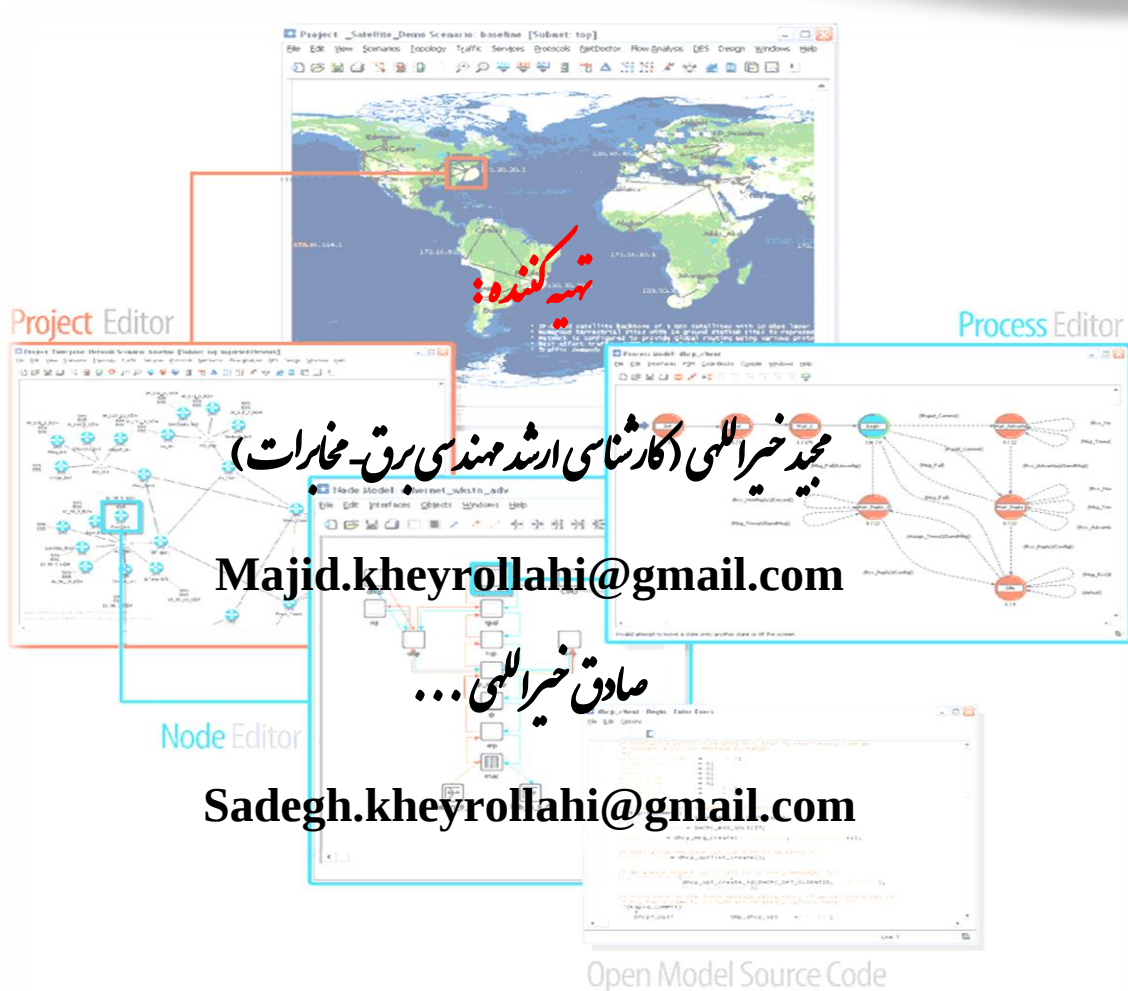
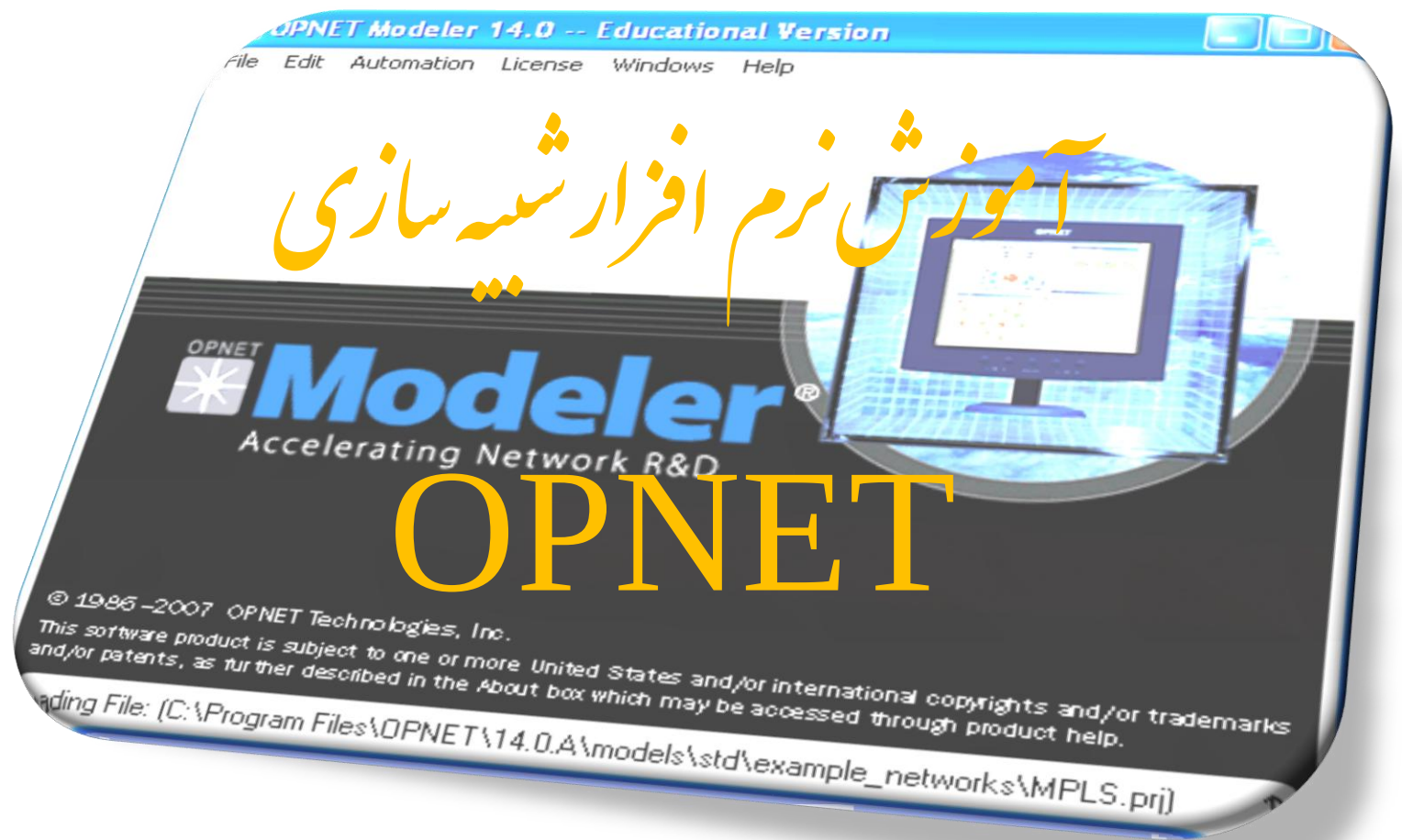




فهرست

۳	مقدمه	الف-۱
۳	کاربردهای مهم OPNET	الف-۲
۴	توصیف کاملی از شبیه ساز OPNET	الف-۳
۴	OPNET در مقایسه با سایر شبیه سازها	الف-۴
۵	نصب OPNET	الف-۵
۸	ساختار سلسله مراتبی در شبیه ساز OPNET	الف-۶
۹	ویرایشگر شبکه (Network editor or Project editor)	الف-۶-۱
۱۲	پنجره Object palette	الف-۶-۱-۱
۱۳	رسم ساختار شبکه در محیط ویرایشگر شبکه	الف-۶-۱-۲
۱۳	مشخص کردن پارامترهای مورد نظر برای اجرای شبیه سازی	الف-۶-۱-۳
۱۴	ویرایشگر Node	الف-۶-۲
۱۶	انواع ماژول ها در ویرایشگر Node	الف-۶-۲-۱
۱۸	منوهای مختلف در ویرایشگر Node	الف-۶-۲-۲
۱۹	ویرایشگر Process	الف-۶-۳
۲۰	حالات موجود در دیاگرام STD	الف-۶-۳-۱
۲۰	بررسی منوهای موجود در ویرایشگر Process	الف-۶-۳-۲
۲۱	توابع تعریف شده در Porto-C	الف-۶-۳-۳
۲۲	ویرایشگر انتشار آنتن (Antenna Pattern Editor)	الف-۷
۲۳	ویرایشگر فرمت پکت (Packet Format Editor)	الف-۸
۲۴	عملیات ویرایشگر فرمت پکت	الف-۸-۱
۲۵	مشاهده و تحلیل نتایج شبیه سازی	الف-۹

الف - ۱ مقدمه

شبیه ساز OPNET که در دانشگاه MIT و در سال ۱۹۸۷ ارائه شد این امکان را برای کاربر فراهم می کند تا به طراحی و مطالعه شبکه های مخابراتی ، ادوات شبکه و پروتکل های موجود در شبکه بپردازد. یکی از قابلیت های این شبیه سازی گرا بودن آن است از قابلیت های دیگر آن سلسله مراتبی بودن روند طرح ریزی مسائل می باشد. OPNET یک شبیه ساز تجاری است که برای شبیه سازی پروتکل های رایج در شبکه و مدل های مختلف در شبکه های با رنج بسیار متنوع به کار می رود. این نرم افزار بر روی سیستم عامل های Windows و Solaris قابل نصب می باشد.

