



دانشکده‌ی مهندسی کامپیوتر

آزمایشگاه شبکه‌های کامپیوتری

## آزمایش اول - آشنایی با شبکه‌های کامپیوتری

### ۱ مقدمه

یکی از مباحث مهم در دنیای کامپیوترها، روش‌های ارتباط میان ماشین‌های مختلف بوده که امروزه به دلیل وسعت مباحث موجود در این زمینه، گرایش مهمی به نام شبکه‌های کامپیوتری به وجود آمده است. هدف از این مجموعه جلسات، آشنایی دانشجویان با مفاهیم اولیه در شبکه‌های کامپیوتری است. در طی جلسه جاری ابتدا نگاهی کلی به پروتکل‌ها و قوانین استاندارد در شبکه‌های کامپیوتری خواهیم داشت، سپس به معرفی انواع روش‌های ارتباط فیزیکی ماشین‌ها پرداخته و نحوه اتصال سوکت‌ها را تمرین می‌کنیم.

### ۲ آشنایی با معماری لایه‌ای

وظیفه یک شبکه تنها در برقراری ارتباط دو یا چند ماشین به یکدیگر خلاصه نمی‌گردد. رسالت یک شبکه کامپیوتری زمانی به تکوین می‌رسد که برنامه‌های کاربردی بر روی سیستم‌های نهایی به اجرا در آمده و به سادگی بتوانند با یکدیگر به مبادله داده بپردازند.

به دلیل پیچیدگی بسیار زیاد و گستره‌ی مولفه‌هایی که پیکره یک شبکه کامپیوتری را تشکیل می‌دهند، معماری یک شبکه کامپیوتری به صورت لایه‌ای طراحی می‌گردد. اگر عادت دارید در چارچوب یک جهان‌بینی شی‌گرا به پیرامون خود بنگرید، هر لایه را یک شی فرض کنید که لایه بالاتر آن را به ارث می‌برد. ایده اصلی در جهان‌بینی شی‌گرا همانند معماری لایه‌ای است که یک قطعه سخت‌افزار یا نرم‌افزار سرویسی را ارائه کند در حالی که جزئیات کار را پنهان نگه دارد.

برای برقراری یک ارتباط مطمئن و قابل اعتماد بین دو پروسه کاربردی در شبکه، مسائل و مشکلات زیادی باید از میان برداشته شوند. این مسائل و مشکلات همگی از یک سنخ نیستند و منشأ و راه حل مشابه نیز ندارند و بخشی از آنها توسط سخت‌افزار و بخش دیگر با تکنیک‌های نرم‌افزاری قابل حل هستند.

طراحی لایه‌ای شبکه مبتنی بر اصول زیر است:

- هر لایه وظیفه مشخصی دارد و طراح شبکه باید آن‌ها را به دقت تشریح کند.
- هرگاه سرویس‌هایی که باید ارائه شوند از نظر ماهیتی متفاوت باشند، باید لایه به لایه و جداگانه طراحی شوند.
- وظیفه هر لایه باید با توجه به قراردادهای استانداردهای جهانی مشخص گردد.

- تعداد لایه‌ها نباید آنقدر زیاد باشد که تمایز لایه‌ها از دیدگاه سرویس‌های ارائه شده نامشخص باشد و نه آنقدر کم باشد، که وظیفه و خدمات یک لایه نامشخص باشد.

- در هر لایه جزئیات لایه‌های زیرین نادیده گرفته می‌گردد و لایه‌های بالایی باید در یک روال ساده و مازولار از خدمات لایه زیرین خود استفاده کنند.

- باید مرزهای هر لایه به گونه‌ای انتخاب گردد که جریان اطلاعات بین لایه‌ها، حداقل باشد.

