

آزمایش‌های شبکه با شبیه‌ساز

# OPNET

دکتر مجید مقدادی

مهندس سعید ناصحی بشرزاد

انتشارات پندار پارس

سرشناسه : ناصحی بشرزاد، سعید، ۱۳۷۱ -  
 عنوان و نام پدیدآور : آزمایش‌های شبکه با شبیه‌ساز OPNET / مجید مقدادی، سعید ناصحی‌بشرزاد.  
 مشخصات نشر : تهران : پندار پارس، ۱۳۹۳.  
 مشخصات ظاهری : ۲۰۸ ص.: مصور، جدول.  
 شابک : ۹۷۸-۶۰۰-۶۵۲۹-۶۴-۶ : ۱۴۵۰۰۰ ریال:  
 وضعیت فهرست نویسی : فیپا  
 موضوع : آپنت  
 موضوع : شبکه‌های کامپیوتری -- شبیه‌سازی  
 موضوع : شبکه‌های کامپیوتری -- شبیه‌سازی -- نرم‌افزار  
 شناسه افزوده : مقدادی، مجید، ۱۳۴۴ -  
 رده بندی کنگره : ۱۳۹۳ ۴۳۳۵/۵/۵۱۰۵TK  
 رده بندی دیویی : ۶۵/۰۰۴  
 شماره کتابشناسی ملی : ۳۶۲۷۰۴۰

#### انتشارات پندار پارس



دفتر فروش: انقلاب، ابتدای کارگر جنوبی، کوی رشتچی، شماره ۱۴، واحد ۱۶ [www.pendarepars.com](http://www.pendarepars.com)  
 تلفن: ۶۶۵۷۲۳۳۵ - تلفکس: ۶۶۹۲۶۵۷۸ همراه: ۰۹۱۲۲۴۵۲۳۴۸ [info@pendarepars.com](mailto:info@pendarepars.com)



نام کتاب : آزمایش‌های شبکه با شبیه‌ساز OPNET  
 ناشر : انتشارات پندار پارس  
 ترجمه و تالیف : سعید ناصحی بشرزاد، مجید مقدادی  
 چاپ نخست : مهر ۹۳  
 شمارگان : ۵۰۰ نسخه  
 طرح جلد : رامین شکرالهی  
 لیتوگرافی، چاپ، صحافی : ترامسنج، فرشویه، خیام

قیمت : ۱۴۵۰۰ تومان شابک : ۹۷۸-۶۰۰-۶۵۲۹-۶۴-۶

\*هرگونه کپی برداری، تکثیر و چاپ کاغذی یا الکترونیکی از این کتاب بدون اجازه ناشر تخلف بوده و پیگرد قانونی دارد \*

## فهرست

۱.....	پیش‌گفتار
۱.....	مقایسه شبیه‌سازهای مهم شبکه‌های کامپیوتری
۳.....	درباره‌ی OPNET Modeler
۴.....	آشنایی با مدهای مختلف OPNET Modeler
۴.....	Project Model
۵.....	Node Model
۶.....	Process Model
۷.....	Link Model
۸.....	Path Model
۹.....	آزمایش شماره صفر: معرفی نرم‌افزار OPNET IT GURU
۱۰.....	فعالیت‌های پیش از آزمایش
۱۰.....	دستورالعمل
۱۱.....	بررسی مزایای OPNET
۱۲.....	اجرای خودآموز معرفی برنامه
۱۲.....	اجرای خودآموز small internetworks
۱۳.....	تمرین‌ها
۱۳.....	گزارش کار آزمایش
۱۵.....	آزمایش شماره یک: اترنت، شبکه‌ی ارتباط مستقیم با رسانه‌های کنترل دسترسی
۱۶.....	فعالیت‌های پیش از آزمایش
۱۶.....	دستورالعمل
۱۶.....	ساخت شبکه جدید
۱۹.....	ایجاد پیکربندی گره‌های شبکه
۲۰.....	پیکربندی شبیه‌سازی
۲۳.....	انتخاب آمار و ارقام
۲۴.....	اجرای شبیه‌سازی
۲۵.....	مطالعه بیشتر
۲۵.....	تمرین‌ها
۲۶.....	گزارش کار آزمایش
۲۷.....	آزمایش شماره دو: TOKEN RING
۲۸.....	پیش مطالعه
۲۸.....	دستورالعمل
۲۸.....	ایجاد شبکه
۲۹.....	پیکربندی گره‌های شبکه
۳۱.....	پیکربندی شبیه‌سازی
۳۴.....	انتخاب آمار و ارقام
۳۶.....	ایجاد سناریوی مشابه
۳۷.....	اجرای شبیه‌سازی
۳۸.....	مشاهده نتایج
۴۱.....	مطالعه بیشتر
۴۱.....	تمرین‌ها
۴۱.....	هشدار
۴۲.....	گزارش کار آزمایشگاه

۴۳.....	آزمایش شماره سه: مجموعه‌ای از شبکه‌های محلی با سوئیچ
۴۳.....	فعالیت‌های پیش از آزمایش
۴۴.....	دستورالعمل
۴۴.....	ایجاد شبکه جدید
۴۶.....	پیکربندی گره‌های شبکه
۴۷.....	انتخاب آمار و ارقام
۴۷.....	پیکربندی شبیه‌سازی
۴۸.....	ایجاد سناریوی مشابه
۴۹.....	اجرای شبیه‌سازی
۵۰.....	دیدن نتایج
۵۳.....	مطالعه بیشتر
۵۳.....	تمرین‌ها
۵۴.....	گزارش کار
۵۵.....	آزمایش شماره چهار: طراحی شبکه
۵۵.....	طراحی یک شبکه با تعداد کاربر، میزبان و خدمات مختلف
۵۶.....	فعالیت‌های پیش از آزمایش
۵۶.....	دستورالعمل
۵۶.....	ساخت و پیکربندی شبکه
۵۷.....	پیکربندی خدمات
۵۷.....	پیکربندی یک زیر شبکه
۵۸.....	پیکربندی تمام گروه‌ها
۶۰.....	پیکربندی کارگزارها
۶۱.....	اتصال زیر شبکه‌ها
۶۲.....	انتخاب آمار و ارقام
۶۳.....	پیکربندی شبیه‌سازی
۶۳.....	ایجاد سناریوی مشابه
۶۴.....	اجرای شبیه‌سازی
۶۵.....	مشاهده نتایج
۶۶.....	مطالعه بیشتر
۶۶.....	تمرین‌ها
۶۶.....	گزارش کار
۶۷.....	آزمایش شماره پنج: ATM
۶۷.....	تکنولوژی سوئیچینگ اتصال گرا
۶۸.....	فعالیت‌های پیش از آزمایش
۶۸.....	دستورالعمل
۶۹.....	ساخت و پیکربندی شبکه
۶۹.....	پیکربندی برنامه‌های کاربردی
۷۰.....	پیکربندی پروفایل‌ها
۷۲.....	پیکربندی زیر شبکه شمال شرق
۷۴.....	اضافه کردن بقیه زیر شبکه‌ها
۷۶.....	انتخاب آمار و ارقام
۷۶.....	پیکربندی شبیه‌سازی
۷۷.....	ایجاد سناریوی مشابه
۷۸.....	اجرای شبیه‌سازی