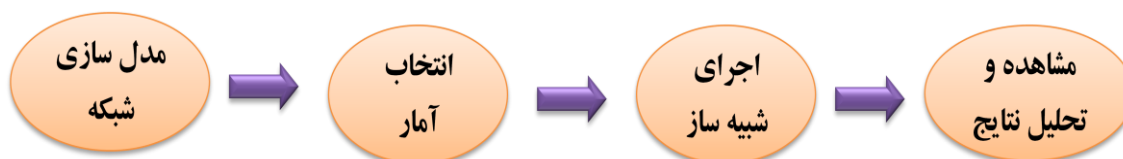
الف - ۲ کاربردهای مهم OPNET

- آنالیز شبکه های فعلی از طریق شبیه سازی : این نرم افزار مستقیماً می تواند فایل های تنظیمات (Configuration) روترهای سازندگان مختلف مانند سیسکو را به عنوان ورودی دریافت کرده و سناریوی فعلی شبکه را شبیه سازی کند.
 - طراحی بهینه شبکه : با این نرم افزار می توان لینک ها را به صورت بهینه انتخاب کرد تا از هزینه های اضافی جلوگیری شود.
 - شبیه سازی عملکرد پروتکل های جدید که در محیط های تحقیقاتی به وجود آمده اند. ایجاد این پروتکل ها بر اساس برنامه نویسی C++ و ماشین حالت منتهای (FSM) می باشد.
- با توجه به کتابخانه بزرگ این نرم افزار که شامل انواع روترها، سویچ و سایر تجهیزات سازندگان بزرگی مانند سیسکو، Com3، ژونپیر و غیره است، جز در مواردی محدود نیازی به استفاده از ویرایشگرهای گره و پروسه نیست و تنها از طریق ویرایشگر اصلی که ویرایشگر شبکه نامیده می شود می توان شبکه را پیاده سازی کرد و نتایج شبیه سازی عملکرد آن را به صورت نمودارهای مختلف مشاهده نمود.
- OPNET در ارائه نتایج نیز بسیار کارآمد است. این نرم افزار می تواند نتایج شبیه سازی را علاوه بر نمایش به صورت گراف های متعدد، به صورت صفحه وب نیز ارائه کند.
- قابلیت بسیار جالب OPNET امکان وارد کردن فایل های تنظیمات روترها و سویچ ها شبکه فعلی در نرم افزار است. فناوری های بی سیم در سال های اخیر در کشورمان گسترش فراوانی یافته اند. این فناوریها در شبکه های محلی بی سیم، لینک های نقطه به نقطه و لینک های نقطه به چند نقطه مورد استفاده ISP ها، شرکت های تجاری و شرکت های دولتی قرار می گیرند. نرم افزارهای مختلفی را می توان برای شبیه سازی این شبکه ها استفاده کرد. با

این وجود بیشتر این نرم افزارها یا توانایی شبیه سازی و اعمال ترافیک لایه ها بالاتر (TCP/IP) راندارند و یا از قابلیت های لازم برای شبیه سازی تأثیر مدولاسیون ها، پرتوی آنتن ها و محیط انتقال برخوردار نیستند.

الف-۳ توصیف کاملی از شبیه ساز OPNET

- این شبیه ساز ابزارهای پر قدرتی را در جهت کمک به کاربر در انجام ۴ مرحله مختلف یک شبیه سازی فراهم می کند.

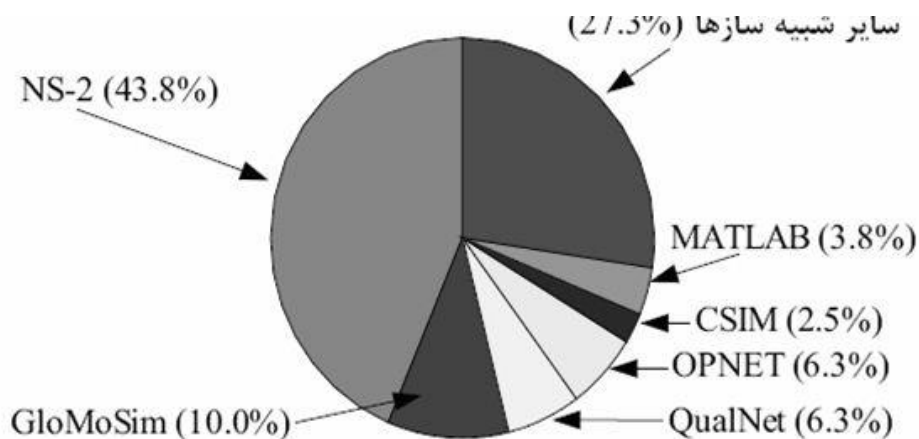


شکل الف-۱ چهار مرحله شبیه سازی توسط نرم افزار opnet

- در شبیه ساز OPNET یک ساختار سلسله مراتبی برای شبیه سازی به کار می رود به عبارت دیگر مساله در سطوح مختلف تعریف می گردد.
- کتابخانه این شبیه ساز بسیار کامل بوده و شامل آخرین پروتکل ها و مدل های ارائه شده در زمینه شبکه می باشد.

الف-۴ OPNET در مقایسه با سایر شبیه سازها

بر خلاف NS-2 که open source می باشد، OPNET نیاز به خرید لایسنس دارد که بسیار گران است. واسطه گرافیکی OPNET بسیار ساده و جذاب است و برای برنامه نویسی نیاز به آشنایی با زبان C++ , C دارد. گفته میشود این اولین نرم افزار است که برای شبیه سازی شبکه به بازار آمد اما مدتی NS-2 به دلیل open source بودن طرفداران بیشتری پیدا کرد. اما در سالهای اخیر به دلیل رونق شبکه های بی سیم و کارایی بی نظیر OPNET در شبیه سازی شبکه های بی سیم و موبایل (متحرک) دوباره OPNET در صدر قرار گرفت. ضمن اینکه OPNET بسیاری از وظایف را به صورت اتوماتیک انجام می دهد و نیاز به برنامه نویسی هر چیز کوچکی از پایین ترین سطح نیست. از دیگر مزایای OPNET، سرعت اجرای بسیار بالاست. برنامه ای که در NS-2 شاید نیاز به یک روز وقت برای اجرا داشته باشد در OPNET در عرض چند ثانیه شبیه سازی میشود. البته OPNET از لحاظ سرعت هنوز نمی تواند از MATLAB بهتر عمل کند. همچنین این نرم افزار قابلیت ارتباط با MATLAB و استفاده از برنامه های MATLAB جهت مدلسازی در پایتترین سطح (سطح پروسس) را دارد



شکل الف-۲ میزان استفاده از شبیه سازهای مختلف بمنظور شبیه سازی شبکه های MANET

الف-۵ نصب OPNET

این نرم افزار دارای چندین ورژن می باشد از جمله ۸، ۱۰، ۱۲، ۱۴ که روش نصب آنها با بالا رفتن ورژن ساده تر شده است.

در مراحل نصب این نرم افزار باید دقت کافی انجام گردد در غیر اینصورت علاقم نصب ساده خود نرم افزار نمی توانید از شبیه سازی خود نتیجه ای دریافت کنید، در زیر مراحل نصب OPNET ورژن ۱۴ را خواهید دید که باید به ترتیب انجام گیرد:

(۱) نصب Visual Studio 2005

(۲) باز کردن Visual Studio 2005

(۳) برای نصب خود نرم افزار سه قسمت وجود دارد که باید به ترتیب هرکدام را نصب کنید که عبارتند از:

☐ modeler_140A_PL3_6313_win

☐ modeler_docs_140A_PL2_24-Sep-2007_win

☐ models_140A_PL3_17Oct07_win

(۴) بعد از نصب این قسمت ها به قسمت environment variable به آدرس زیر رفته و مسیرهای گفته شده

را برای ارتباط نرم افزار با کامپایلر مربوطه وارد کنید.

☐ Right click to My computer > properties > advanced tab > environment variable

مسیرها:

☐ Variable 1: Path

☐ Value:

☐ C:\Program Files\Microsoft Visual Studio 8\Common7\IDE;

☐ C:\Program Files\Microsoft Visual Studio 8\VC\BIN;

☐ C:\Program Files\Microsoft Visual Studio 8\Common7\Tools;

- ☐ C:\Program Files\Microsoft Visual Studio 8\Common7\Tools\bin;
- ☐ C:\Program Files\Microsoft Visual Studio 8\VC\PlatformSDK\bin;
- ☐ C:\Program Files\Microsoft Visual Studio 8\SDK\v2.0\bin;
- ☐ C:\WINNT\Microsoft.NET\Framework\v2.0.50727;
- ☐ C:\Program Files\Microsoft Visual Studio 8\VC\VC Packages;
- ☐ C:\Program Files\Microsoft Visual Studio 8\SDK\v2.0\Bin;
- ☐ C:\WINNT\Microsoft.NET\Framework\v2.0.50727;
- ☐ C:\Program Files\Microsoft Visual Studio 8\VC\bin;
- ☐ C:\Program Files\Microsoft Visual Studio 8\Common7\IDE;
- ☐ C:\Program Files\Microsoft Visual Studio 8\VC\vcpackages;
- ☐ Variable 2 : INCLUDE
- ☐ Value:
- ☐ C:\Program Files\Microsoft Visual Studio 8\VC\ATLMFC\INCLUDE;
- ☐ C:\Program Files\Microsoft Visual Studio 8\VC\INCLUDE;
- ☐ C:\Program Files\Microsoft Visual Studio 8\VC\PlatformSDK\include;
- ☐ C:\Program Files\Microsoft Visual Studio 8\SDK\v2.0\include;
- ☐ Variable 3: LIB
- ☐ Value:
- ☐ C:\Program Files\Microsoft Visual Studio 8\VC\ATLMFC\LIB;
- ☐ C:\Program Files\Microsoft Visual Studio 8\VC\LIB;
- ☐ C:\Program Files\Microsoft Visual Studio 8\VC\PlatformSDK\lib;
- ☐ C:\Program Files\Microsoft Visual Studio 8\SDK\v2.0\lib;
- ☐ Variable 4: LIBPATH
- ☐ Value:
- ☐ C:\WINNT\Microsoft.NET\Framework\v2.0.50727;
- ☐ C:\Program Files\Microsoft Visual Studio 8\VC\ATLMFC\LIB;
- ☐ Variable 5: NetSamplePath
- ☐ Value: C:\Program Files\Microsoft Visual Studio 8\SDK\v2.0;
- ☐ Variable 6: DevEnvDir
- ☐ Value: C:\Program Files\Microsoft Visual Studio 8\Common7\IDE;
- ☐ Variable 7: FrameworkDir
- ☐ Value: C:\WINNT\Microsoft.NET\Framework;
- ☐ Variable 8: FrameworkSDKDir
- ☐ Value: C:\Program Files\Microsoft Visual Studio 8\SDK\v2.0;
- ☐ Variable 9: FrameworkVersion
- ☐ Value: v2.0.50727;
- ☐ variable 10: VCBUILD_DEFAULT_CFG