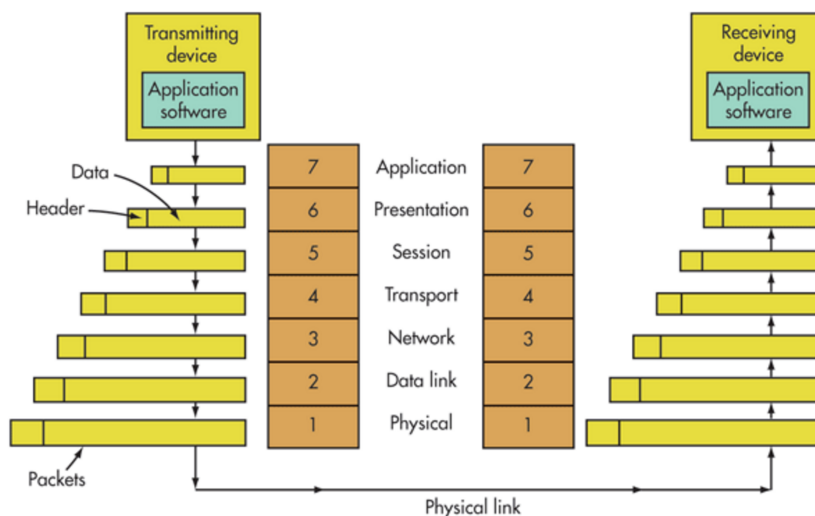
برای این که طراحی شبکه‌ها سلیقه‌ای و پیچیده نشود، پای سازمان‌ها و موسسات استاندارد سازی به میان این میدان باز می‌گردد تا به تشخیص صحیح نیازهای شبکه و تفکیک دقیق و صحیح لایه‌ها، امکان تعامل ماشین‌های مختلف در شبکه بر طبق یک الگو و استاندارد واحد فراهم آید.

## مدل‌های مرجع

حال که با شبکه‌های چندلایه به صورت تئوری آشنا شدید، وقت آن است نگاهی به چند نمونه از این شبکه‌ها بیندازیم. در قسمت بعدی دو تا از مهم‌ترین معماری‌های شبکه، مدل مرجع OSI و مدل مرجع TCP/IP، را بررسی خواهیم کرد.

### ۱.۲ مدل مرجع OSI

مدل OSI شامل ۷ لایه مختلف است که هرکدام از لایه‌های موجود در این مدل مرجع وظیفه خاصی را بر عهده دارند و کار خاصی بر عهده هرکدام از این لایه‌ها است. این لایه‌ها بین لایه بالاتر و پایین‌تر خود قرار گرفته و به آن‌ها سرویس می‌دهند. در واقع هر لایه به لایه پایین‌تر و بالاتر خود وابسته است. شکل فرضی لایه‌های OSI همانند شکل زیر است:



### لایه کاربرد

بالاترین لایه در مدل مرجع OSI لایه کاربرد یا Application است. اولین نکته‌ای که در خصوص لایه کاربرد باید بدانید این است که به هیچ عنوان این لایه با نرم‌افزارهای کاربردی ارتباطی ندارد و صرفاً یک تشابه‌قسمتی اسمی است. در عوض این لایه محیطی را ایجاد می‌کند که نرم‌افزارهای کاربردی بتوانند از طریق آن با شبکه ارتباط برقرار کنند. برای این که درک بهتری از لایه کاربرد داشته باشید فرض کنید که یک کاربر با استفاده از مرورگر قصد دارد از طریق پروتکل FTP یک فایل را در شبکه منتقل کند، در این مورد لایه کاربرد وظیفه برقراری ارتباط با پروتکل FTP برای انتقال فایل را بر عهده دارد. این پروتکل به صورت مستقیم برای کاربران قابل دسترس نیست، کاربر بایستی با استفاده از یک نرم‌افزار واسط مانند مرورگر

برای برقراری ارتباط با پروتکل مورد نظر استفاده کند. به طور خلاصه در تعریف کارایی این لایه می‌توان گفت که این لایه رابط بین کاربر و شبکه است و تنها از این مدل هفت لایه‌ای است که کاربر تا حدی می‌تواند با آن ارتباط برقرار کند.