۷۹.....	دیدن نتایج .....
۸۰.....	مطالعه بیشتر .....
۸۰.....	تمرین‌ها .....
۸۰.....	گزارش کار .....
۸۱.....	<b>آزمایش شماره شش: RIP: پروتکل مسیریابی اطلاعات .....</b>
۸۱.....	پروتکل مسیریابی بر پایه الگوریتم Distance-Vector .....
۸۲.....	فعالیت‌های پیش از آزمایش .....
۸۲.....	دستورالعمل .....
۸۳.....	ساخت و پیکربندی شبکه .....
۸۴.....	پیکربندی مسیریاب .....
۸۴.....	اضافه کردن مابقی شبکه‌های محلی .....
۸۵.....	انتخاب آمار و ارقام .....
۸۵.....	پیکربندی شبیه‌سازی .....
۸۶.....	سناریوی ping .....
۸۷.....	سناریوی شکست .....
۸۹.....	اجرای شبیه‌سازی .....
۸۹.....	دیدن نتایج .....
۹۱.....	به دست آوردن آدرس IP از رابط .....
۹۲.....	دریافت گزارش پیگ .....
۹۳.....	مقایسه محتویات جدول‌های مسیریابی .....
۹۵.....	تمرین‌ها .....
۹۵.....	گزارش کار .....
۹۷.....	<b>آزمایش شماره هفت: OSPF: حق تقدم با کوتاه‌ترین مسیر باز .....</b>
۹۷.....	پروتکل مسیریابی بر پایه الگوریتم حالت ارتباط .....
۹۷.....	پروتکل‌های مسیریابی حالت ارتباط نظیر OSPF .....
۹۸.....	فعالیت‌های پیش از آزمایش .....
۹۸.....	دستورالعمل .....
۹۸.....	ساخت و پیکربندی شبکه .....
۹۹.....	پیکربندی هزینه‌های ارتباط‌ها .....
۱۰۱.....	پیکربندی تقاضای ترافیک .....
۱۰۲.....	پیکربندی پروتکل مسیریابی و آدرس‌ها .....
۱۰۳.....	پیکربندی شبیه‌سازی .....
۱۰۳.....	ایجاد سناریوی مشابه .....
۱۰۳.....	سناریوی ناحیه‌ها .....
۱۰۴.....	سناریوی متوازن .....
۱۰۵.....	اجرای شبیه‌سازی .....
۱۰۶.....	دیدن نتایج .....
۱۰۷.....	سناریوی ناحیه‌ها .....
۱۰۷.....	سناریوی متوازن .....
۱۰۸.....	مطالعه بیشتر .....
۱۰۸.....	تمرین‌ها .....
۱۰۸.....	گزارش کار .....
۱۰۹.....	<b>آزمایش شماره‌ی هشت: TCP: پروتکل کنترل انتقال .....</b>
۱۰۹.....	الگوریتم‌های Slow start و congestion avoidance .....

۱۱۱.....	congestion avoidance و Slow start	شبیه‌سازی
۱۱۲.....	ایجاد یک شبکه	شبیه‌سازی
۱۱۴.....	ساخت و پیکربندی زیرشبکه پاریس	شبیه‌سازی
۱۱۵.....	ایجاد زیر شبکه استکهلم	شبیه‌سازی
۱۱۶.....	ایجاد IP Cloud	شبیه‌سازی
۱۱۷.....	انتخاب آمار و ارقام	شبیه‌سازی
۱۱۸.....	Congestion avoidance و Slow start	شبیه‌سازی
۱۱۸.....	دیدن نتایج	شبیه‌سازی
۱۱۸.....	Fast retransmit	شبیه‌سازی
۱۱۹.....	Fast recovery	شبیه‌سازی
۱۲۰.....	Fast Recovery و Fast Retransmit	شبیه‌سازی
۱۲۰.....	Tahoe	ایجاد سناریوی
۱۲۰.....	Reno	ایجاد سناریوی
۱۲۱.....	شبیه‌سازی سناریوها	شبیه‌سازی
۱۲۱.....	دیدن نتایج	شبیه‌سازی
۱۲۳.....	آزمایش شماره‌ی نه: پروتکل‌های دروازه‌ی مرزی (BGP) و مسیریابی درون دامنه‌ای	آزمایش
۱۲۴.....	ایجاد پروژه جدید	آزمایش
۱۲۴.....	ایجاد و پیکربندی شبکه	آزمایش
۱۲۵.....	پیکربندی مسیریاب‌ها	آزمایش
۱۲۶.....	پیکربندی برنامه‌های کاربردی	آزمایش
۱۲۷.....	پیکربندی شبیه‌سازی	آزمایش
۱۲۷.....	انتخاب اعداد و ارقام	آزمایش
۱۲۸.....	رابط‌های مسیریاب و آدرس‌های IP	آزمایش
۱۳۰.....	BGP	ایجاد سناریوی
۱۳۱.....	BGP	پیکربندی اطلاعات همسایه
۱۳۳.....	BGP	ساخت سناریوی با قانون
۱۳۵.....	شبیه‌سازی	اجرای
۱۳۵.....	دیدن نتایج	آزمایش
۱۳۷.....	مقایسه بار در شبکه	آزمایش
۱۳۹.....	تمرین‌ها	آزمایش
۱۳۹.....	گزارش کار	آزمایش
۱۴۱.....	VPN و FIREWALLS	آزمایش شماره ده: امنیت شبکه و شبکه خصوصی مجازی با
۱۴۱.....	Firewall	آزمایش
۱۴۲.....	VPN	آزمایش
۱۴۲.....	ایجاد یک پروژه جدید	آزمایش
۱۴۳.....	ایجاد و پیکربندی شبکه	آزمایش
۱۴۳.....	پیکربندی گره‌های شبکه	آزمایش
۱۴۴.....	انتخاب آمار و ارقام	آزمایش
۱۴۵.....	سناریوی دیوار آتش	آزمایش
۱۴۶.....	Firewall_VPN	سناریوی
۱۴۷.....	VPN	پیکربندی
۱۴۸.....	شبیه‌سازی رمزنگاری	آزمایش
۱۴۹.....	شبیه‌سازی	اجرای
۱۴۹.....	دیدن نتایج	آزمایش