- ❑ value: Debug^|Win32;
- ❑ Variable 11: VCBUILD_DEFAULT_OPTIONS
- ❑ Value: /useenv;
- ❑ Variable 12: VCINSTALLDIR
- ❑ Value: C:\Program Files\Microsoft Visual Studio 8\VC;
- ❑ Variable 13: VSINSTALLDIR
- ❑ Value: C:\Program Files\Microsoft Visual Studio 8;

توجه :

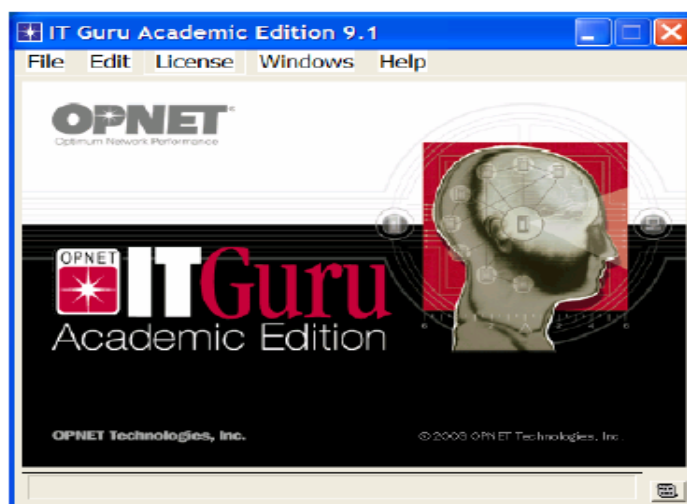
بعد از وارد کردن مسیرها یک Command Prompt باز کرده و به ترتیب دستور cl و سپس link را وارد می کنید.

۵) به شاخه <opnet_dir>\sys\pc_intel_win32\bin\manifest رفته و فایل های موجود در آن را به شاخه <opnet_dir>\sys\pc_intel_win32\bin

۶) در نهایت برای کرک کردن نرم افزار کافی است فایل زیر را اجرا نمایید توجه داشته باشید که نرم افزار زیر تجاری بوده و برای اجرای صحیح آن نیاز به خرید نرم افزار دارید لذا مثل سایر نرم افزارهای استفاده شده در ایران برای اجرای صحیح آن از کرک این نرم افزار استفاده می کنیم :

OPNET.Modeler.14.5.License.Maker-FFS

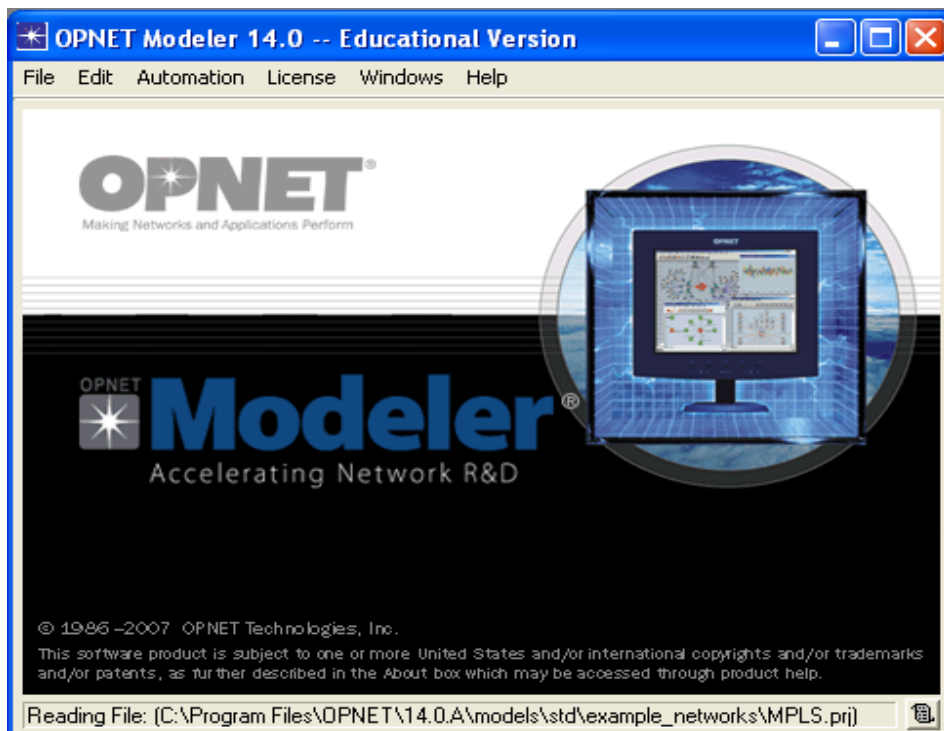
البته با مراجعه به سایت این نرم افزار می توانید فایل آموزشی آن را به رایگان دریافت نمایید منتها این نسخه از نرم افزار فاقد پروتکل ها و مدل ها بوده و برای داشتن آنها نیاز است که خود ، برنامه نویسی آنها را انجام دهید.



شکل الف-۳ نرم افزار رایگان OPNET – IT Guru Academic Edition 9.1

بعد از انجام کلیه مراحل با مراجعه به آدرس زیر نرم افزار را اجرا می نمایید :

Start > All programs > OPNET Modeler 14.0 > OPNET Modeler 14.0.exe



شکل الف-۴ پنجره شروع به کار نرم افزار opnet

الف-۶ ساختار سلسله مراتبی در شبیه ساز OPNET

محیط شبیه سازی دارای سه سطح طراحی می باشد :

☐ Network یا Project

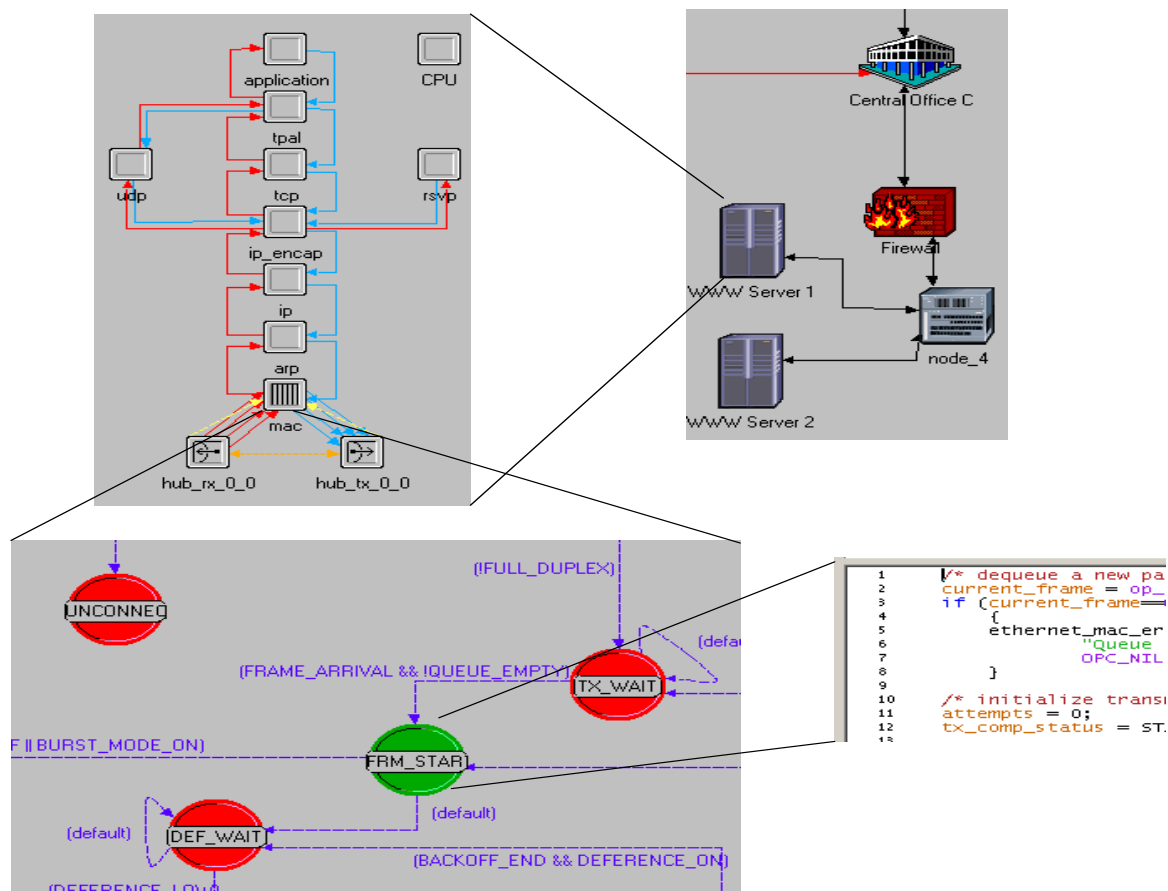
▪ توپولوژی کلی شبکه شامل گره ها ، لینک ها و... رسم می شود.

☐ Node

▪ رفتار تک تک عناصر شبکه طراحی و ترسیم می گردد

☐ Process

▪ عملکرد و رفتار هر ماژول را می توان تعریف کرد



شکل الف-۵ ساختار سلسله مراتبی در OPNET

هریک از این سه ابزار طراحی یک ویرایشگر یا Editor نامیده می شوند و در هر کدام محیطی متفاوت برای طراحی یک بخشی از مسئله آماده شده است.

