

### محیط‌های انتقال و اجزای آن

**هدف‌های رفتاری:** هنرجو پس از پایان این فصل می‌تواند:

- انواع محیط‌های انتقال را شناسایی کند.
- انواع کابل‌های مورد استفاده در شبکه را نام ببرد.
- اتصالات مورد نیاز برای کابل‌کشی شبکه را نام ببرد.
- کابل‌کشی یک شبکه را انجام دهد.
- کارت شبکه و وظایف آن را تعریف کند.
- کابل رابط بین شبکه و سویچ را ایجاد کند.

#### ۱-۴- محیط‌های انتقال

برای آن که ایستگاه‌های مختلف در یک شبکه بتوانند با یکدیگر ارتباط برقرار کنند نیاز به یک «محیط انتقال» مانند یک قطعه سیم دارند.

**تعریف:** به هر رسانه‌ای که بتواند اطلاعات را به گردش درآورده و هدایت کند اصطلاحاً محیط انتقال می‌گوییم.

با ذکر چند مثال محیط انتقال را توضیح می‌دهیم.

**مثال ۱:** وقتی صحبت می‌کنیم، امواج صوتی از طریق هوا بین گوینده و شنونده انتقال می‌یابد.

در این مثال «هوا» به عنوان محیط انتقال محسوب می‌شود.

**مثال ۲:** یک فرستنده تلویزیونی، امواج الکترومغناطیسی را از طریق آنتن در فضای اطراف

خود پخش می‌کند و این امواج با سرعتی تقریباً معادل با سرعت نور به اطراف انتقال پیدا می‌کنند لذا

«فضای مادی» به عنوان محیط انتقال محسوب می‌شود.

**مثال ۳:** اطلاعاتی را با روشن و خاموش کردن یک منبع تولید نور از طریق یک رشته کابل نوری که از ترکیبات فشرده مخصوص ساخته شده است و نور را هدایت می‌کند ارسال می‌کنیم. کابل نوری در این جا به عنوان محیط انتقال محسوب می‌شود.

**مثال ۴:** وقتی به وسیله گوشی آیفون با فردی که کنار در ورودی ایستاده صحبت می‌کنید صدای شما تبدیل به انرژی الکتریکی شده و به وسیله الکترون‌ها از طریق سیم مسی جریان می‌یابد در این صورت «سیم مسی» به عنوان محیط انتقال محسوب می‌شود.

برای جابجا شدن داده‌ها در شبکه، به بستری نیاز می‌باشد که به آن محیط انتقال می‌گویند. محیط انتقال به دو دسته کلی سیمی و بی سیم تقسیم می‌شود.

### ● محیط انتقال بی سیم (Wireless)

در انتقال بی سیم از فضای مادی به عنوان محیط انتقال استفاده می‌شود که برای انتقال از سه روش استفاده می‌شود:

— اشعه مادون قرمز<sup>۱</sup> (Infra red): در این فناوری از امواج مادون قرمز برای انتقال اطلاعات استفاده می‌شود در شبکه کامپیوتری مادون قرمز حداکثر فاصله رایانه‌ها یا وسایل جانبی ۵ متر می‌باشد. هر دو دستگاه فرستنده و گیرنده مجهز به این فناوری باید در دید مستقیم یکدیگر باشند (مانند کنترل تلویزیون) سه فن‌آوری مادون قرمز در شبکه‌های محلی وجود دارد.

● **IrDA<sup>۲</sup>—SIR**: مادون قرمز با سرعت کم (Slow speed Infrared) که سرعت انتقالی معادل ۱۱۵ کیلوبیت بر ثانیه دارد.

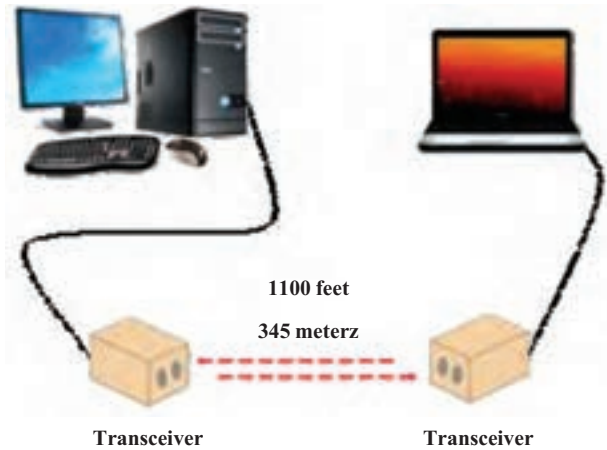
● **IrDA—MIR**: مادون قرمز با سرعت متوسط (Medium speed Infrared) که سرعت انتقالی معادل ۱/۱۵ مگابیت بر ثانیه دارد.