۱۵۲.....	تمرین‌ها
۱۵۲.....	گزارش کار
۱۵۳.....	آزمایش شماره‌ی یازده: برنامه کار بردی آنالیز عملکرد برنامه‌های شبکه
۱۵۳.....	باز کردن محیط ویژگی‌های برنامه
۱۵۴.....	متصور کردن برنامه
۱۵۶.....	آنالیز با AppDoctor
۱۵۹.....	انتخاب آمار و ارقام
۱۶۱.....	اندازه صفحه ایده آل TCP
۱۶۳.....	تأثیر پهنای باند شبکه
۱۶۴.....	استقرار یک برنامه
۱۶۶.....	اجرای شبیه‌سازی و دیدن نتایج
۱۶۸.....	تمرین‌ها
۱۶۸.....	گزارش کار
۱۶۹.....	آزمایش شماره‌ی دوازده: WIRELESS LOCAL AREA NETWORK
۱۶۹.....	شبکه‌های محلی بی‌سیم
۱۷۱.....	ایجاد پروژه جدید
۱۷۱.....	ایجاد و پیکربندی شبکه
۱۷۲.....	پیکربندی گره‌های بی‌سیم
۱۷۳.....	پارامترهای تولید ترافیک
۱۷۴.....	انتخاب آمار و ارقام
۱۷۵.....	پیکربندی شبیه‌سازی
۱۷۵.....	ایجاد سناریوی مشابه
۱۷۶.....	ایجاد سناریوی DCF_Frag
۱۷۶.....	سناریوی DCF_PCF
۱۷۸.....	سناریوی DCF_PCF_Frag
۱۷۸.....	اجرای شبیه‌سازی
۱۷۹.....	دیدن نتایج
۱۸۲.....	تمرین‌ها
۱۸۲.....	گزارش کار
۱۸۳.....	آزمایش شماره‌ی سیزده: MOBILE WIRELESS NETWORK
۱۸۳.....	شبکه بی‌سیم موبایل با ایستگاه‌های موبایل
۱۸۴.....	ایجاد پروژه جدید
۱۸۴.....	ایجاد و پیکربندی شبکه
۱۸۵.....	پیکربندی برنامه‌ها
۱۸۶.....	پیکربندی پروفایل‌ها
۱۸۷.....	پیکربندی برنامه‌ها در داخل کارگزار و مشتری
۱۸۸.....	پیکربندی Trajectory
۱۹۰.....	پیکربندی شبیه‌سازی
۱۹۰.....	انتخاب آمار و ارقام
۱۹۱.....	ایجاد سناریوی مشابه
۱۹۲.....	اجرای شبیه‌سازی
۱۹۳.....	دیدن نتایج
۱۹۵.....	تمرین‌ها
۱۹۶.....	گزارش کار





## پیش‌گفتار

این کتاب برای پرنمودن خلاء موجود در زمینه‌ی شبیه‌سازهای کامپیوتری در کشور تدوین گردیده است. بیشتر آزمایش‌های موجود، از روی دو کتاب شاخص در این زمینه<sup>۱</sup> برداشت شده و توسط نویسندگان تکمیل گردیده است. همه‌ی آزمایش‌ها به‌طور عملی توسط دانشجویان در آزمایشگاه انجام پذیرفته، ایرادهای موجود کشف و اصلاح و در کتاب پیش رو تقدیم دانشجویان و دانش‌پژوهان عزیز شده است. افزون بر آن، برای بالا بردن کیفیت کتاب، توضیح‌های کلی در مورد شبیه‌سازهای کامپیوتری که حاصل تجربه‌ی شخصی نویسندگان می‌باشد نیز به کتاب افزوده شده است. Opnet یکی از شبیه‌سازهایی است که امروزه در دو نسخه‌ی تجاری و دانشگاهی در دسترس می‌باشد. نتایج این دو نسخه در شبیه‌سازی ممکن است اختلاف جزئی با یکدیگر داشته باشند. ولی بیشتر مطالب کتاب در رابطه با هر دو نسخه سازگار می‌باشد. لزومی به انجام آزمایش‌ها به ترتیب موجود در کتاب وجود ندارد ولی اگر آزمایش‌ها به ترتیب موجود انجام گیرد در آموزش و درک مطالب، مفیدتر خواهد بود.

این کتاب مرجع مناسبی برای درس آزمایشگاه شبکه بوده و همچنین آموزش و درک عمیق مطالب درس شبکه‌های کامپیوتری، با انجام آزمایش‌های این کتاب محقق خواهد شد. لذا دانشجویان می‌توانند با انجام آزمایش‌های این کتاب و بررسی نتایج آن، بر یکی از مشکلات اساسی سیستم آموزش کشور که همانا بیان مطالب به‌صورت تئوری بدون انجام عملی مطالب می‌باشد، فایق آیند. در ویرایش این کتاب دقت فراوان صورت پذیرفته است که نقصی نداشته باشد. ولی مطمئناً بدون ایراد نمی‌باشد. از خوانندگان گرامی می‌خواهیم در صورت وجود هرگونه اشکال، آن را به نویسندگان منتقل نمایند تا در چاپ‌های آتی برطرف گردد.