الف-۶-۱ ویرایشگر شبکه (Network editor or Project editor)

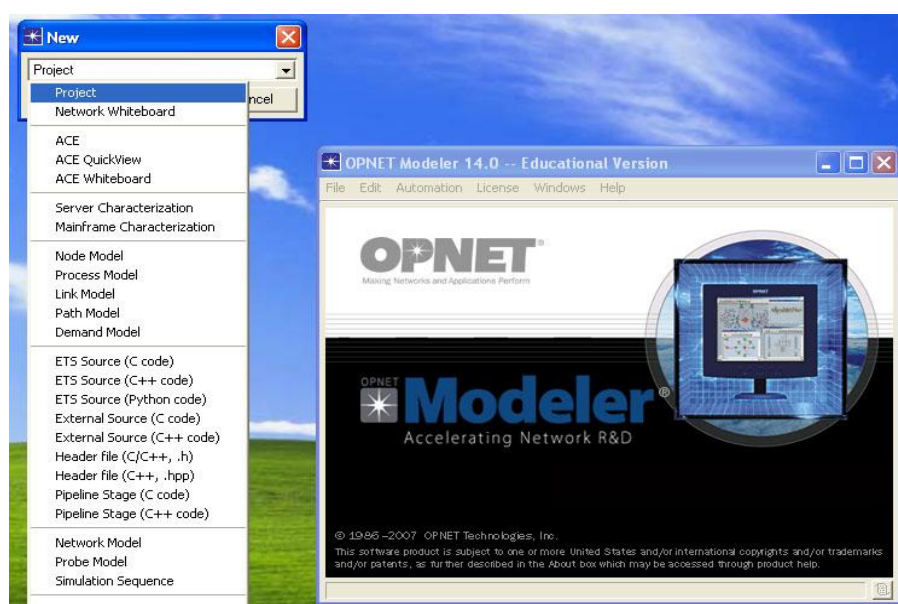
اولین مرحله شبیه سازی بوده و در آن توپولوژی کلی شبکه با استفاده از مدل هایی از جدیدترین ادوات و تجهیزات مخابراتی و شبکه که در کتابخانه این نرم افزار موجود است ، طراحی و مدل می شود. ساختار شبکه در این محیط شامل گره ها و لینک هایی است که این گره ها را به هم متصل می نماید که برای رسم این توپولوژی از پنجره Object Palette به روش کشیدن و رها کردن استفاده می گردد. همچنین برای رسم شبکه های با ابعاد وسیع در این محیط می توان موقعیت جغرافیایی شبکه را نیز به دلخواه تعیین نمود.

برای وارد شدن به محیط ویرایشگر شبکه پس از اجرای نرم افزار و باز شدن پنجره اصلی از منوی File یکی از گزینه های New یا Open را انتخاب می نمایید که با انتخاب Open می توان از مدل های موجود در کتابخانه نرم افزار استفاده کرد و با انتخاب New یک سناریوی جدید که مدنظر است را ایجاد نمود.

با انتخاب **New** پنجره ای باز می گردد که در آنجا باید سطح شبیه سازی را مشخص کنید که ما چون می خواهیم در سطح **Project** کار کنیم گزینه **Project** را انتخاب می نمایم.

بعد از این مرحله پنجره دیگری باز شده که در آن می توانید موقعیت جغرافیایی شبکه خود را مشخص نمایید بعد از تعیین موقعیت جغرافیایی پنجره ای باز خواهد شد که در آن باید تکنولوژی ادوات مورد استفاده برای شبیه سازی را انتخاب کنید.

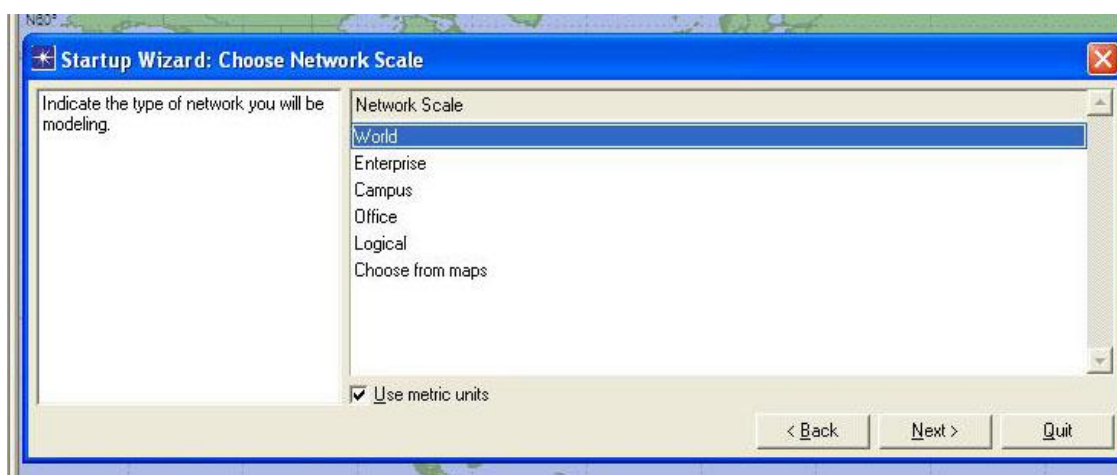
آخرین پنجره ای که باز می گردد حاوی تمامی اطلاعاتی است که در مراحل قبلی انتخاب کردید و بصورت خلاصه برای تایید نهایی قرار داده شده است که بعد از تایید آن وارد محیط ویرایشگر شبکه



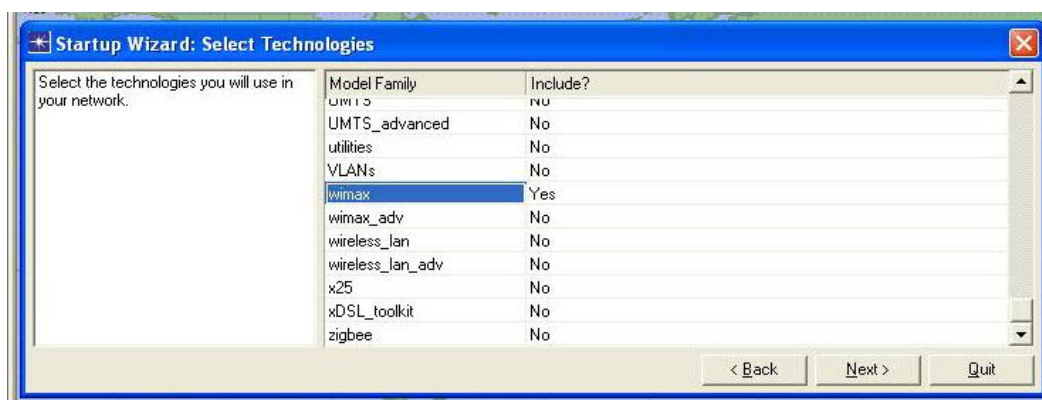
شکل الف-۶ انتخاب و وارد شدن به محیط ویرایشگر شبکه



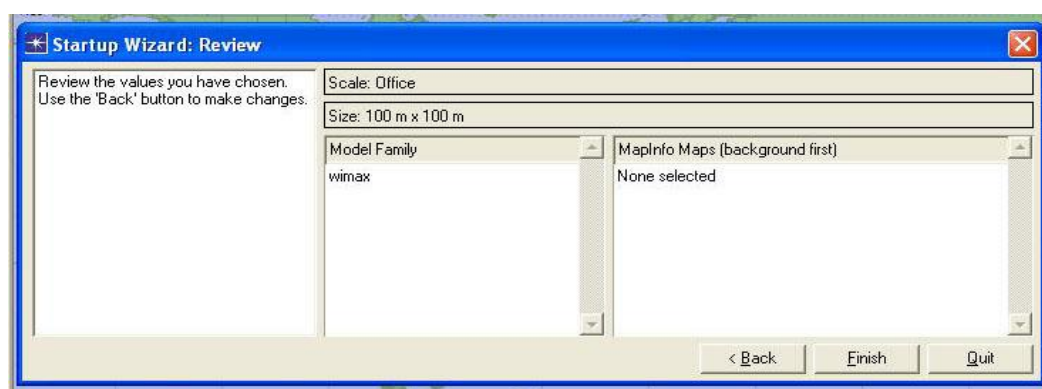
شکل الف-۷ انتخاب ساختار شبکه بر مبنای یک ساختار قبلی