### لایه نمایش

فعالیت این لایه تا حدی پیچیده است اما همه کارهایی که این لایه انجام می‌دهد را می‌توان در یک جمله خلاصه کرد. لایه نمایش اطلاعات را از لایه کاربرد دریافت کرده و در قالبی در می‌آورد که برای لایه‌های پایین‌تر قابل درک باشند. همچنین برعکس این عمل را نیز انجام می‌دهد. یعنی زمانی که اطلاعات از لایه Session به این لایه وارد می‌گردند، این اطلاعات را به گونه‌ای تبدیل می‌کند که لایه کاربرد بتواند آن‌ها را درک کرده و متوجه شود. دلیل اهمیت این لایه این است که نرم‌افزارها اطلاعات را به شیوه‌ها و اشکال مختلفی نسبت به یکدیگر بر روی شبکه ارسال می‌کنند. برای این که ارتباطات در سطح شبکه‌ها بتوانند برقرار شوند و به درستی داده‌ها رد و بدل گردند، شما بایستی اطلاعات را به گونه‌ای ساختاردهی کنید که برای همه انواع شبکه‌ها استاندارد و قابل فهم باشد. به طور خلاصه وظیفه اصلی این لایه قالب‌بندی اطلاعات یا formatting اطلاعات است. معمولاً فعالیت‌هایی نظیر رمزنگاری و فشرده‌سازی از وظایف اصلی این لایه محسوب می‌گردد.

### لایه نشست

وقتی داده‌ها به شکلی قابل درک برای ارسال توسط شبکه در آمدند، ماشین ارسال‌کننده بایستی یک session با ماشین مقصد ایجاد کند. منظور از session دقیقاً ارتباطی است که از طریق تلفن انجام می‌گردد. شما برای ارسال اطلاعات از طریق تلفن حتماً باید با شخص مورد نظر تماس برقرار کنید. اینجا زمانی است که لایه نشست وارد کار می‌گردد. این لایه وظیفه ایجاد، مدیریت و نگهداری و در نهایت خاتمه یک session را با کامپیوتر مقصد بر عهده دارد. نکته جالب در خصوص لایه نشست، ارتباط بیشتر با لایه کاربرد نسبت به لایه فیزیکی است. در اصل این نرم‌افزارهای کاربردی هستند که برای خود، session با نرم‌افزار مقصد ایجاد می‌کنند. اگر کاربری از تعدادی نرم‌افزار کاربردی استفاده می‌کند، هرکدام از این نرم‌افزارها به خودی خود می‌توانند یک session با نرم‌افزار مقصد خود برقرار کنند که هر کدام از این session ها برای خود یک سری منابع منحصر به فرد دارند.

### لایه انتقال

لایه انتقال وظیفه نگهداری و کنترل ریزش اطلاعات یا Control Flow را بر عهده دارد. اگر به خاطر داشته باشید سیستم عامل ویندوز به شما این اجازه را می‌دهد که همزمان از چندین نرم‌افزار استفاده کنید. همین کار در شبکه نیز ممکن است رخ بدهد. چندین نرم‌افزار بر روی سیستم عامل تصمیم می‌گیرند که به صورت همزمان بر روی شبکه اطلاعات خود را منتقل کنند. لایه انتقال، اطلاعات مربوط به هر نرم‌افزار در سیستم عامل را دریافت و آن‌ها را در قالب یک رشته تکی در می‌آورد. همچنین این لایه وظیفه کنترل خطا و همچنین تصحیح خطا در هنگام ارسال اطلاعات بر روی شبکه را نیز بر عهده دارد. به صورت خلاصه وظیفه لایه انتقال این است که از رسیدن درست اطلاعات از مبدا به مقصد اطمینان حاصل کند. انواع پروتکل‌های اتصال‌گرا و غیر اتصال‌گرا در این لایه فعالیت می‌کنند.