### مقایسه شبیه‌سازهای مهم شبکه‌های کامپیوتری

برنامه‌های مختلفی برای شبیه‌سازی شبکه‌های کامپیوتری موجود است. هر یک از این شبیه‌سازها دارای ویژگی‌هایی می‌باشند که برای شبیه‌سازی بخش‌های خاصی از شبکه مناسب‌تر می‌باشند. شاید به جرات بتوان گفت کسی قادر نیست از بین این شبیه‌سازها مشخص نماید کدام یک از دیگری

---

<sup>1</sup> Development of laboratory exercises based on OPNET Modeler (by Tommy Svensson and Alex Popescu) and Network Simulation Experiments (by Emad Aboelela )

بهرتر است. در جدول زیر، شماری از این شبیه‌سازها از لحاظ چند پارامتر مهم که معمولاً برای شبیه‌سازان شبکه دارای اهمیت است با یکدیگر مقایسه شده‌اند. در ستون نخست، نام شبیه‌سازها، در ستون دوم تجاری بودن و یا نبودن آن، در ستون سوم از لحاظ قابلیت شبیه‌ساز برای شبیه‌سازی محیط با ابعاد بزرگ، در ستون چهارم زبان برنامه‌نویسی مورد نیاز برای کار با شبیه‌ساز، در ستون پنجم امکان/عدم امکان شبیه‌سازی محیط بی‌سیم، در ستون ششم وجود/عدم وجود رابط کاربری گرافیکی در شبیه‌ساز و در آخرین ستون، امکان اضافه نمودن پروتکل جدید به شبیه‌ساز نشان داده شده است. همانگونه که مشاهده می‌شود به‌جز مشکل بودن امکان اضافه نمودن پروتکل جدید به شبیه‌ساز Opnet، این شبیه‌ساز ابزار مناسبی برای شبیه‌سازی مفاهیم کلی شبکه می‌باشد.

شبیه‌ساز	تجاری؟	مقیاس پذیری	زبان برنامه نویسی	محیط پشتیبانی از کابل	کاربرگرافیکی؟ رابط	افزودن پروتکل جدید
AdventNet	-	+	C++	+	+	-
Avrora	-	+	Java	-	-	-
Atemu	-	-	XML/Assembly /nesC	+	+	-
CNet	+	-	C	+	-	-
EmStar	-	+	nesC / C++	+	-	-
GLAMOSIM/ Qualnet	+/-	+	C++/Parsec	+	+	+
JSN	+	-	Java	+	-/+	+
J-Sim	+	-	Java/Jacl	+	+	+
NS-2	+	+	C++ / oTcl	+	+	+
OMNeT++	+	+	C++/ NED	+	+	+
<b>OPNet</b>	+/-	+	C++	+	+	-

SENS	-	+	C++	+	+	-
Sense	-	-	CompC++	+	+	+
SensorSim	+	+	C++	+	+	-
Sidh	-	+	Java	+	+	+
Tossim	+	-	C++ / nesC / oTel	+	+	+

جدول ۱: مقایسه چند شبیه‌ساز مهم شبکه‌های کامپیوتری

### درباره‌ی OPNET Modeler

نرم‌افزارهای مختلفی برای شبیه‌سازی و بهینه‌سازی شبکه‌های مخابراتی-کامپیوتری موجود است که از آن جمله می‌توان به OPNET، NS2، Omnet، Matlab و... اشاره کرد که هر کدام دارای ویژگی‌های یکتای خود هستند. اما نرم‌افزار OPNET Modeler به دلیل برخورداری از ویژگی‌های یکتای خود از جایگاه ویژه‌ای برخوردار است. که از آن جمله می‌توان به موارد زیر اشاره کرد:

۱. دارای راهنمای کامل یادگیری نرم‌افزار و کتابخانه قوی از انواع شبکه‌ها و کاربردهای مختلف
۲. سطوح مختلف طراحی از کلی‌ترین بخش‌های شبکه به جزئی‌ترین بخش‌های آن
۳. همکاری و تعامل با بیشتر نرم‌افزارها همچون Matlab و زبان‌های برنامه‌نویسی سطح بالا، به‌طوریکه می‌توان با امکانات گنجانده شده در بخش ETS، آنها را به Modeler آن معرفی کرده و به کار برد.
۴. محیط گرافیکی روان و ساده و سطوح‌بندی شده
۵. کارکردهای ویژه در زمینه بهینه‌سازی شبکه‌های مختلف
۶. وجود واحدهای مختلف
۷. همکاری و تعامل با سازندگان تجهیزات شبکه و استفاده از ROM آنها در شبیه‌سازی همچون تجهیزات Cisco، Cisco، Microsoft، COM3 و...
۸. روش‌ها و الگوهای مختلف تجزیه و تحلیل و تولید آمارهای بسیار متنوع، نمودارها و مهندسی شبکه توسط خود نرم‌افزار
۹. وجود امکان ماژول‌نویسی، طراحی الگوی آنتن، طراحی و ایجاد تجهیزات سخت‌افزاری و برنامه‌نویسی سطح بالا و به‌کارگیری آن

۱۰. دارای نسخه رایگان دانشگاهی برای کارهای مطالعاتی

این نرم‌افزار دارای کاربرد رو به رشدی نسبت به موارد مشابه بوده و امروزه بیشتر مقالات معتبر با این نرم‌افزار شبیه‌سازی می‌شود. چرا که وجود امکانات فراوان در برنامه، آزادی عمل را برای اعمال تغییرات لازم در کار خود به کاربر می‌دهد.