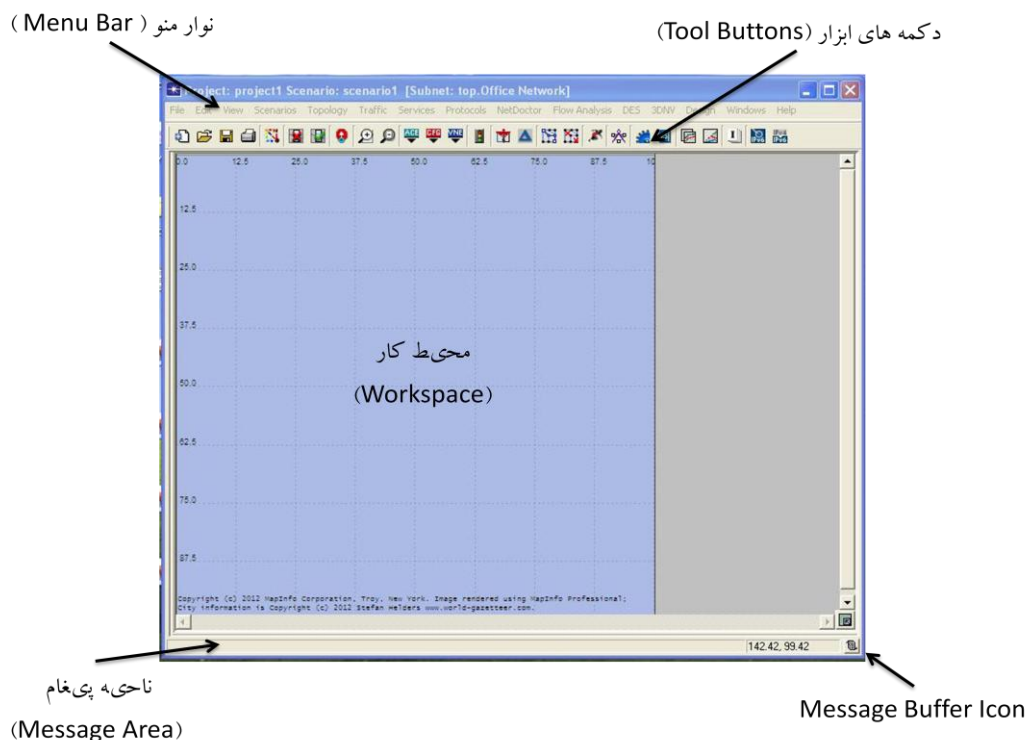
شکل الف-۸ انتخاب مشخصات جغرافیایی شبکه



شکل الف-۹ تکنولوژی ادوات مورد استفاده



شکل الف-۱۰ نمایش تمامی اطلاعات انتخاب شده در مراحل قبل برای تایید نهایی



شکل الف-۱ محیط ویرایشگر شبکه

الف-۶-۱-۱ پنجره Object palette

در این پنجره کلیه تجهیزات مورد استفاده در طراحی سخت افزاری شبکه شامل روتر، سوئیچ، سرور و همچنین لینک های مختلف و سایر تجهیزات شبکه ای و مخابراتی وجود دارد، ادوات موجود در Object Palette را می توان به ۴ دسته تقسیم نمود:

Devices ☐

- ادوات سخت افزاری نظیر روترها، سوئیچ ها و ... را شامل می شود

Links ☐

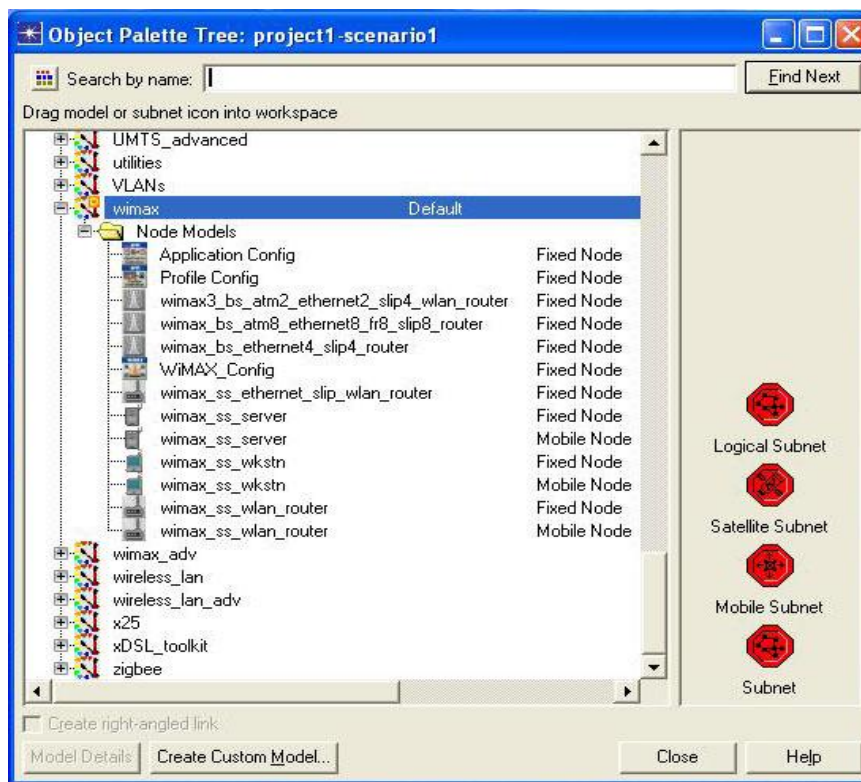
- لینک ها جهت اتصال گره ها به یکدیگر در تکمیل ساختار شبکه به کار می روند.

LANs and clouds ☐

- داشتن یک LAN ساده بصورت خلاصه در یک گره و همچنین استفاده از ابرها برای داشتن بخشی از یک شبکه WAN در یک گره که هر دو اینها جهت ساده سازی مورد استفاده قرار می گیرند.

Utility objects ☐

- اشیاء سودمند وظایفی که در دنیای واقعی برای آنها واحد سخت افزاری وجود ندارد را انجام می دهند بر فرض مثال وظیفه پیکربندی منابع شبکه



شکل الف-۱۲ پنجره object Palette

پنجره Object palette که در ورژن ۱۴ این نرم افزار ادوات بسیار زیادی قرار داده شده که بسته به تکنولوژی مورد استفاده می توانید ادوات مربوطه را نیز به راحتی مورد استفاده قرار دهید

الف-۶-۱-۲ رسم ساختار شبکه در محیط ویرایشگر شبکه :

سه روش برای رسم توپولوژی شبکه وجود دارد :

- ☐ در روش اول می توان هر گره یا لینک را بطور جداگانه از پنجره Object palette برای طراحی شبکه به محیط ویرایشگر وارد کرد.
- ☐ در روش دوم می توان از گزینه Rapid Configuration در منوی Topology استفاده کرد از این گزینه زمانی که شبکه دارای ساختاری منظم و با تعداد گره های زیاد است استفاده می گردد.
- ☐ سومین روش برای رسم ساختار شبکه در محیط ویرایشگر ، وارد کردن توپولوژی شبکه با استفاده از یک فایل خارجی است در OPNET این قابلیت وجود دارد که بتوان اطلاعات را از یک فایل خارجی به ساختار شبکه وارد کرد برای این منظور بیشتر از فایل های XML استفاده می شود.

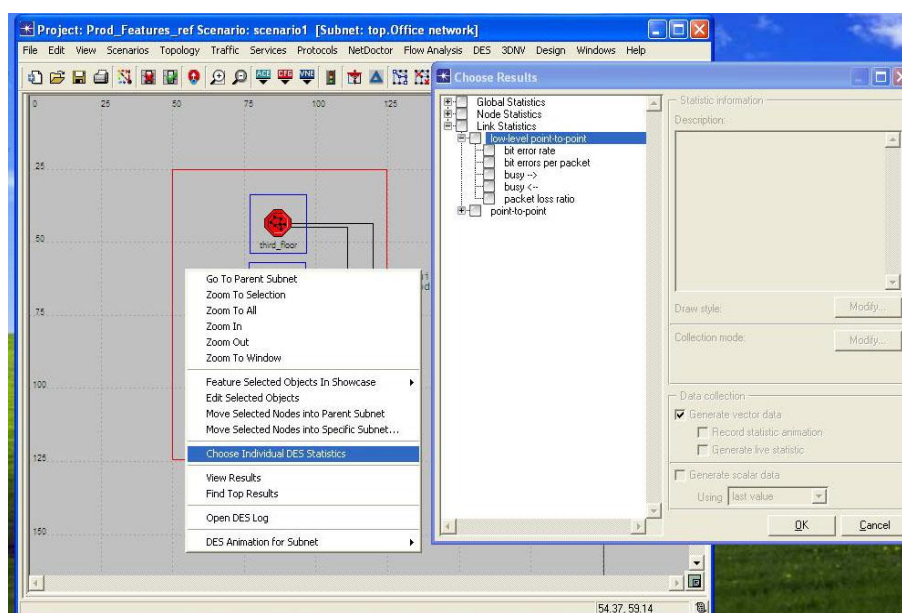
الف-۶-۱-۳ مشخص کردن پارامترهای مورد نظر برای اجرای شبیه سازی

بعد از رسم ساختار شبکه در محیط ویرایشگر نوبت به اجرای شبیه سازی می رسد. برای این منظور ابتدا باید پارامتر یا پارامترهایی که می خواهیم تغییرات آنها را در شبکه بررسی کنیم را تعیین نماییم.

در OPNET این پارامترها را که اصطلاحاً Statistics می نامند به دو دسته تقسیم می کنند :

- ❑ پارامتری که در مورد همه ادوات شبکه صدق می کند که به آنها پارامتر عمومی (Global) گویند.
- ❑ پارامتری که مربوط به یک وسیله خاص می باشد و فقط اطلاعات از آن جمع آوری شده و نتایج گزارش شود (Object Statistics).

برای تعیین و تنظیم این پارامترها می توان از گزینه Choose individual DES statistics در منوی Simulation استفاده کرد.

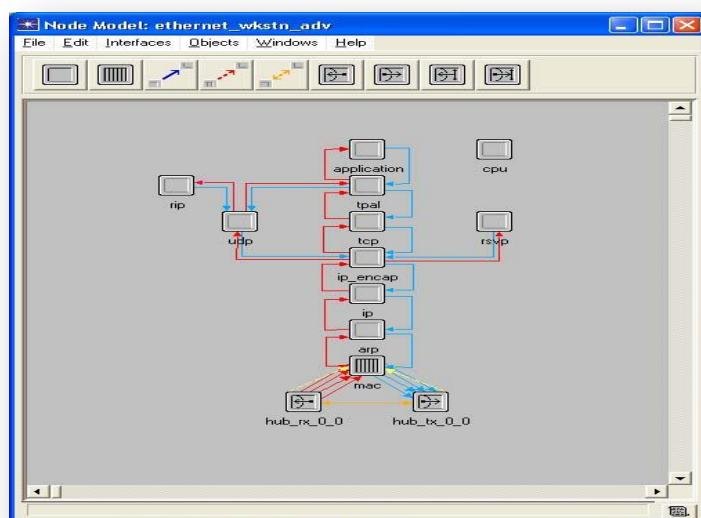


شکل الف-۱۳ تعیین پارامترهای مورد نیاز برای اجرای شبیه سازی پارامترهای خصوصی و عمومی

بعد از تعیین پارامترهای مربوطه نرم افزار آماده اجرا می باشد که برای اجرا می توان از منوی Simulation گزینه Run Simulation را انتخاب کرد یا از طریق دکمه Configure/run simulation این کار را انجام داد. بعد از این کار پنجره ای باز می شود که در آن باید تنظیمات جانبی شبیه سازی نظیر مدت زمان شبیه سازی رفتار شبکه را انجام داد. با انتخاب گزینه Run در پایین پنجره ، عملیات شبیه سازی آغاز می شود.