### لایه شبکه

وظیفه لایه شبکه این است که چگونگی رسیدن داده‌ها به مقصد را تعیین کند. این لایه وظایفی از قبیل آدرس‌دهی، مسیریابی و پروتکل‌های منطقی را عهده‌دار است. لایه شبکه مسیرهای منطقی بین مبدا و مقصد ایجاد می‌کند که به اصطلاح مدارهای مجازی نام‌گذاری می‌گردند. این مدارها باعث می‌گردند که هر بسته اطلاعاتی بتواند راهی برای رسیدن به مقصدش پیدا کند. لایه شبکه همچنین وظیفه مدیریت خطا در لایه خود، ترتیب‌دهی بسته‌های اطلاعاتی و کنترل ازدحام را نیز بر عهده دارد. ترتیب بسته‌های اطلاعاتی بسیار مهم است زیرا هر پروتکلی برای خود حداکثر اندازه بسته اطلاعاتی تعریف کرده است. برخی

اوقات پیش می‌آید که بسته‌های اطلاعاتی از این حجم تعریف شده بیشتر می‌گردند و به ناچار اینگونه بسته‌ها، به بسته‌های کوچکتری تقسیم می‌گردند و برای هر کدام از این بسته‌های اطلاعاتی یک نوبت یا Sequence اختصاص داده می‌گردد تا معلوم شود هر بسته، اول یا دوم یا ... است. به این عدد به اصطلاح Sequence Number هم می‌گویند. وقتی بسته‌های اطلاعاتی در مقصد دریافت شدند، در لایه شبکه این Sequence Number ها چک می‌گردند و به وسیله همین Number Sequence ها اطلاعات به حالت اولیه باز می‌گردند و تبدیل به اطلاعات اولیه می‌گردند. در صورتیکه یکی از این بسته‌ها به درستی دریافت نشود در همان لایه شبکه از طریق چک کردن این عدد مشخص می‌گردد که کدام بسته اطلاعاتی دریافت نشده است و طبیعتاً مجدداً درخواست داده می‌گردد.

### لایه انتقال داده

لایه انتقال به خودی خود به دو زیرلایه به نام‌های MAC که مخفف Media Access Control و LLC که مخفف Logic Link Control است تقسیم می‌گردد. زیرلایه MAC همانطوری که از نامش پیداست شناسه سخت‌افزاری کامپیوتر که در واقع همان آدرس MAC کارت شبکه است را به شبکه معرفی می‌کند. آدری MAC آدرس سخت‌افزاری است که در هنگام ساخت کارت شبکه از طرف شرکت سازنده بر روی کارت شبکه قرار داده می‌گردد و در حقیقت hard code می‌گردد. این در حقیقت مهم‌ترین فاکتور آدرس‌دهی است که کامپیوتری از طریق آن بسته‌های اطلاعاتی را دریافت و ارسال می‌کند. زیر لایه LLC وظیفه کنترل Frame Synchronization یا یکپارچه‌سازی فریم‌ها و همچنین خطایابی در لایه دوم را بر عهده دارد.

### لایه فیزیکی

لایه فیزیکی در مدل مرجع OSI در حقیقت به ویژگی‌های سخت‌افزاری کارت شبکه اشاره می‌کند. لایه فیزیکی به مواردی از قبیل زمان‌بندی و ولتاژ برقی که قرار است در رسانه منتقل گردد اشاره می‌کند. این لایه در واقع تعیین می‌کند که ما به چه شکل قرار است اطلاعات خود را و از طریق چه رسانه‌ای انتقال دهیم. برای مثال رسانه ما کابل فلزی است یا تجهیزات بی‌سیم؟ برای راحت کردن درک این لایه بهتر است بگوییم لایه فیزیکی تعیین می‌کند که اطلاعات چگونه در سطح رسانه دریافت و ارسال شوند. عملیات Coding که به معنای تعیین کردن صفر و یک در رسانه است نیز در این لایه انجام می‌گردد.