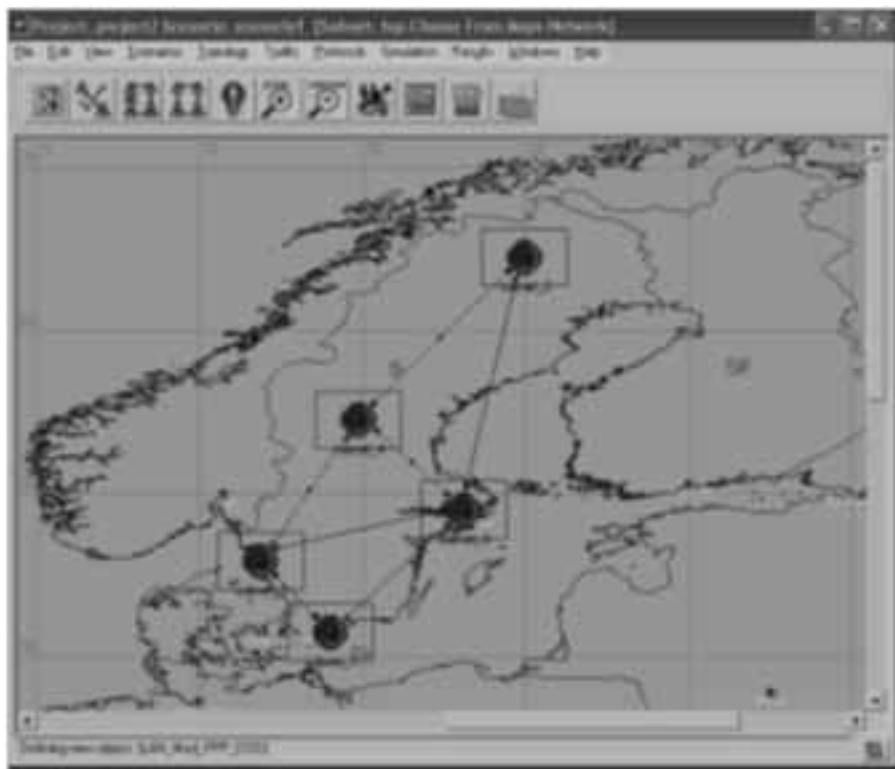
هم اکنون در بیشتر دانشگاه‌های ایران نسخه‌های تحقیقاتی این نرم‌افزار توسط دانشجویان مهندسی برق - مخابرات، نرم‌افزار، IT و ICT به‌کار گرفته می‌شود و خوشبختانه استقبال خوبی از آن شده است. اما با توجه به اینکه این نرم‌افزار در نسخه‌های تحقیقاتی (Educational) و تجاری (Commercial) عرضه می‌شود و از نسخه تجاری آن می‌توان برای کاربردهای مختلف صنعتی - نظامی استفاده کرد در ایران نسخه تجاری آن موجود نمی‌باشد و اشخاص حقیقی هم به دلیل قیمت بالای آن (دست‌کم یک میلیون دلار) توانایی خرید آن را ندارند و از نسخه تحقیقاتی که امکانات به مراتب کمتری دارد استفاده می‌کنند. که آن هم به دلیل تحریم‌های وضع شده از سوی ایالت متحده مستقیماً قابل دسترسی نیست.

### آشنایی با مدهای مختلف OPNET Modeler

این نرم‌افزار دارای مدل‌های مختلفی می‌باشد تا کاربر بتواند با توجه به نیاز خود از آن بهره برداری نماید که در زیر به مهم‌ترین آنها اشاره کوتاهی می‌شود.

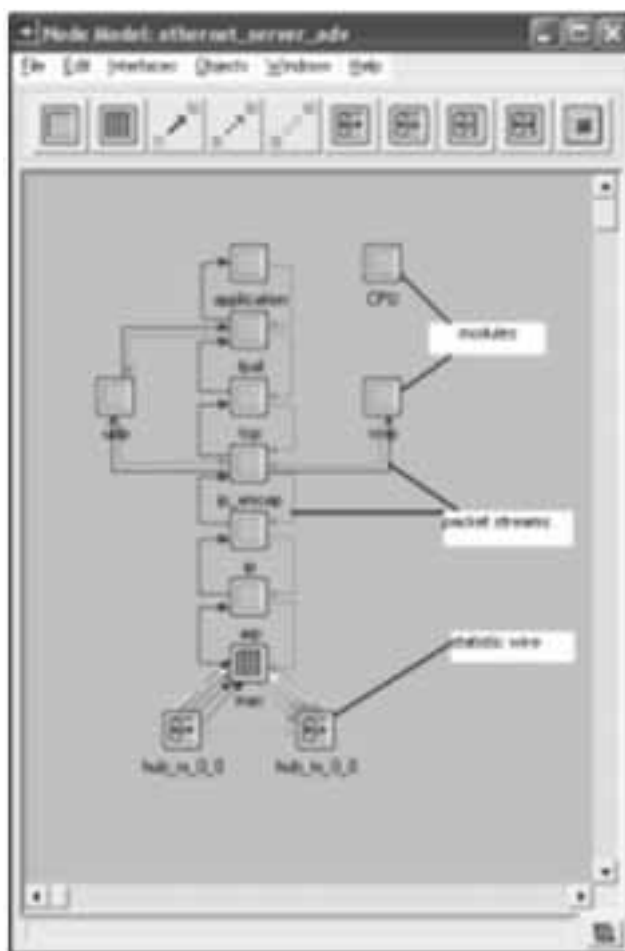
#### Project Model

بخش اصلی ساخت و شبیه‌سازی پروژه‌ها بخش Project Model است. از این مدل برای ساخت شبکه با استفاده از کتابخانه‌های استاندارد، جمع‌آوری آمارها و اجرای شبیه‌سازی و دیدن نتایج استفاده می‌شود. می‌توانید با استفاده از منوی File و انتخاب گزینه‌ی New پروژه‌ای جدید ایجاد نمایید و گره‌های مختلفی در پروژه‌ی خود درج و فرایند شبیه‌سازی پروژه را آغاز کنید. مدل شبکه سه نوع شیء مهم به نام‌های زیرشبکه‌ها، گره‌ها و لینک‌ها دارد.