الف-۶-۲ ویرایشگر Node

در این ویرایشگر ساختار لایه ای تک تک عناصر شبکه و نحوه ارتباط لایه ها با یکدیگر تعیین می شود. لذا در این سطح با جریان داخلی بسته ها درون یک عنصر شبکه سرو کار داریم.

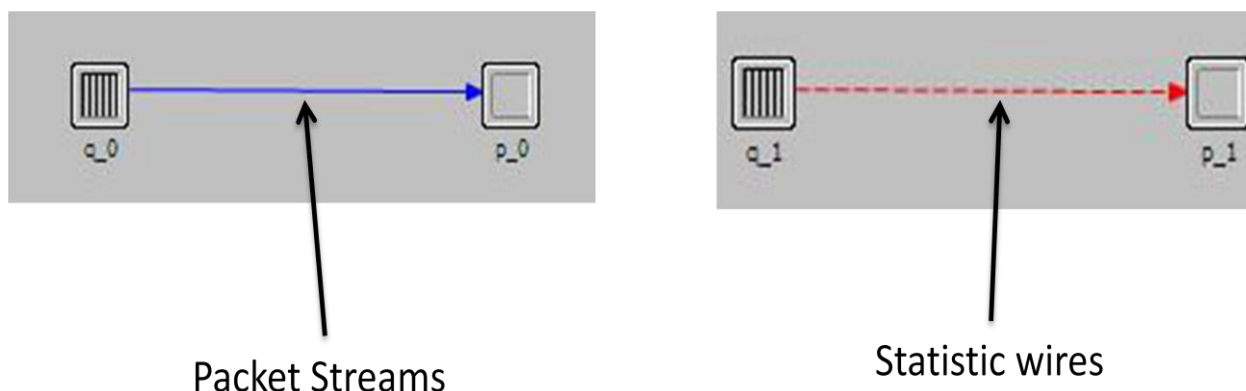


شکل الف-۱۴ محیط ویرایشگر Nod

به طور کلی هر عنصر شبکه که دارای تمامی یا برخی از قابلیت های زیر باشد را به یک گره تعریف می کنیم: ایجاد بسته های اطلاعاتی، ذخیره آنها، ارسال و دریافت آنها و در نهایت مسیریابی داخلی و انجام پردازش های لازم نظیر آنالیز محتویات بسته ها، مالتی پلکسینگ، کشف و تحلیل خطاهای احتمالی بسته و ...

لذا هر گره شامل ادوات سخت افزاری لازم و همچنین نرم افزارهای مورد نیاز برای انجام چنین پردازش هایی است. در این ویرایشگر برای مدل کردن لایه های یک عنصر از بلوک هایی به نام ماژول استفاده می کنیم. یک مدل در سطح Node از چندین ماژول تشکیل شده که برای عناصر پیچیده شبکه، تا چند صد ماژول هم ممکن است داشته باشیم.

ماژول ها در این ویرایشگر به وسیله Packet Streams و یا Statistic wires به یکدیگر متصل می شوند. Packet Streams اتصالاتی هستند که بسته های اطلاعاتی را از ماژول مبدا به ماژول مقصد منتقل می کنند. Statistic wires همانند قبلی اطلاعات را از یک ماژول به ماژول دیگر منتقل می کنند اما برخلاف قبلی که بسته های اطلاعاتی را منتقل می کنند، Statistic wires بسته های کنترلی که باید بین ماژول ها جهت انجام عملیات سیگنالیینگ مبادله شوند را منتقل می کنند.



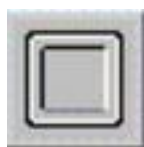
شکل الف-۱۵ انواع اتصال ماژول ها

الف-۶-۲-۱ انواع ماژول ها در ویرایشگر Node

به طور کلی در این ویرایشگر ۵ ماژول مختلف می توان تعریف کرد :

ماژول پردازشگر (Procedure Module) :

ماژول پردازشگر را می توان بلوک های اولیه و پایه ای برای ایجاد هر مدل در این ویرایشگر دانست. این دسته از ماژول ها برای انجام پردازش های کلی بر روی بسته های اطلاعاتی به کار می روند.



شکل الف-۱۶ ماژول پردازشگر

ماژول صف (Queue Module) :

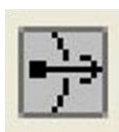
هر ماژول صف از تعدادی زیر صف (SubQueue) تشکیل شده است که تعداد آنها را می توان به دلخواه تعیین کرد. هر زیر صف را می توان به طور جداگانه پیکربندی کرد.



شکل الف-۱۷ ماژول صف

ماژول های فرستنده :

این ماژول ها رابط بین Packet Streams درون یک گره و لینک فیزیکی خارج آن گره دانست.



فرستنده رادیویی فرستنده نقطه به نقطه فرستنده Bus

شکل الف-۱۸ انواع ماژول های فرستنده

ماژول های گیرنده :

این ماژول ها رابط بین لینک های فیزیکی و Packet Streams درون یک گره می باشند.



گیرنده رادیویی گیرنده نقطه به نقطه گیرنده Bus

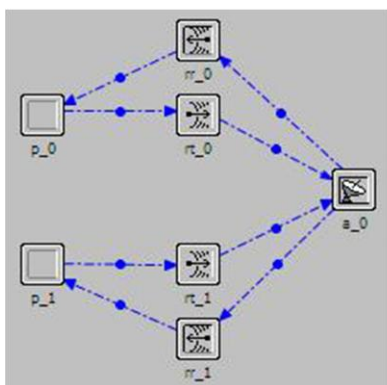
شکل الف-۱۹ انواع ماژول های گیرنده

ماژول آنتن :

این ماژول که تنها در نسخه OPNET Modeler /Radio موجود است ، برای تعیین ویژگی های آنتن به کار رفته در ماژول فرستنده و یا گیرنده به کار می رود. با این کار می توان به طور همزمان ویژگی های یکسانی برای آنتن های فرستنده و گیرنده موجود در یک گره تعریف کرد.



ماژول آنتن



نحوه تعاملات آنتن های گیرنده و فرستنده

شکل الف-۲۰ ماژول آنتن و نحوه تعاملات آنتن ها

الف-۶-۲-۲ منوهای مختلف در ویرایشگر Node

بعضی از منوهای موجود نیاز به توضیح خاصی ندارد نظیر File ، Edit ، Help برای همین در اینجا منوهای مهم تر را عنوان خواهیم کرد :

منوی Interfaces :

این منو شامل گزینه هایی است که با استفاده از آنها می توان رابط های بین یک گره با گره های دیگر را تعریف کرد.

جدول الف-۱ گزینه های موجود در منوی interfaces

توضیح	بخش های منو
به شما اجازه ویرایش ویژگی های Node های مدل را می دهد.	Model Attributes
اجازه کنترل جنبه های مختلف ارتقاء ویژگی در سطح شبکه را می دهد	Node Interfaces
ترویج آمار ماژول انتخاب شده به سطح گره	Node Statistics
اجازه تنظیم اطلاعات گره ای که Opnet استفاده می کند را برای تطبیق مدل های گره با گره های توپولوژی وارد شده را می دهد	Self Description

منوی Objects :

با استفاده از این منو کاربر می تواند اقدام به انتخاب ماژول های مختلف برای ایجاد یک مدل جدید کند.

این منو دارای بخش های زیر می باشد :

Create Processor ، Create Queue ، Create Packet Generator ، Create Clocked Packet Generator ، Create Packet Stream ، Create Statistic Wire

منوی Windows :

با استفاده از این منو می توان به پنجره های مربوط به سایر ویرایشگرها دست یافت و یا همزمان چندین پنجره را در صفحه به صورت آبخاری مشاهده کرد.

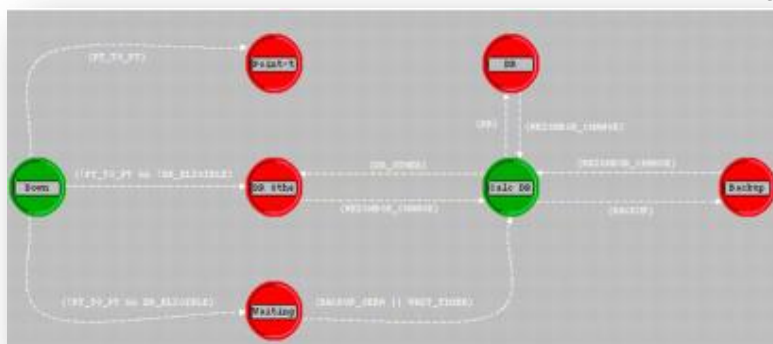
جدول الف-۲ گزینه های موجود در منوی windows

بخش های منو	توضیح
Previous Editor	ویرایشگر قبلی را فعال می سازد
Circulate Editor	حرکت در میان ویرایشگرهای باز
Hide This Editor	ویرایشگر فعال را مخفی می کند ولی ذخیره یا عمل بستن را انجام نمی دهد
Hide Other Editors	عمل بالا را برای سایر ویرایشگرها انجام می دهد
Show All Editor	همه ویرایشگرهای مخفی شده در قبل را نمایش می دهد
System Window	پنجره سیستم را فعال می سازد
Project Editors	تمامی ویرایشگرهای باز را بصورت آبخاری لیست می کند

الف-۶-۳ ویرایشگر : Process

در این ویرایشگر عملکرد هر ماژول تعریف می شود. شبیه سازی مدل ها در این ویرایشگر بر مبنای دیاگرام های STD صورت می گیرد. در نتیجه عملکرد هر ماژول به صورت شماتیک و کاملاً قابل درک نشان داده می شود. یک دیاگرام STD از تعدادی حالت تشکیل شده است که هر حالت با یک دایره مشخص می شود و با رخداد شرایطی خاص، گذار از حالتی به حالت دیگر صورت می گیرد.