## ۳ ارتباط فیزیکی ماشین‌ها

### ۱.۳ مقدمه

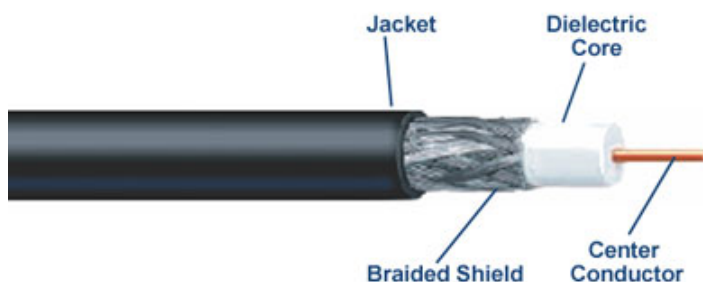
در شبکه‌های کامپیوتری برای انتقال اطلاعات در طول شبکه و از یک ماشین به ماشین دیگر نیاز به بستری داریم که با استفاده از آن بتوانیم داده‌های اطلاعات را بیت به بیت ارسال یا دریافت نماییم. این بستر بر حسب تکنولوژی‌های مورد استفاده می‌تواند متفاوت باشد که به طور کلی به دو دسته باسیم و بدون سیم تقسیم‌بندی می‌گردند. هدف از این بخش آشنایی با انواع بسترهای ارتباطی باسیم در شبکه بوده و در انتها سعی می‌کنیم با استفاده از سوکت‌های RJ۴۵ یک کابل آماده استفاده در شبکه ایجاد کنیم.

### ۲.۳ انواع کابل‌های ارتباطی

به طور کلی ۳ نوع کابل برای انتقال اطلاعات مورد استفاده قرار می‌گیرند:

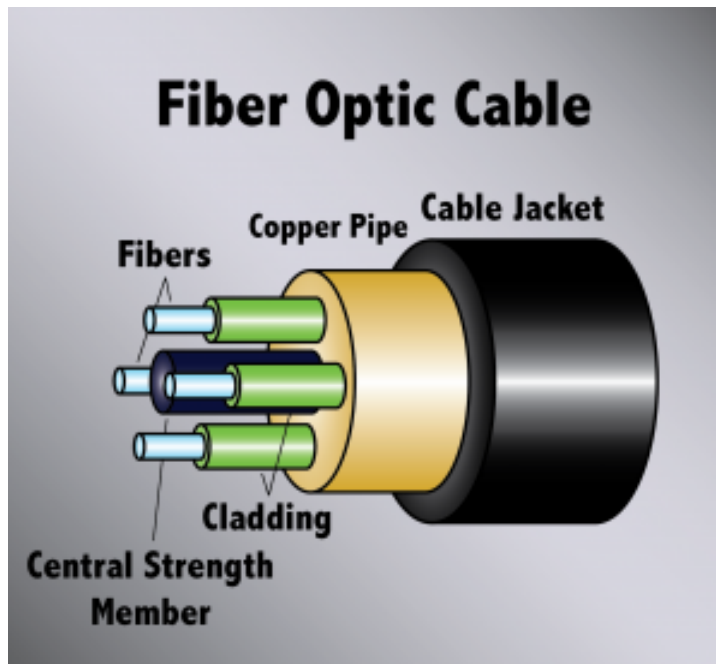
## ۱. کابل‌های coaxial

ساده‌ترین نوع کابل که برای انتقال سیگنال استفاده می‌گردد، کابل coaxial است. این کابل شامل یک سیم مسی حامل سیگنال است که حول آن یک عایق قرار دارد. برای جلوگیری از تاثیر نویزهای محیط بر روی سیگنال درون این کابل یک شبکه سیم‌های مسی دور آن پیچیده شده‌اند که همگی به زمین متصل هستند و در نهایت این مجموعه درون یک عایق قرار می‌گیرد و کابل coaxial را می‌سازد. این سیم برای انتقال سیگنال‌های تلویزیونی نیز مورد استفاده قرار می‌گیرد.