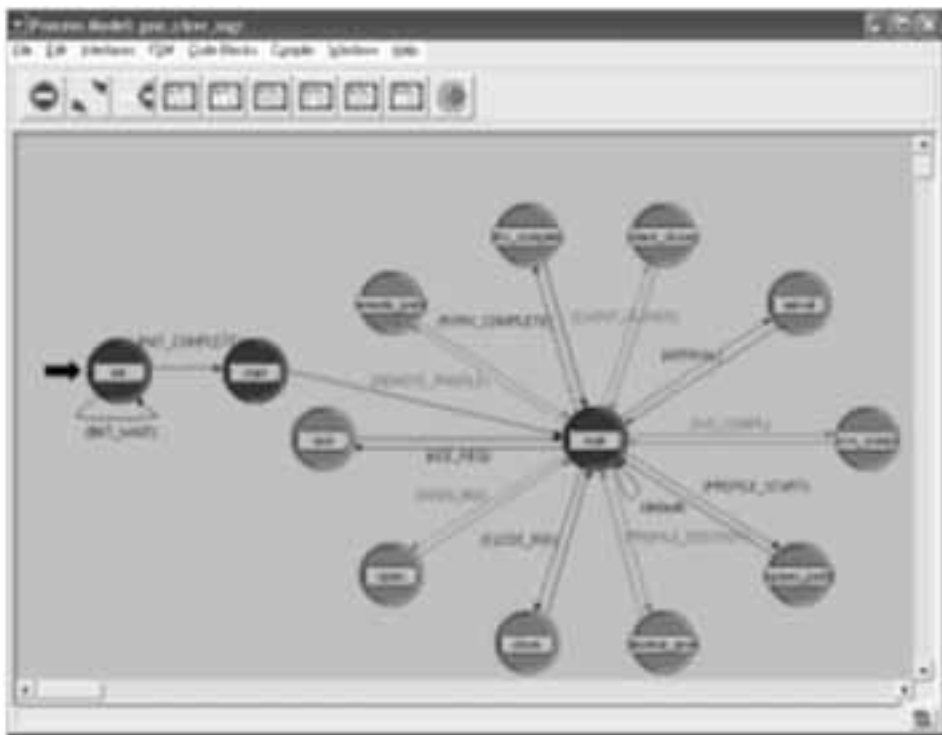
## Node Model

این مدل ویژه‌ی ساختار تجهیزات Modeler است. این تجهیزات مدل‌ها می‌توانند به گونه‌ای فراخوانی شوند که اشیای گره در حوزه شبکه (کامپیوترها، سوئیچ‌های بسته‌ای و پل‌ها) باشند. افزون بر این، برای داشتن یک ساختار، مدل گره تعریف‌های پیشرفته‌تری از واسطه‌های یک مدل گره را ارائه می‌دهد که مدل گره را برای کاربر قابل خواندن و ارزیابی می‌کند. گره‌های همسان با انواع مختلفی از اشیای مقایسه می‌شوند که این اشیای را در سطح گره، ماژول می‌گویند. ماژول‌ها رفتارها را کنترل می‌کنند. ماژول‌های مهم در ویرایشگر گره عبارتند از: پردازشگر، صف، گیرنده، فرستنده، مسیر بسته، سیم‌های آماری، ارتباط منطقی و ماژول سیستم خارجی.



### Process Model

این مدل، ویژه‌ی به‌کار بردن رفتار مدل‌پردازی است. مدل‌های پردازی، معرفی‌کننده‌ی پردازش‌ها در حوزه‌ی گره و در طول جریان پردازش، صف و ماژول‌های سیستم خارجی است و نیز عملیات اجرا شده در سطح سخت‌افزار و نرم‌افزار را ارائه می‌دهد. افزون بر آن رفتارهای پردازی، مدل‌پردازی و تعریف‌های پیشرفته‌تر از مدل‌های واسط را تعریف می‌کند. اشیای موجود در این ویرایشگر عبارتند از: ماشین وضعیت محدود (FSM) که خود شامل بخش‌هایی مانند وضعیت، انتقال و مدل اطلاعاتی سطح بلاک می‌باشد.



برای تغییر کدنویسی برنامه کافی است که بر روی هر یک از Stateها دوبار کلیک کرده و وارد قسمت برنامه‌نویسی آن شد یا از سربرگ‌های بالای این مدل، به کدهای لازم دسترسی پیدا کرد.

### Link Model

از Link Model برای ساخت اشیای ارتباطی جدید استفاده می‌شود. هر شیء ارتباطی جدید می‌تواند ویژگی‌های مختلف، رابطه‌ها و نمایش مختلفی داشته باشند.



### Path Model

از Path Model برای ساخت شیء مسیر جدید که در مسیریابی مورد استفاده قرار می‌گیرد استفاده می‌شود. هر مدل پروتکل که از ارتباط‌های منطقی یا مدارهای مجازی (همچون MPLS، ATM، Frame Relay و ...) استفاده می‌کنند می‌توانند از این مدل بهره بگیرند.





# آزمایش شماره صفر

## معرفی نرم افزار OPNET IT Guru

### نسخه دانشگاهی<sup>۱</sup>

این آزمایش مبانی نرم افزار OPNET IT Guru نسخه دانشگاهی را آموزش می دهد. این نرم افزار دانش جویان را قادر می سازد تا مفاهیم اصلی شبکه بندی و مجهز کردن آن، رفع موثر مشکلات و همچنین مدیریت تأسیسات شبکه ای در دنیای واقعی را بهتر بیاموزند.

نرم افزار OPNET IT Guru یک محیط مجازی شبکه را ایجاد می کند که رفتار کل شبکه شامل مسیریاب ها، سوئیچ ها، پروتکل ها، کارگزارها و برنامه های اختصاصی را می توان با آن مدل کرد. با کارکردن در این محیط مجازی، مدیران IT، طراحان شبکه و همچنین دست اندرکاران اجرایی این توانایی را خواهند داشت که مشکلات را به طور کارآمد تشخیص دهند، تغییرات را پیش از پیاده سازی آزمایش کنند و برای رشد و خرابی شبکه در آینده برنامه ریزی نمایند.

در این آزمایش، پایه و اساس نرم افزار OPNET IT Guru نسخه دانشگاهی و همچنین نحوه نصب و اجرای این نرم افزار را خواهید آموخت. همچنین با اجرای چند برنامه ی نمونه با برخی از ویژگی های نرم افزار آشنا خواهید شد.

آزمایش های این کتاب با نرم افزار OPNET IT Guru نسخه دانشگاهی 9.1.A پیاده سازی شده است. برای دانلود این نرم افزار می توانید به آدرس وب سایت زیر مراجعه کنید:

[www.opnet.com/university\\_program/itguru\\_academic\\_edition/](http://www.opnet.com/university_program/itguru_academic_edition/)

- 
- <sup>1</sup> - Academic
  - <sup>2</sup> - Routers
  - <sup>3</sup> - Switch
  - <sup>4</sup> - Protocol
  - <sup>5</sup> - Server

## فعالیت‌های پیش از آزمایش

فصل نخست کتاب "شبکه‌های کامپیوتری، رویکرد سیستمی" ویرایش چهارم، مطالعه شود.

به وبسایت [www.net-seal.net/animations.php](http://www.net-seal.net/animations.php) مراجعه کرده و انیمیشن زیر را اجرا کنید:

- No Network

## دستورالعمل

برای شروع نرم‌افزار OPNET IT Guru نسخه دانشگاهی:

۱. مسیر `Start ⇒ Programs ⇒ OPNET IT Guru Academic Edition x.x` را دنبال کنید. *x.x*.

نسخه نرم‌افزار را نشان می‌دهد برای مثال ۹.۱.

۲. قرارداد استفاده از نرم‌افزار را بخوانید و برای تأیید، بر روی گزینه‌ی زیر کلیک کنید:

I have read this SOFTWARE AGREEMENT and I understand and accept the terms and conditions described herein

اینک باید صفحه آغازین نرم‌افزار OPNET IT Guru نسخه دانشگاهی را همانند شکل زیر ببینید.