عملکرد هر حالت توسط زبان برنامه نویسی Porto-C بیان می شود. این زبان برنامه نویسی بر مبنای زبان C بوده و با افزودن یکسری توابع خاص به آن که به آنها Kernel Procedures گفته می شود و برای شبیه سازی الگوریتم ها و پروتکل ها طراحی شده است.



شکل الف-۲۱ دیاگرام STD

الف-۶-۳-۱ حالات موجود در دیاگرام STD

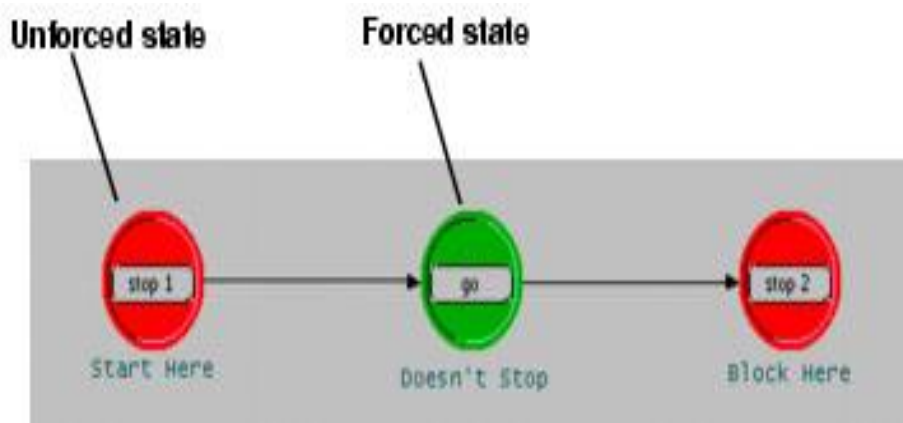
حالات موجود در دیاگرام STD به دو دسته تقسیم بندی می شوند :

□ حالت های اجباری یا Forced

- این حالت ها در دیاگرام موجود بصورت دایره های قرمز رنگ می باشد و حالتی است که با ورود به آن ، پس از اجرای وظایف تعریف شده مربوط به آن ، بطور خود کار به حالت دیگری می رویم.

□ حالت های غیر اجباری یا Unforced

- این حالت ها در دیاگرام موجود بصورت دایره های سبز رنگ می باشد و حالتی است که بعد از ورود به آنها و خاتمه انجام وظایف مربوط به آنها ، در همان حالت متوقف می شویم تا اینکه شرایط خاصی رخ دهد.



شکل الف-۲۲ حالات های موجود در دیاگرام STD

الف-۶-۳-۲ بررسی منوهای موجود در ویرایشگر Process

منوهای **File** ، **Edit** ، **Help** که نیاز به توضیح خاصی ندارند.

منوی Interfaces : این منو شامل گزینه هایی است که با استفاده از آنها کاربر می تواند رابط های بین یک مدل با مدل های دیگر را تعریف کند.

منوی FSM : برای ایجاد یک دیاگرام STD استفاده می شود و برخی از گزینه های آن عبارتند از : ایجاد حالت ، ایجاد خط گذار و تنظیم حالت اولیه دیاگرام.

منوی Code Blocks : با استفاده از این منو می توان به متغیرها ، توابع مورد استفاده و بطور کلی تمامی موارد مربوط به برنامه C نوشته شده برای مدل مربوطه دسترسی داشت.

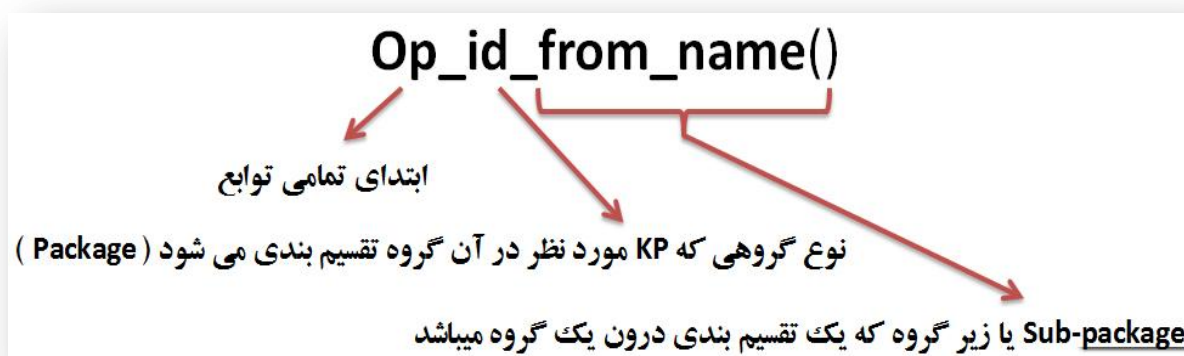
منوی Compile : شامل گزینه هایی برای کامپایل کردن برنامه های نوشته شده ، پیدا کردن خطاها ، اصلاح و کامپایل دوباره برنامه می باشد.

منوی Windows : با استفاده از این منو می توان به پنجره های مربوط به سایر ویرایشگرها دست یافت و یا همزمان چندین پنجره را بصورت آبشاری مشاهده کرد.

الف-۶-۳-۳ توابع تعریف شده در Porto-C

زبان Porto-C بر مبنای زبان C و با افزودن یکسری توابع خاص با عنوان KP طراحی شده است و کاربرد آن در شبیه سازی پروتکل ها و الگوریتم ها می باشد و برای همین برای آن دیاگرامهای STD در نظر گرفته شده است .

نام این توابع KP دارای چند قسمت است :



شکل الف-۲۳ نحوه نامگذاری توابع KP

برخی از مهمترین گروههای KP

Animation Package □

با حروف اختصاری Anim که برای انجام عملیات خلق تصاویر انیمیشن در حین اجرای شبیه سازی به کار می روند.

Distribution Package □

با حروف اختصاری Dist برای تولید و ایجاد مقادیر تصادفی (آماری) بر مبنای توزیع احتمال مشخص مثل توزیع یکنواخت یا توزیع نمایی سروکار دارند و بیشتر برای تولید پارامترهای تصادفی استفاده می شوند.

Event Package □

با حروف اختصاری ev می باشد که این توابع با رویدادهای اتفاق افتاده در طول یک شبیه سازی سروکار دارند به عنوان مثال با استفاده از آنها می توان به حذف و لغو رویدادهایی که وجود آنها بیش از این مورد نیاز نیست اقدام کرد مثلاً در TCP هنگامی که منتظر دریافت پیام Ack از سوی گیرنده هستیم ، رویداد time out را هم مد نظر قرار می دهیم تا اگر بعد از مدت زمان مشخص این پیام رسید time out رخ دهد اما اگر پیام Ack قبل از موعد مقرر برسد فرآیند time out باید لغو شود که این کار توسط op_ev_cancel() صورت می گیرد.

Interrupt Package □

برای تنظیم و زمان بندی وقوع وقفه های ورودی و خروجی به کار می رود و با اختصار intrpt نوشته می شود.

Identification Package □

برای دریافت شماره id هر شیء که در شبیه سازی ایجاد شده است به کار می رود. مثلاً
op_id_from_name ، نام متغیر را به عنوان آرگومان ورودی خود دریافت نموده و وظیفه تبدیل نام شیء مربوطه به شماره آن را برعهده دارد.

Queue Package □

مربوط به عملیات صف بندی می شود. مثلاً op_q_empty برای پی بردن به این نکته که صف خالی است یا خیر به کار می رود و یا op_q_flush برای خالی کردن یک صف زمانی که بسته های موجود در صف دچار خطا شده اند به کار می رود

Radio Package □

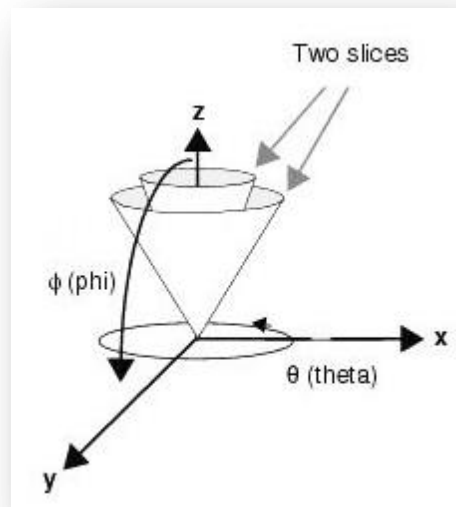
با ماژول های فرستنده و گیرنده در ارتباط هستند و با استفاده از آنها می توان به صورت دینامیک کانال های مورد استفاده توسط یک فرستنده را تغییر داد مثلاً اضافه یا حذف یک کانال را با استفاده از این توابع انجام داد.