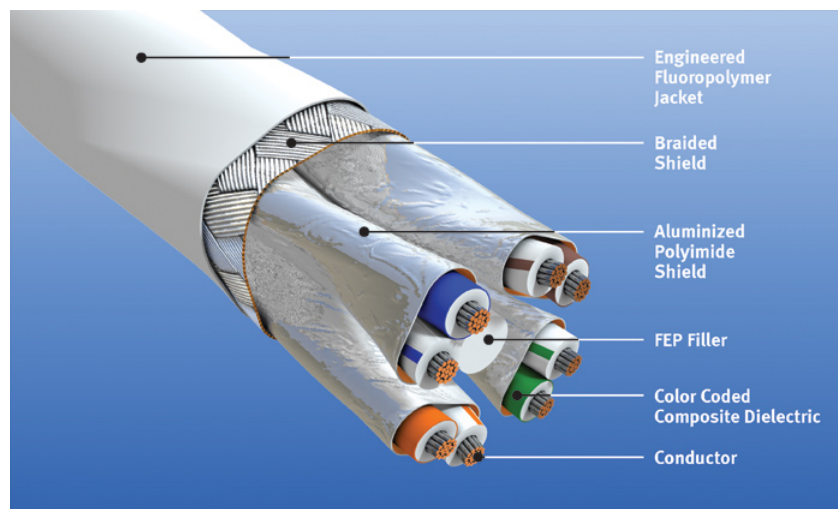
## ۲. فیبرنوری

فیبرنوری رشته‌ای باریک و بلندی از یک ماده شفاف مثل شیشه و پلاستیک است که می‌تواند نوری را که از یک سرش به آن وارد شده از سر دیگر خارج کند. فیبر نوری دارای پهنای باند بسیار بالاتر از کابل‌های معمولی است. با فیبر نوری می‌توان داده‌های تصویر - صوت و داده‌های دیگر را به راحتی با پهنای باند بالا تا ۱۰ گیگابیت بر ثانیه و بالاتر انتقال داد.



۳. کابل‌های twisted pair

نوع بعدی کابل، زوج سیم‌های به هم پیچیده است که شامل دو سیم به هم پیچیده است. به هم پیچیدن یک جفت سیم باعث می‌گردد تأثیرات نویز مغناطیسی اطراف به میزان قابل توجهی کاهش پیدا کند. این کابل در دو حالت محافظت شده و بدون محافظ استفاده می‌گردد. این کابل‌ها در حوزه شبکه به صورت cat3 و cat4 و cat5 و cat6 استفاده می‌گردند که همگی از چندین کابل به هم پیچیده کوچکتر تشکیل شده‌اند. کابلی که هم اکنون بسیار محبوبیت دارد cat5 است که آن را با عنوان کابل شبکه اترنت می‌شناسیم.



دسته بندی	نوع کابل	حداکثر سرعت انتقال	حداکثر پهنای باند
Cat 3	UTP	10 مگابیت در ثانیه	16 مگاهرتز
Cat 5	UTP	10/100 مگابیت در ثانیه	100 مگاهرتز
Cat 5e	UTP	1000 مگابیت در ثانیه	100 مگاهرتز
Cat 6	UTP یا STP	1000 مگابیت در ثانیه	250 مگاهرتز
Cat 6a	STP	10000 مگابیت در ثانیه	500 مگاهرتز
Cat 7	SSTP	10000 مگابیت در ثانیه	600 مگاهرتز

### ۳.۳ نحوه انتقال داده

در این کابل شبکه ۲ روش انتقال داده وجود دارد.