<sup>1</sup> - Computer Networks , Systems Approach

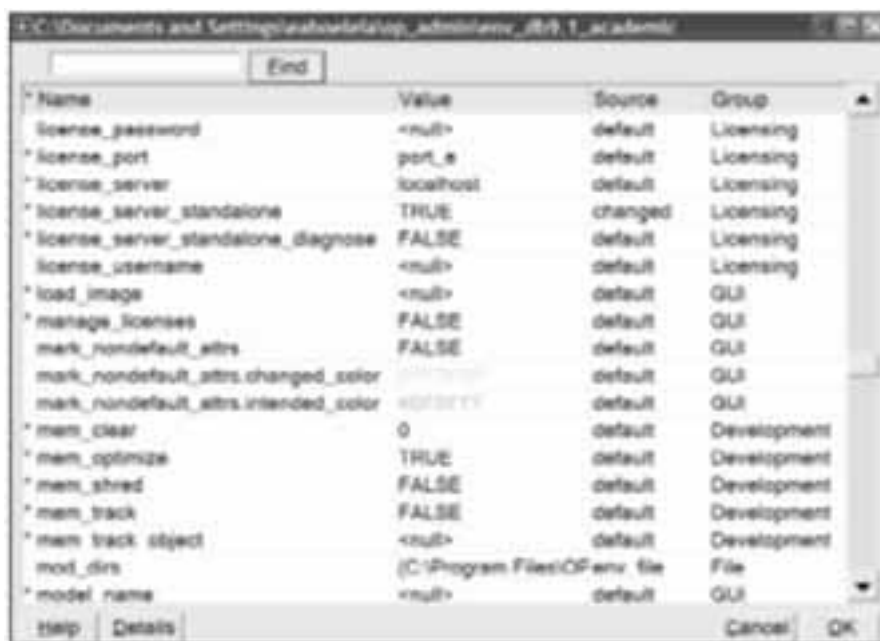
## بررسی مزایای OPNET

ویژگی‌ها و مزایای OPNET این امکان را می‌دهد که ویژگی‌های محیط را به منظور کنترل عملکرد برنامه، نمایش داده و ویرایش کنید. در این آزمایش سه مورد از این ویژگی‌ها را بررسی خواهید کرد.

۱. پس از شروع اجرای برنامه OPNET، از منوی Edit گزینه Preferences را انتخاب کنید.
۲. لیستی از ویژگی‌های محیطی به ترتیب حروف الفبا نمایش داده می‌شود. می‌توانید ویژگی‌ها را با وارد کردن هر بخشی از نام آنها در قسمت Find به صورت سریع‌تر مکان‌یابی کنید.
۳. مقدار ویژگی License\_server را بررسی کنید. این متغیر دارای نام میزبان کارگزار لایسنس<sup>۱</sup> است. در صورتی که IT Guru، لایسنس خود را از میزبان محلی دریافت می‌کند (برای مثال رایانه‌ای که برنامه روی آن نصب شده است)، مقدار خصوصیت License\_server باید (همانند شکل) Localhost باشد.
۴. مقدار ویژگی License\_server\_standalone را True قرار دهید. این ویژگی مشخص می‌کند که این برنامه به عنوان کارگزار لایسنس خود عمل می‌کند.
۵. دایرکتوری مدل، دایرکتوری است که فایل مدل‌های OPNET در آن قرار دارد. برنامه OPNET از مدل‌های موجود در دایرکتوری که در خصوصیت محیطی mod\_dirs لیست شده باشد، استفاده خواهد نمود. مقدار خصوصیت mod\_dirs را بررسی نمایید. نخستین دایرکتوری نمایش داده شده در لیست، جایی است که مدل‌های شما در آنجا ذخیره خواهد شد. در آینده ممکن است به دسترسی به این دایرکتوری برای انجام پشتیبان‌گیری، کپی و یا انتقال مدل‌های خود نیاز داشته باشید. IT Guru تعداد بی‌شماری فایل را به ازای هر پروژه که ایجاد می‌کنید می‌سازد.
۶. دکمه‌ی برای بستن صفحه، بر روی دکمه‌ی OK کلیک کنید.

---

<sup>1</sup> - License Server's host



### اجرای خودآموز معرفی برنامه

اکنون، خودآموز برنامه را اجرا خواهید کرد که پایه و اساس استفاده از OPNET IT Guru را آموزش می‌دهد.

۱. از منوی Help، گزینه‌ی Tutorial را انتخاب کنید.
۲. از لیست Basic Lessons به درس Introduction مراجعه کنید.

### اجرای خودآموز small internetworks

در این خودآموز خواهید آموخت که چگونه از ویژگی‌های OPNET IT Guru برای ایجاد و آنالیز مدل‌های شبکه استفاده کنید.

۱. از منوی Help، گزینه‌ی Tutorial را انتخاب کنید.
۲. خودآموز Small Internetworks را از لیست Basic Lessons انتخاب کنید.

### تمرین‌ها

در پروژه‌ای که برای خودآموز Small Internetworks ایجاد کردید، یک سناریو به صورت تکرار سناریوی first\_floor بسازید و آن را expansion2 بنامید. در سناریوی expansion2، شبکه را همچون سناریوی expansion گسترش دهید اما با این تفاوت که تعداد گره‌ها را به جای ۱۵، ۳۰ عدد در نظر بگیرید. شبیه‌سازی را اجرا کنید و نمودارهای تأخیر و ظرفیت این سناریو را با نمودارهای مشابه first\_floor و سناریوی expansion مقایسه کنید.

### گزارش کار آزمایش

گزارش کار این آزمایش (همچنین تمام آزمایش‌های این کتاب) باید شامل موارد زیر به ازای هر قسمت باشند:

- یک کاور به همراه نام، اطلاعات درس، شماره و عنوان آزمایش و همچنین تاریخ تحویل.
- خلاصه‌ای از موضوع و اهداف آزمایش.
- پیاده‌سازی: خلاصه‌ای از مراحل که برای پیاده‌سازی آزمایش در سناریو طی کرده‌اید.
- به دست آوردن نتایج پیاده‌سازی، آنالیز این داده‌ها و مقایسه نتایج به دست آمده با انتظارات خود پیش از آزمایش.
- پاسخ دادن به تمرین‌هایی که در انتهای آزمایش‌ها آورده شده است. اگر پاسخی نیاز به نمودار جدیدی داشت، آنالیز این نمودارها نیز باید به گزارش کار اضافه شود.
- نتیجه‌گیری که نمایانگر آموخته‌هایتان می‌باشد، سختی‌هایی که مشاهده کردید و هرگونه پیشنهادی برای بهبود آزمایش.