Packet Package □

با نام اختصاری pk می باشند و برای انجام عملیات بر روی بسته ها مورد استفاده قرار می گیرند

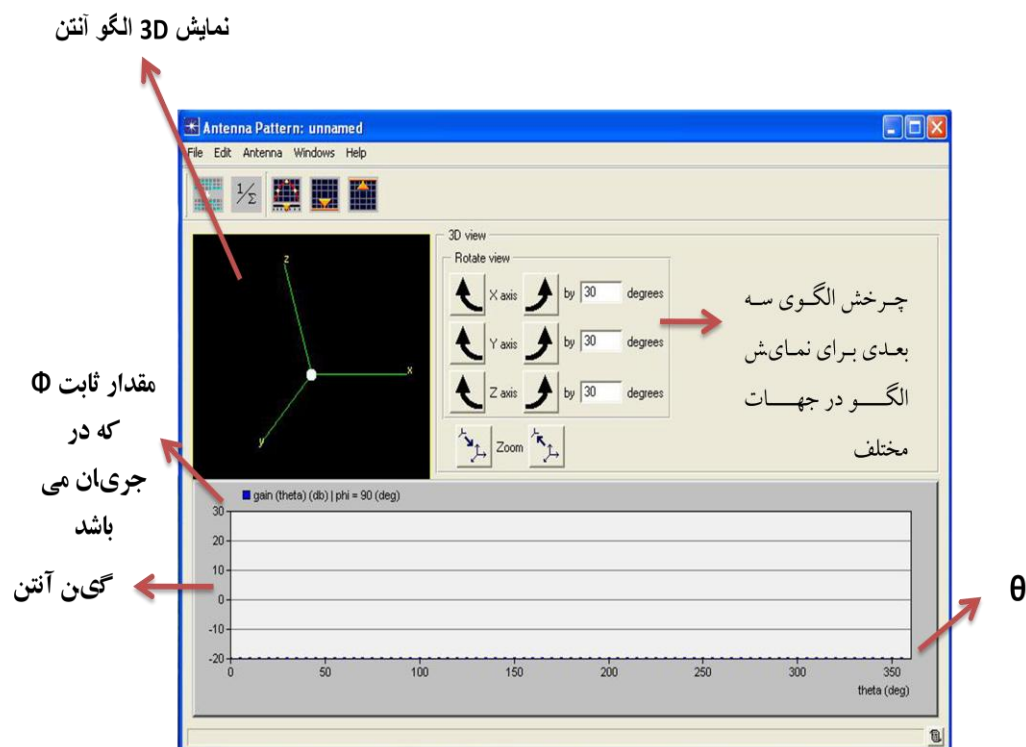
الف-۷ ویرایشگر انتشار آنتن (Antenna Pattern Editor)

- ویرایشگر الگوی آنتن از زوایای Φ و θ برای ایجاد و نمایش سه بعدی الگوی آنتن استفاده می نماید.
- مقدار ثابت Φ بطور تقریبی سطوح مخروطی شکل دو بعدی را نمایش می دهد که داخل مختصات دکارتی نگاشته شده و توسط توابع عددی دو بعدی رسم شده اند که به آنها Slice یا Plane گفته می شود.
- θ محور طول و گین محور عرض در هر Slice می باشد.
- تابع سه بعدی الگوی آنتن با جمع آوری Slice های دوبعدی نمایش داده می شود.



شکل الف-۲۴ نمایش پارامترهای ویرایشگر انتشار آنتن

محیط ویرایشگر انتشار آنتن



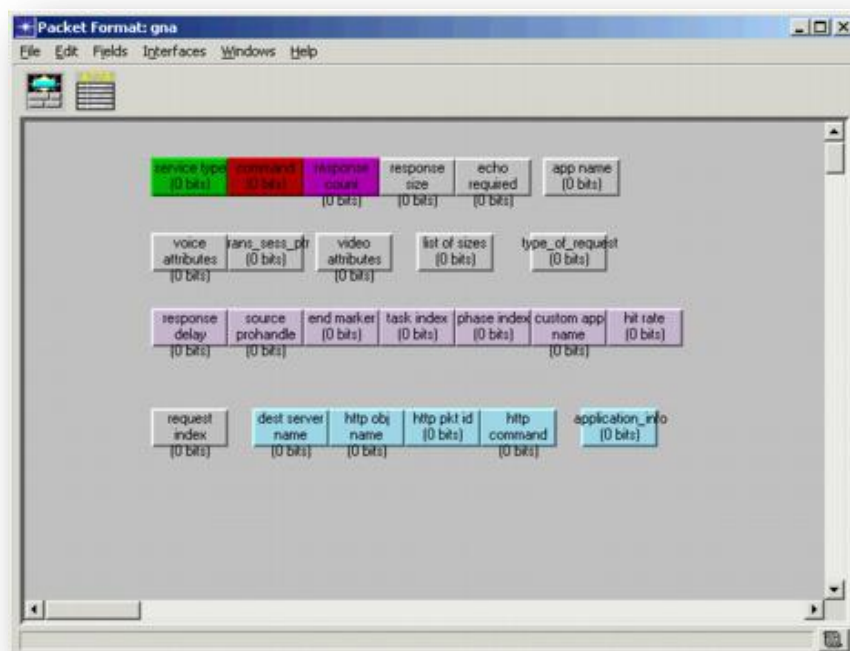
شکل الف-۲۵ محیط ویرایشگر انتشار آنتن

الف-۸ ویرایشگر فرمت پکت (Packet Format Editor)

این ویرایشگر امکان ایجاد و ویرایش فرمت پکت ها مطابق با آنچه طراح مد نظر دارد را فراهم می کند.

پکت ها از فیلدهایی تشکیل شده که در این ویرایشگر می توان مشخصات فیلدها را مطابق با آنچه مد نظر است مشخص کرد .

انواع فیلدها در این ویرایشگر عبارتند از : integer ، double ، structure ، information ، Packet که بر فرض مثال فیلد structure اجازه گنجاندن و قرار دادن داده های مختلط را در فیلد می دهد یا فیلدهای information داده ها را بدون در نظر گرفتن محتوای آنها به صورت عمده ای مدل می کنند یا فیلد های packet پکت ها را با تلفیق داده های دیگر، توسط پروتکل های لایه بندی مدل می کند. (داده ها را با هم کپسوله می کنند) .



شکل الف-۲۶ محیط ویرایشگر Packet Format

الف-۸-۱ عملیات ویرایشگر فرمت پکت

عملیاتی که در این ویرایشگر انجام می شود به طور کلی عبارتند از :

- ایجاد فیلد جدید

ایجاد نمایش گرافیکی از فیلدهای جدید و قرار دادن آنها در فضای کاری یا workspace

- ویرایش صفات فیلد

نمایش یا تغییر ویژگی های یک فیلد ، تغییرات ایجاد شده در یک فیلد می تواند به طور اختیاری به کل مجموعه فیلدها اعمال شود.

- ویرایش ویژگی های پکت

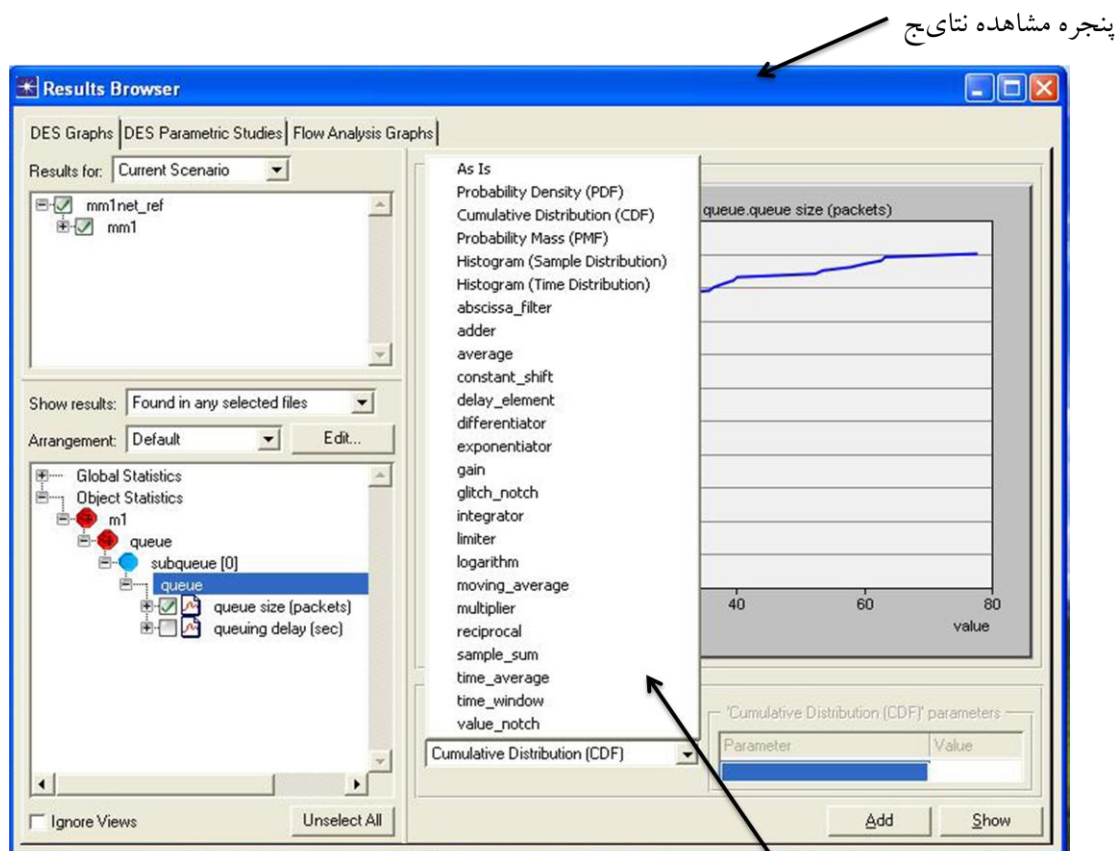
نمایش یا تغییر ویژگی های مربوط به کل بسته است .

الف-۹ مشاهده و تحلیل نتایج شبیه سازی

بعد از اینکه مدل مربوطه را توسط دکمه Configure/run simulation اجرا کردیم حال باید نتایج آن را مشاهده نماییم که برای این کار از گزینه View results موجود در منوی Result استفاده می کنیم یا روی هر نود کلیک راست کرده و مشاهده نتایج را انتخاب می نماییم.

برای مشاهده کل نتایج باید روی ناحیه کاری جایی که هیچ نودی قرار ندارد راست کلیک کرده و مشاهده نتایج را انتخاب نمایید که با انتخاب آن پنجره نتایج باز می شود که در آن می توان آمار عمومی یا آمار مربوط به هر نود را انتخاب نمود.

از دیگر قابلیت های این نرم افزار در بررسی نتایج ، امکان مقایسه نتایج سناریوهای مختلف با یکدیگر است که برای این کار از گزینه Compare Result موجود در منوی Result استفاده می گردد.



حالات مختلف برای مشاهده نتایج آماری

شکل الف-۲۷ پنجره مشاهده نتایج