● **IrDA—FIR**: مادون قرمز با سرعت بالا (Fast speed Infrared) که سرعت انتقالی معادل ۴ مگابیت بر ثانیه دارد

— نور لیزر (Laser): شبیه مادون قرمز بوده ولی برای فاصله بیشتر استفاده می‌شود. شکل صفحه بعد نمونه‌ای شماتیک از ارتباط دو رایانه با استفاده نور لیزر را نشان می‌دهد.

۱- نور نامرئی با فرکانس بالا

۲- Infrared Data Association



شکل ۱-۴ - ایجاد شبکه بین دو رایانه با استفاده از نور لیزر

— امواج رادیویی (Radio waves): در فرکانس‌های مختلف که بیشترین کاربرد را در بین شبکه‌های بی سیم دارد یکی از مزایای استفاده از امواج رادیویی برای انتقال داده، توانایی عبور امواج رادیویی از موانع فیزیکی می‌باشد (البته مقداری از پهنای باند کاهش می‌یابد).

### ● محیط انتقال سیمی (کابلی) Wired

محیط انتقال سیمی خود به دو دسته تقسیم می‌شود:

الف) کابل مسی: که از یک یا چند رشته سیم مسی<sup>۱</sup> برای انتقال سیگنال‌های الکتریکی استفاده می‌شود.

ب) کابل فیبر نوری<sup>۲</sup>: که از چند رشته تار نازک از جنس ترکیبات مخصوص مانند پلاستیک فشرده یا سیلیس که ضریب شکستی نزدیک به ضریب شکست شیشه دارند، استفاده می‌شود.

در محیط انتقال سیمی (کابلی) Wired سه نوع کابل متداول وجود دارد:

الف) کابل هم محور Coaxial مانند کابل آنتن تلویزیون رنگی

ب) کابل «زوج به هم تابیده» (Twisted Pair) مانند سیم تلفن

ج) کابل «فیبر نوری»

الف) کابل هم محور Coaxial: در واقع ترکیبی از Co و Axial به معنی هم محور می‌باشد

۱- ممکن است از آلیاژهای ترکیبی مس و آلومینیوم نیز استفاده شود.

و از چهار بخش تشکیل شده است.

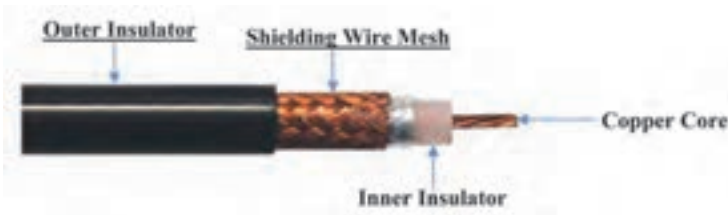
— مغز مسی (*Copper Core*) که وظیفه آن هدایت سیگنال الکتریکی می باشد که می تواند تک رشته ای یا چند رشته ای باشد.

— عایق داخلی (*Inner Insulator*): عایق بین مغز مسی و محافظ سیمی (توری) است.

— محافظ توری (بافته شده) سیمی (*Shielding Wire Mesh*): از سیگنال های انتقالی

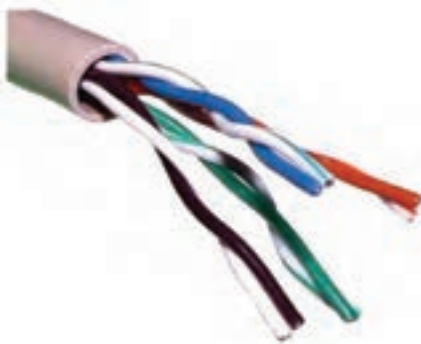
در مقابل نویز حفاظت می کند.

— عایق بیرونی (*Outer Insulator*)



شکل ۲-۴ — کابل شبکه هم محور یا Coaxial

**نکته:** از کابل کواکسیال در هم بندی خطی استفاده می شود.



شکل ۳-۴ — کابل زوج به هم تابیده TP

ب) کابل «زوج به هم تابیده» (TP): در ساده ترین شکل کابل TP از یک زوج سیم مسی شبیه سیم تلفن تشکیل شده اند، اما کابل هایی که در شبکه رایانه ها مورد استفاده قرار می گیرند شامل چهار زوج سیم می باشند. علت تابیده بودن سیم ها به هم آن است که اولاً میدان مغناطیسی در اطراف خود بر اثر القاء به وجود نیاروند و ثانیاً اثرات نویز القاء شده روی خود را تا اندازه ای خنثی نمایند.

هر زوج برای یک کانال ارتباطی مخابراتی مورد استفاده قرار می گیرد. کابل TP در هم بندی ستاره ای و حلقوی مورد استفاده قرار می گیرد.

