگنال تابشی به ۶



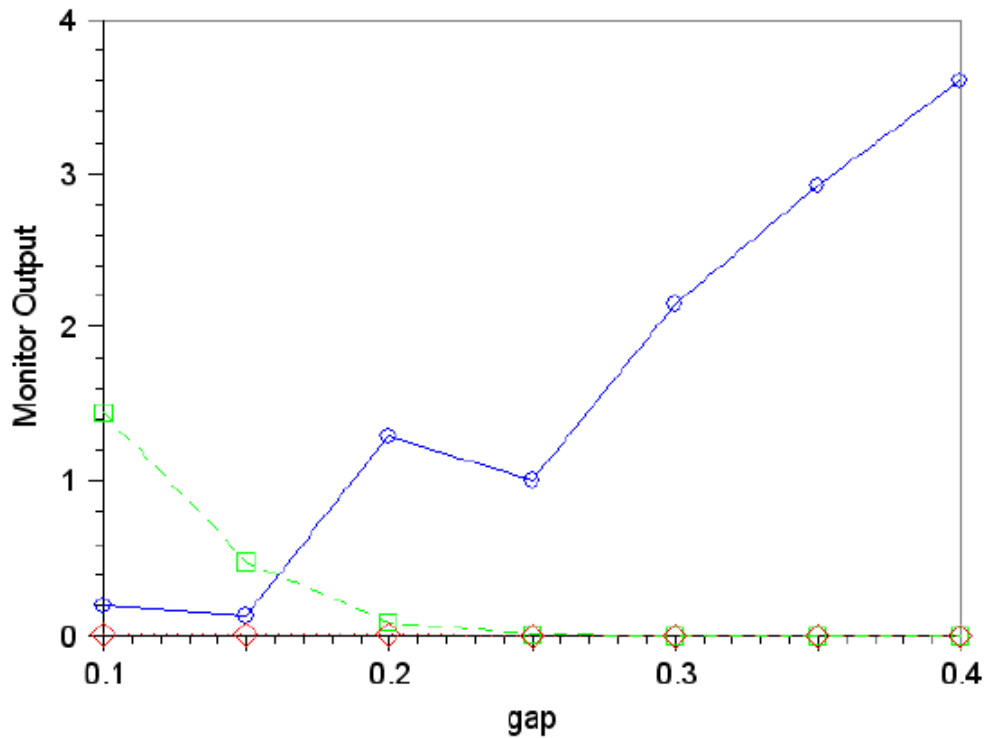
شکل ۵۰- نتیجه افزایش توان میدان تابشی

نکته‌ی باقی معرفی نحوه‌ی جاروب یک متغیر در سیستم است برای مثال اگر متغیر gap را بخواهیم از ۰/۱ تا ۰/۴ با گام ۰/۰۵ جاروب کنیم دکمه‌ی  Perform Parameter Scan را می‌زنیم وارد پنجره‌ی زیر می‌شویم:



شکل ۵۱- نحوه‌ی تنظیم متغیرها جهت پوشش gap

بعد از کلیک روی OK شبیه سازی انجام می شود و نتیجه به صورت نمایش داده می شود :



شکل ۵۲- نتیجه‌ی مانیتورها بر اساس تغییر gap

همانطور که دیده می شود با افزایش gap مقدار توان متوسط مانیتور آبی که برای موجبر سمت چپ است رو به افزایش است و نشانگر این موضوع است که با افزایش gap مقدار کمتری از میدان کوپل می شود و مقدار بیشتری به مانیتور انتهای موجبر ورودی می رسد.

زاهدان- دانشگاه سیستان و بلوچستان- دانشکده مهندسی برق و کامپیوتر-
گروه مهندسی الکترونیک- دکتر محمدعلی منصوری بیرجندی

mansouri@hamoon.usb.ac.ir
mamansouri@yahoo.com