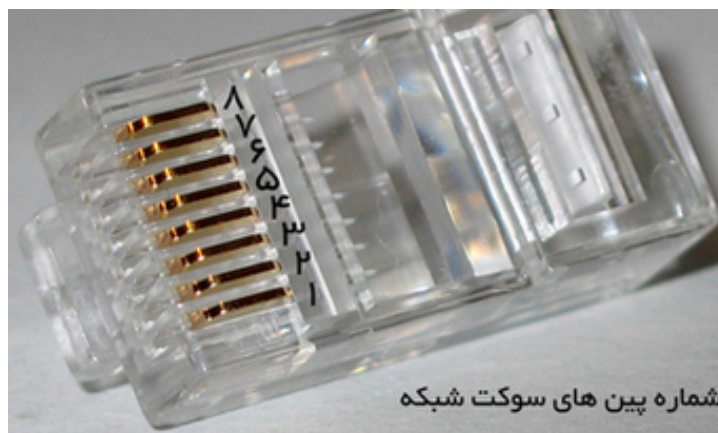
- روش ۴ سیم: در این روش ۲ سیم برای ارسال داده و ۲ سیم برای دریافت داده مورد استفاده قرار می‌گیرند. سیم‌های مربوط به ارسال داده را با Tx و سیم‌های مربوط به دریافت داده را با Rx نمایش می‌دهند. در کابل‌های Cat5e با استفاده از این روش می‌توانیم تا ۱۰۰ مگابیت بر ثانیه داده انتقال دهیم.

- روش ۸ سیم: همانطور که قابل حدس است در این روش از ۸ سیم برای ارسال و دریافت داده استفاده می‌گردد. ۴ سیم برای ارسال داده و ۴ سیم برای دریافت داده.

نکته‌ی قابل توجه در ارسال داده‌ها این است که اگر در طرفی یک سیم برای ارسال داده استفاده می‌گردد، در سمت دیگر باید سیم مربوطه به عنوان گیرنده مورد استفاده قرار گیرد و برعکس. این نوع کابل‌ها که یک سر فرستنده را به سر دیگر گیرنده متصل می‌کنند، کابل کراس (Cross) می‌گویند. وجود این محدودیت در ارسال و دریافت اطلاعات باعث شد که استانداردهایی برای اتصال کابل‌های شبکه به وجود آید که در ادامه به آن‌ها خواهیم پرداخت.