## ● مزایا و معایب کابل TP

- ۱- کابل TP توانایی انتقال بالاتری نسبت به Coaxial دارد.
  - ۲- نویز اثر بیشتری روی TP دارد.
  - ۳- مشکل همسنوایی<sup>۱</sup> (Cross Talk) در TP وجود دارد.
  - ۴- کابل TP نسبت به Coaxial ارزان تر می باشد.
  - ۵- کابل TP نسبت به Coaxial مقاومت کمتری در مقابل میرایی سیگنال ها دارد.
- کابل های TP در دو نوع محافظ دار (Shielded) و بدون محافظ (Unshielded) ساخته می شوند که به نام های STP<sup>۲</sup> و UTP<sup>۳</sup> در بازار موجود می باشند.



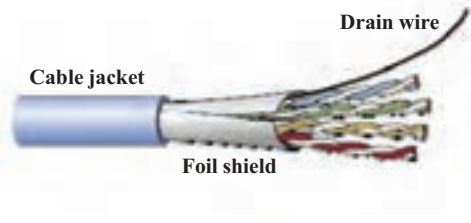
کابل زوج به هم تابیده UTP یا بدون محافظ



کابل زوج به هم تابیده STP یا محافظ دار

شکل ۴-۴- کابل زوج به هم تابیده STP و UTP

**نکته:** اگر محافظ کابل TP از جنس فویل آلومینیومی باشد به آن FTP<sup>۴</sup> می گویند.



شکل ۴-۵- کابل FTP

۱- علی رغم اینکه به هم تابیدن سیم ها باعث می شود تا از ایجاد میدان در اطراف سیم ها جلوگیری شود. ولی میدان ضعیفی به وجود

می آید و باعث پدیده همسنوایی بر زوج سیم مجاور می شود

۲- Shielded Twisted Pair

۳- Unshielded Twisted Pair

۴- Foil shield Twisted Pair

**نکته:** اگر هر زوج سیم به طور جداگانه محافظ (فویل آلومینیوم یا سیم بافته شده) داشته و مجموعه آنها نیز محافظ داشته باشند، به آن نوع کابل SSTP می‌گویند که به دو صورت SFTP، FTP وجود دارند.



شکل ۴-۶- کابل SFTP

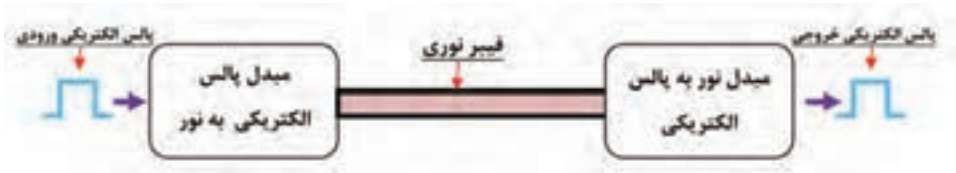
جدول ۴-۱- رده‌های مختلف کابل زوج سیم به هم تابیده

نام گروه	سرعت	فرکانس کار
Cat ۱	حداکثر ۱ Mbps	
Cat ۲	حداکثر ۴ Mbps	
Cat ۳	حداکثر ۱۰ Mbps	۱۶ MHz
Cat ۴	حداکثر ۲۰ Mbps	۲۰ MHz
Cat ۵	حداکثر ۱۰۰ Mbps	۱۰۰ MHz
Cat ۵e <sup>۳</sup>	حداکثر ۱۰۰۰ Mbps	۱۰۰ MHz
Cat ۶	حداکثر ۱ Gbps	۲۰۰-۲۵۰ MHz
Cat ۶a <sup>۴</sup>	حداکثر ۱ Gbps	۵۰۰ MHz
Cat ۷ <sup>۵</sup>	حداکثر ۱۰ Gbps	۶۰۰ MHz

کابل TP صرف نظر از UTP یا STP بودن براساس حداکثر سرعت و نوع کاربردی که در شبکه‌های رایانه‌ای دارند، به چند دسته یا Category تقسیم می‌شوند که به صورت **Cat + عدد** مانند (Cat 5) نمایش داده می‌شوند.

- ۱- به طور عمده در سیستم کابل کشی آی بی ام برای شبکه‌های Token Ring استفاده می‌شود.
- ۲- فقط در شبکه Token Ring با حداکثر تا ۱۶ مگابیت بر ثانیه مورد استفاده قرار گرفت.
- ۳- با چهار رشته سیم (دو زوج) حداکثر سرعت ۱۰۰ Mbps و با ۸ رشته سیم (۴ زوج) دارای سرعت حداکثر ۱۰۰۰ Mbps می‌باشد و e مخفف enhanced می‌باشد.
- ۴- a مخفف Augmented به معنی تکمیل شده می‌باشد.
- ۵- از سال ۲۰۱۰ وارد بازار شده است و از سوکت GG۴۵ برای اتصال به کابل از آن استفاده می‌شود.