# آزمایش شماره یک

## اترنت؛ شبکه‌ی ارتباط مستقیم با رسانه‌های کنترل دسترسی<sup>۲</sup>

این آزمایش برای نمایش عملکرد شبکه اترنت طراحی شده است. شبیه‌سازی این آزمایش کمک خواهد کرد که عملکرد شبکه اترنت را تحت سناریوهای مختلف آزمایش کنید.

اترنت، یک نمونه‌ی کاری از نمونه کاملتر حس حامل<sup>۲</sup>، یعنی دسترسی چندگانه<sup>۴</sup> با قابلیت تشخیص برخورد<sup>۵</sup> (CSMA/CD) در تکنولوژی شبکه‌های محلی است. اترنت، یک شبکه با دسترسی چندگانه است، یعنی مجموعه‌ای از گره‌ها می‌توانند به ارسال و دریافت داده از طریق مسیر ارتباطی اشتراکی بپردازند. کلمه حس حامل در CSMA/CD بدین معناست که گره‌ها می‌توانند مسیر ارتباطی شلوغ<sup>۶</sup> و بیکار<sup>۷</sup> را تشخیص دهند. کلمه تشخیص برخورد نیز بدین معناست که هرگره هنگامی که بسته‌ای را ارسال می‌کند می‌تواند تشخیص دهد که چه زمانی بسته ارسال‌اش با بسته ارسال‌شده توسط گره دیگر برخورد کرده است.

در این آزمایش یک اترنت با ۳۰ عدد گره که به وسیله یک کابل کواکسیال به صورت توپولوژی BUS به هم متصل‌اند را تنظیم خواهید نمود. کابل کواکسیال در نرخ داده ۱۰ مگابیت بر ثانیه کار می‌کند. با این آزمایش، عملکرد شبکه تحت تأثیر اندازه‌ی بسته را خواهید آموخت.

---

<sup>1</sup> - Ethernet

<sup>2</sup> - A Direct Link Network With Media Access Control

<sup>3</sup> - Carrier Sense

<sup>4</sup> - Multiple-Access

<sup>5</sup> - Collision Detect

<sup>6</sup> - Busy

<sup>7</sup> - Idle

### فعالیت‌های پیش از آزمایش

بخش ۲.۶ را از کتاب "شبکه‌های کامپیوتری، رویکرد سیستمی" مطالعه نمایید.

به آدرس سایت [www.net-seal.net/animations.php](http://www.net-seal.net/animations.php) مراجعه و انیمیشن زیر را اجرا کنید:

- Hub

### دستورالعمل

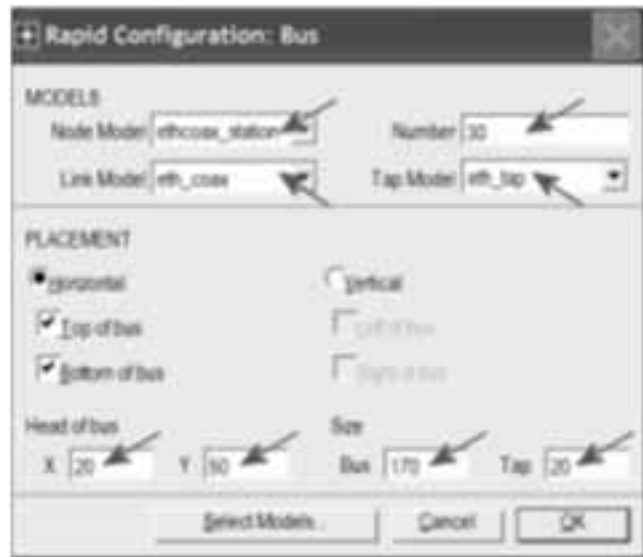
ایجاد یک پروژه جدید برای شبکه اترنت:

۱. برنامه OPNET IT Guru نسخه دانشگاهی را اجرا کرده و گزینه‌ی New را از منوی File انتخاب نمایید.
۲. Project را انتخاب نموده و روی OK کلیک کنید. سپس نام پروژه را <your initials>\_Ethernet و سناریو را Coax انتخاب و بر روی OK کلیک نمایید.
۳. در صفحه Startup Wizard: Initial Topology، مطمئن شوید که گزینه‌ی Create Empty Scenario انتخاب شده است. سپس بر روی Next کلیک کنید و از Office Network Scale List را انتخاب نمایید. باز هم دکمه‌ی Next را زده و در کادر X Span مقدار ۲۰۰ و در کادر Y Span مقدار ۱۰۰ را وارد نمایید. بر روی Next دو بار کلیک کرده و در پایان دکمه‌ی OK را فشار دهید.
۴. صفحه جعبه اشیاء (object Palette) را ببندید.

### ساخت شبکه جدید

برای ساخت شبکه اترنت با کواکسیال:

۱. برای ساخت پیکربندی شبکه، Topology و پس از آن Rapid Configuration را انتخاب نمایید. از منوی کشویی، Bus را انتخاب نموده و بر روی OK کلیک نمایید.
۲. در جعبه محاوره‌ای Rapid Configuration، Select Models را انتخاب نمایید. از منوی کشویی ModelList گزینه‌ی ethcoax را انتخاب و تأیید کنید.
۳. در جعبه محاوره‌ای Rapid Configuration، ۸ مقدار نمایش داده شده در شکل زیر را تنظیم و در پایان، دکمه‌ی OK را کلیک کنید.



برای شکل دادن به Bus کوکاسیال، بر روی ارتباط افقی کلیک راست نموده و گزینه‌ی Advance Edit Attribute را انتخاب نمایید:

۱. بر روی مقدار خصوصیت model کلیک نمایید. از منوی کشویی، گزینه‌ی Edit را زده و eth\_coax\_adv را انتخاب نمایید.
۲. مقدار عددی 0.05 را برای ویژگی delay (تأخیر انتشار بر حسب sec/m) تنظیم نمایید.
۳. برای ویژگی thickness مقدار عددی ۵ را قرار دهید.
۴. روی دکمه‌ی OK کلیک کنید.
۵. حال شبکه را ایجاد کرده‌اید. شبکه باید همانند شکل نمایش داده شده در زیر باشد.
۶. از نخیره کردن پروژه خود اطمینان حاصل فرمایید.