### ۴.۳ سوکت یا کانکتور RJ45

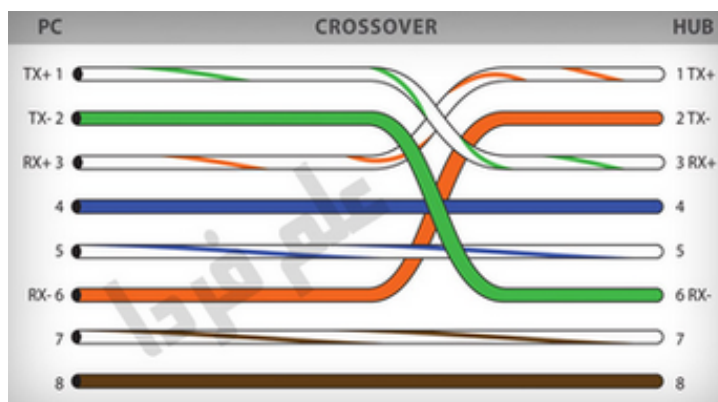
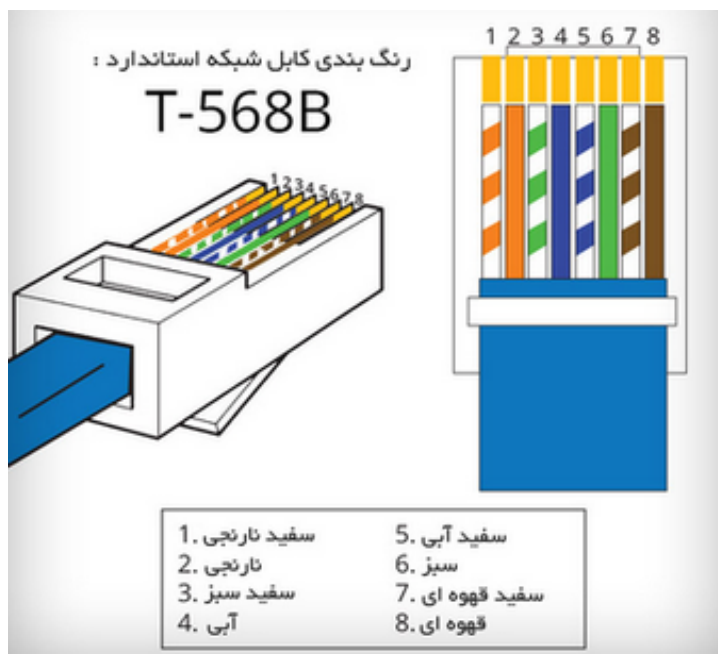
کانکتور RJ45 برای اتصال کابل شبکه به تجهیزات شبکه در نظر گرفته شده است. این سوکت در واقع ۸ پین یا تیغه داشته که محل اتصال هر سیم نازک با ماشین‌های نهایی هستند. اگر سوکت را به گونه‌ای نگه دارید که پایه‌های فلزی آن دیده شود، سمت چپ‌ترین پین شماره ۱ بوده و به ترتیب تا راست‌ترین پین که شماره ۸ است شماره‌گذاری می‌گردند. این شماره‌ها از آن جهت دارای اهمیت بوده که اتصال کابل‌ها در استانداردهای مختلف بر اساس رنگ هر سیم و شماره پین کانکتور مشخص می‌گردد.



شماره پین های سوکت شبکه

### ۵.۳ استاندارد T-568B

همانطور که بیان شد در اتصال کابل‌های شبکه به صورت Cross باید در هر طرف سیم متصل به پین Rx، به Tx سمت دیگر متصل باشد. برای ایجاد سادگی و یکپارچه شدن اتصال کابل‌ها و سوکت از استانداردهای مختلفی استفاده می‌گردد که پر استفاده‌ترین این استانداردها T-568B است. همانطور که در شکل زیر می‌بینید رنگ هر سیم و شماره پین مربوط به آن نمایش داده شده است:



### ۶.۳ شرح آزمایش

۱. با استفاده از تجهیزاتی که در اختیارتان قرار گرفته است دو سر یک کابل Twisted Pair را سوکت بزنید. توجه کنید که سیم‌های اتصال نباید خیلی کوتاه و یا خیلی بلند باشند تا از سوکت بیرون بزنند.

۲. با استفاده از تست‌کننده کابل شبکه از اتصال همه پین‌ها اطمینان حاصل نمایید.



۱. سرعت انتقال داده، احتمال ایجاد خطا و میزان کاهش انرژی سیگنال را در هریک از کابل‌های Coaxial و Twisted Pair و فیبر نوری مقایسه کنید. در چه شرایطی استفاده از کابل‌ها توجیه‌پذیر و مقرون به صرفه است؟

۲. در این گزارش به توضیح استاندارد OSI پرداخته شد. اما استاندارد مهم دیگری که وجود دارد به نام TCP/IP است. معماری این استاندارد را توضیح داده، وظایف هر لایه را بررسی کرده و با معماری OSI مقایسه کنید.

۳. در حال حاضر بسیاری از کابل‌های استفاده شده در شبکه‌های کامپیوتری به صورت straight هستند و از استاندارد cross پیروی نمی‌کنند. چرا در دنیای امروزی این نوع کابل‌ها بدون مشکل مورد استفاده قرار می‌گیرند بدون آن که مشکلی برای دریافت‌کننده و فرستنده اطلاعات ایجاد گردد؟

موفق باشید