ج) کابل «فیبر نوری»: فیبر نوری یکی از محیط‌های انتقال داده با سرعت بالا است. فیبر نوری داده‌های دیجیتال (پالس‌های الکتریکی<sup>۱</sup>) را به صورت پالس‌های نور<sup>۲</sup> هدایت می‌کند پس در دو انتهای فیبر نوری مبدل‌های پالس الکتریکی به نور و بالعکس وجود خواهد داشت.



شکل ۷-۴- دیگرام انتقال داده در فیبر نوری

یک کابل فیبر نوری از پنج بخش تشکیل شده است :

- ۱- هسته (*Core*) : هسته نازک شیشه ای در مرکز فیبر که سیگنال‌های نوری در آن حرکت می‌نمایند.
- ۲- روکش (*Cladding*) : بخش خارجی فیبر بوده که دورتادور هسته را احاطه کرده و باعث برگشت نور منعکس شده به هسته می‌گردد.
- ۳- بافر رویه (*Buffer Coating*) . روکش پلاستیکی رنگی که باعث حفاظت و نگهداری فیبر می‌شود و همچنین برای تشخیص فیبر در سر دیگر کابل برای اتصال سوکت‌ها.
- ۴- الیاف قوی (*Strengthening fibers*) : برای بالا بردن قدرت کشش کابل فیبر نوری
- ۵- روکش بیرونی کابل (*Cable Jacket*) : روکش پلاستیکی بیرونی کابل فیبر نوری



شکل ۸-۴- اجزای تشکیل‌دهنده یک کابل فیبر

۱- Electrical Pulse

۲- Light Pulse

از آنجایی که تار فیبر نوری انتقال داده را در یک جهت انجام می‌دهد، به همین منظور برای اتصال کابل فیبر نوری به کارت شبکه از دو تار فیبر نوری استفاده می‌شود. (یک تار برای ارسال و یک تار برای دریافت).



شکل ۹-۴- کابل فیبر نوری برای اتصال به کارت شبکه تک رشته‌ای

یک تار فیبر نوری معادل  $90^\circ$  زوج سیم مسی قدرت انتقال اطلاعات را دارد.



شکل ۱۰-۴- مقایسه فیبر نوری با کابل مسی

فیبرهای نوری در دو گروه عمده ارائه می‌گردند :

— فیبرهای تک حالت (Single - Mode) یا *SM*. به منظور ارسال یک سیگنال در هر فیبر استفاده می‌شود.

— فیبرهای چندحالت (Multi - Mode) یا *MM*. به منظور ارسال چندین سیگنال در یک فیبر استفاده می‌شود.

فیبرهای تک حالت (SM) دارای یک هسته کوچک (به قطر ۶ تا ۸ میکرون) بوده، اما فیبرهای چند حالت (MM) دارای هسته بزرگتر (به قطر  $50^\circ$  تا  $100^\circ$  میکرون) می‌باشند.





شکل ۱۱-۴- فیبر تک حالت و چند حالت

تا فاصله ۱۰ کیلومتر از فیبرهای MM و برای فواصل بیشتر از ۱۰ کیلومتر از فیبرهای SM استفاده می‌گردد.

● مزایا و معایب فیبر نوری : فیبر نوری در مقایسه با سیم‌های مسی دارای مزایای زیر است :

۱- امکان استفاده در فواصل طولانی‌تر.  
 ۲- نرخ انتقال بیشتر (پهنای باند فیبر نوری به منظور ارسال اطلاعات به مراتب بیشتر از سیم مسی است).

۳- عدم نویزپذیری نسبت به میدان‌های مغناطیسی.

۴- امنیت بیشتر به دلیل عدم امکان انشعاب گرفتن در بین مسیر بدون داشتن امکانات پیشرفته و تخصصی.

۵- تضعیف ناچیز (تضعیف سیگنال در فیبر نوری به مراتب کمتر از سیم مسی است).

۶- عدم اتصالی در فیبر نوری، بر خلاف سیم‌های مسی که با از بین رفتن روکش سیم امکان اتصالی وجود دارد.

## فعالیت کارگاهی

### ۲-۴- طراحی و پیاده سازی یک شبکه رایانه‌ای به لحاظ سخت‌افزاری

مراحل پیاده سازی سخت‌افزاری یک شبکه رایانه‌ای را می‌توان به ترتیب زیر

بیان نمود.

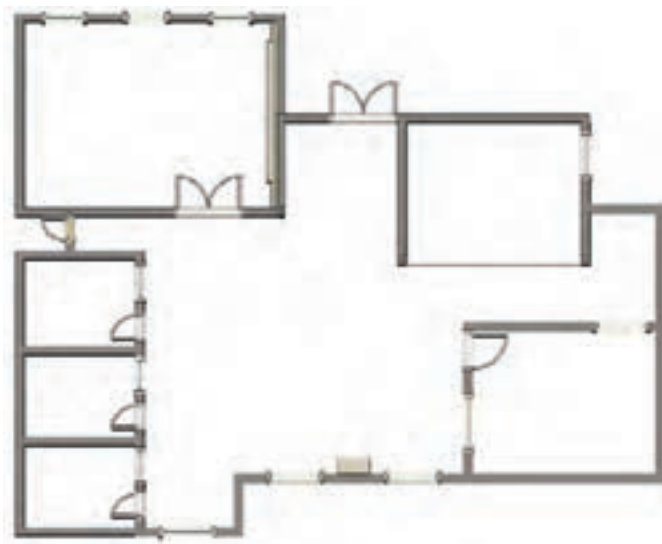
۱- تصمیم‌گیری در مورد نوع شبکه تعیین نوع کانال ارتباطی (سیم‌ی و بی سیم)

۲- تهیه نقشه اجرایی : یکی از مهمترین بخش‌های طراحی شبکه، تهیه نقشه

شبکه است که معمولاً از نقشه پلان ساختمان استفاده می‌شود که در آن مسیر عبور

کابل‌ها و محل نصب پریزهای شبکه و سرور و سایر تجهیزات شبکه مشخص می‌شود

که با استفاده از نقشه اجرایی می‌توان میزان کابل مصرفی و تعداد پریزهای شبکه و... را تعیین نمود برای نمونه پلان یک ساختمان اداری در دو حالت ساده و با چیدمان نشان داده شده است.



شکل ۱۲-۴- نقشه پلان ساده یک ساختمان اداری



پلان یک اداره با چیدمان

شکل ۱۳-۴- نقشه پلان یک ساختمان اداری با چیدمان آن

۳- انتخاب و تهیه سخت افزار مورد نیاز با توجه به دو مرحله قبلی انجام می‌گیرد که در ادامه به طور کامل تشریح خواهد شد.

۴- کابل کشی یا نصب و راه اندازی محیط انتقال (برای شبکه‌های سیمی).

۵- ایجاد اتصالات و نصب قطعات (ایجاد اتصالات در شبکه سیمی مورد استفاده قرار می‌گیرد).

### ۱-۲-۴- انتخاب و تهیه سخت افزار مورد نیاز در شبکه سیمی

سخت افزارها در شبکه به دو دسته Passive Devices (وسایل غیر فعال یا منفعل) و Active Devices (وسایل فعال) تقسیم‌بندی می‌شوند :

● **Active Device** : تجهیزات فعال، معمولاً دارای منبع تغذیه هستند و توانایی تولید یا بازسازی سیگنال را دارند به عبارت دیگر، به تجهیزاتی که قابلیت کنترل سیگنال‌های الکتریکی را دارند تجهیزات فعال یا Active Devices می‌گویند مانند کارت شبکه یا NIC<sup>۱</sup> (کنترل کننده رابط شبکه) یا سوئیچ‌ها<sup>۲</sup>

● **Passive Device** : تجهیزات غیرفعال، تجهیزاتی هستند که در مقابل سیگنال الکترونیکی (یا نوری)، رفتاری غیرفعال دارند. به عبارت دیگر، این تجهیزات توانایی تقویت سیگنال را ندارند و تنها نظاره‌گر عبور آن‌ها هستند که ممکن است منجر به تضعیف سیگنال نیز بشود، نمونه‌ای از تجهیزات غیرفعال عبارتند از : انواع کابل‌ها، پریز شبکه و کیستون، رک، داکت یا ترانک (کانال پلاستیکی)، آچارهای شبکه.

*الف) کارت شبکه یا NIC* : رابط فیزیکی بین رایانه‌ها و کابل شبکه می‌باشد و یک Active Device محسوب می‌شود پس باید تمام رایانه‌ها در شبکه اعم از سرویس‌دهنده و سرویس‌گیرنده مجهز به کارت شبکه باشند. کارت شبکه دارای اسامی دیگری چون LAN Card و Network Adapter می‌باشد.

کارت شبکه باید متناسب با کابل شبکه انتخاب شود، یعنی کارت شبکه باید هم از لحاظ نوع کابل (کواکسیال یا زوج به هم تابیده) و هم از لحاظ سرعت باید متناسب

۱- Network Interface Controller

۲- Switch

با یکدیگر باشند مثلاً اگر نوع کابل شبکه از نوع Cat6 انتخاب شده است و قرار است رایانه‌ها با سرعت ۱۰۰۰ مگابیت بر ثانیه با یکدیگر در ارتباط باشند باید از کارت شبکه Gigabit استفاده شود. یا اگر جایی قرار است به جای کابل مسی از فیبر نوری استفاده شود باید کارت شبکه دارای درگاه فیبر نوری باشد.

معمولاً کارت‌های شبکه رایانه سرویس دهنده دارای پردازنده مجزا از پردازنده سیستم بوده و در شکاف توسعه PCI-Express در برد اصلی جایگذاری می‌شوند، اما سایر کارت‌های شبکه در شکاف توسعه PCI در برد اصلی جایگذاری می‌گردند.

#### ● انواع کارت شبکه با کابل سیمی: کارت شبکه داخلی<sup>۱</sup> که در شکاف توسعه

روی برد اصلی جایگذاری می‌شود و امروزه غالباً در دو نوع زیر وجود دارند

● **PCI**: برای سرعت حداکثر ۱۰۰۰ مگابیت بر ثانیه که غالباً برای رایانه‌های سرویس گیرنده مورد استفاده قرار می‌گیرد (شکل ۴-۱۴).

#### ● **PCI – Express**: برای سرعت بالاتر از ۱۰۰۰ مگابیت بر ثانیه و برای

سرویس دهنده‌ها استفاده می‌شود. (شکل ۴-۱۴).

– کارت شبکه مخصوص لپ تاپ PCMCIA<sup>۲</sup> یا PC card لازم به ذکر است

که اغلب لپ تاپ‌ها دارای کارت شبکه بیسیم می‌باشد.

– کارت شبکه USB (شکل ۴-۱۴)

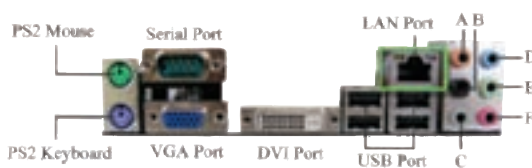
امروزه اکثر بردهای اصلی رایانه‌های شخصی مجهز به کارت شبکه Onboard می‌باشند که با درگاه RJ-۴۵ و با سرعت ۱ Gbps و یا ۱۰۰ Mbps می‌توانند در مدار قرار گیرند. در شکل ۴-۱۴ نمونه کارت‌های شبکه نمایش داده شده است. به کارت شبکه ای که دارای دو درگاه (پورت) مختلف هستند کارت شبکه ترکیبی (Combo) می‌گویند.

۱- Internal

۲- Personal Computer Memory Card International Association



کارت شبکه Token Ring



شکل ۱۴-۴- انواع کارت های شبکه

## انواع کارت شبکه در شبکه فیبر نوری

● در شبکه فیبر نوری نیز دو نوع کارت شبکه وجود دارد :

۱- PCI یا PCI – Express که بر روی شکاف توسعه بر روی برد اصلی جایگذاری می شود.

۲- کارت شبکه فیبر نوری PCMCIA



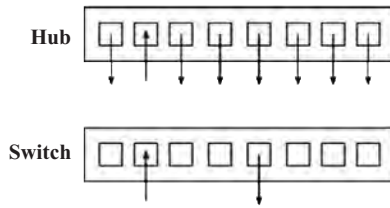
شکل ۱۵-۴- انواع کارت شبکه در شبکه فیبر نوری

### ● وظایف کارت شبکه

- ۱- آماده سازی داده از رایانه برای انتقال به کابل شبکه.
- ۲- ارسال داده به رایانه های دیگر در شبکه.
- ۳- کنترل جاری شدن داده ها بین رایانه و سیستم کابل کشی.
- ۴- دریافت داده از کابل شبکه و تبدیل آنها به داده های قابل پردازش برای پردازنده مرکزی رایانه<sup>۱</sup>.

### ب) سوئیچ ها در شبکه

یکی دیگر از تجهیزات فعال شبکه، سوئیچ ها می باشند، باید توجه داشت که هاب (HUB) در شبکه هم بندی ستاره ای یک وسیله فعال به شمار نمی آید بلکه یک وسیله Passive می باشد، زیرا هیچ کنترلی بر روی داده دریافتی ندارد.



شکل ۱۶-۴- انواع سوئیچ

یکی دیگر از قطعات فعال در شبکه فیبر نوری، مبدل فیبر به سوکت RJ45 می باشد.



شکل ۱۷-۴- مبدل فیبر نوری به سوکت RJ45

## Passive Devices

### الف) پریرز شبکه

پریرزهای شبکه در دو نوع وجود دارند، مدل روکار و مدل توکار  
پریرزهای شبکه توکار دارای دو بخش اصلی جعبه پایه (Base Box) و درپوش  
(Face Plate) می باشند و کیستون بر روی درپوش نصب می شود و معمولاً برای  
کابل کشی توکار استفاده شده و داخل دیوار نصب می شوند (البته می توان به صورت  
روکار هم مورد استفاده قرار داد).



Face Plate 4 port

Face Plate 3 port

Face Plate 1 port

Base Box

شکل ۱۸-۴- پریرز شبکه توکار

نوع دیگری از پریرزهای توکار وجود دارد که در کف زمین نصب می شوند.



شکل ۱۹-۴- پریرز توکار برای کف

پریرزهای روکار دارای دو بخش پایه و درپوش می باشند و کیستون بر روی پایه نصب  
شده و پایه نیز بر روی دیوار با چسب دورو و یا با پیچ و رول پلاک نصب می گردد.





پریز روکار بدون درپوش با کیستون



پریز روکار درپوش دار یا Shutter

شکل ۲۰-۴- اجزای پریز روکار

**کیستون:** کابل‌ها به کیستون متصل می‌شوند و کیستون‌ها دارای رنگ‌بندی مشخص جهت اتصال کابل می‌باشند و در دو نوع معمولی و بدون ابزار عرضه می‌شود.  
**کیستون بدون ابزار:** برای مونتاژ کابل بر روی آن به ابزار خاصی نیاز نمی‌باشد.



شکل ۲۱-۴- کیستون بدون ابزار

کیستون معمولی: برای مونتاژ کابل بر روی آن به ابزار خاصی به نام پانچ<sup>۱</sup> یا منگنه نیاز می‌باشد.



شکل ۲۲-۴- کیستون معمولی

ب) ابزار پانچ: از این ابزار برای مونتاژ کابل بر روی کیستون استفاده می‌شود.



شکل ۲۳-۴- ابزار پانچ

ج) *Patch chord cable*: کابلی است که به عنوان رابط بین رایانه و پرینتر شبکه (کیستون) و همچنین رابط بین پانچ پانل (قطعه‌ای که داخل رک نصب می‌شود) و سوئیچ به کار می‌رود و در طول‌های نیم متر تا ۵ متر موجود می‌باشد. پیچ کورد به صورت آماده در بازار عرضه می‌شود و با وجود آن نیازی به سوکت زدن به سرکابل‌ها نمی‌باشد.



پیچ کورد STP



پیچ کورد فیبر نوری



پیچ کورد UTP

شکل ۲۴-۴- انواع پیچ کورد

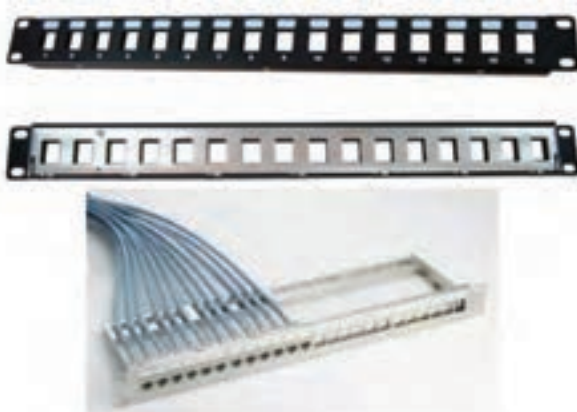
**Patch Panel** (د): در هنگام کابل کشی یک سر کابل به داخل پریز شبکه (کیستون) متصل بوده و سر دیگر آن به پیچ پانل متصل می‌گردد، برای اتصال کابل به پیچ پانل از ابزار پانچ استفاده می‌شود (مانند کیستون). در پیچ پانل نیز جدول رنگ برای اتصال کابل وجود دارد پیچ پانل‌ها معمولاً در اندازه‌های ۱۲؛ ۱۶؛ ۲۴؛ ۳۶ و ۴۸ عرضه می‌شوند.

پیچ پانل‌ها در دو مدل Loaded و Unloaded ساخته می‌شوند. در پیچ پانل‌های Loaded تمامی پورت با کیستون پر شده است اما مدل Unloaded بدون کیستون بوده و به دلخواه می‌توان در هر کدام از پورت‌ها کیستون قرار داد.

در انتها به کمک کابل‌های پیچ کورد نیم یا یک متری از پشت پیچ پانل، آن را به سوئیچ متصل می‌کنند.



شکل ۲۵-۴- اتصال کابل‌ها به پیچ پانل



شکل ۲۶-۴- انواع بیج پانل بدون کیستون Unloaded Patch



شکل ۲۷-۴- بیج پانل با کیستون Loaded Patch Panel



شکل ۲۸-۴- کابل کشی پشت بیج پانل Loaded Patch Panel

برای دسته‌بندی کابل‌ها از بست‌های پلاستیکی استفاده می‌شود.



شکل ۲۹-۴- بست پلاستیکی بر دسته‌بندی کابل‌ها

هـ) *Cable Management*: برای نظم دادن به کابل‌های پیچ کورد از کانال‌های درپوش داری به نام Cable Management استفاده می‌شود.



شکل ۳۰-۴- Cable Management

و) رک (*Rack*): رک یک محفظه فلزی است که تجهیزات شبکه مانند پیچ پانل؛ سوئیچ؛ مودم؛ Cable Management (در بعضی از مدل‌ها رایانه سرویس دهنده و

رایانه پشتیبان سرور) و UPS در آن نگهداری می‌شود. واحد اندازه رک یونیت (Unit) می‌باشد و هر یونیت معادل ۵ سانتی متر می‌باشد. در حال حاضر اندازه رک‌ها از ۴U تا ۴۴U می‌باشد. به طور کلی دو مدل کلی رک وجود دارد: رک دیواری و رک ایستاده.

رک دیواری: به دیوار مهار (پیچ) می‌شوند و در واحدهای کوچک کاربرد دارد.



شکل ۳۱-۴- رک دیواری

رک ایستاده: از این رک‌ها جهت قرارگیری در مرکز شبکه (اتاق سرور) استفاده می‌شود این مدل رک‌ها ورودی‌های کابل از بالا و پایین و همچنین امکان باز شدن از چهار طرف را فراهم می‌آورند در این نوع رک علاوه بر سوئیچ‌ها و پیچ پانل؛ امکان قرارگیری رایانه سرویس دهنده و پشتیبان سرویس دهنده و هم چنین UPS در داخل آن وجود دارد.



شکل ۳۲-۴- انواع رک‌های ایستاده



اجزای مهم رک عبارتند از :

● **Fan** : برای خنک نگه داشتن و تهویه صحیح تجهیزات داخل رک از تعدادی فن در سقف و کف رک استفاده می‌شود.



شکل ۳۳-۴- فن‌های رک

● **Shelf Sliding** (قفسه کشویی): به سینی داخل رک گفته می‌شود و کاربرد آن برای قرار دادن صفحه نمایش؛ ماوس و صفحه کلید و همچنین رایانه می‌باشد این سینی دارای دو نوع متحرک و ثابت بوده و نوع متحرک آن غالباً در رک‌های ایستاده مورد استفاده قرار می‌گیرد.



شکل ۳۴-۴- قفسه کشویی داخل رک

● **Power Module** (ماژول برق): قطعه‌ای است که دارای چند پریز برق بوده و برای تغذیه سوئیچ‌ها و رایانه و مانیتور داخل رک مورد استفاده قرار می‌گیرد و معمولاً ماژول‌های برقی دارای ۴ و یا ۸ پریز می‌باشند.



شکل ۳۵-۴- ماژول برق در داخل رک

● **Light Panel** : محلی برای قرار گرفتن لامپ فلورسنت در بالای رک به منظور تأمین روشنایی درون رک Light Panel و معمولاً یک یونیت را اشغال می‌کند.

● **Thermometer (دماسنج)** : این دماسنج در بالاترین قسمت رک نصب شده و به طور مداوم دمای داخل آن را اندازه‌گیری کرده و نمایش می‌دهد در بعضی از رک‌ها این امکان وجود دارد که در حرارت خاصی فن رک‌ها شروع به کار کنند.

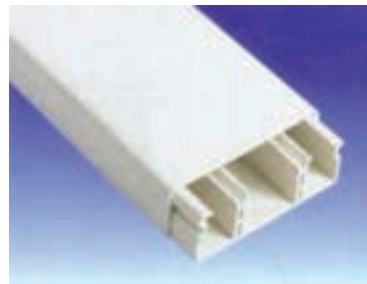
**Trunk و Duct** : داکت محفظه‌ای است غالباً از جنس پلاستیک که برای قرار گرفتن کابل‌های شبکه داخل آن مورد استفاده قرار می‌گیرد.



شکل ۳۶-۴- داکت

ترانک‌ها علاوه بر فضا جهت عبور کابل، معمولاً مکانیزمی دارند که می‌توان بر روی آنها بریز برق، بریز شبکه و انواع بریزها را داخل ماژول‌های خاص قرار داد و ماژول‌ها را درون بدنه ترانک نصب نمود. ترانک‌ها همچنین قابل پارتیشن‌بندی می‌باشند، پارتیشن قطعه‌ای است که در داخل ترانک قرار گرفته و آن را به دو یا سه قسمت مجزا برای کابل‌های برق و تلفن و... تقسیم‌بندی می‌کند تا از ایجاد نویز جلوگیری گردد. ضمناً داکت‌ها حجم کمتری نسبت به ترانک‌ها اشغال می‌کنند. جنس ترانک‌ها معمولاً از PVC مقاوم در برابر ضربه و حرارت بوده و بادوام‌تر و مطمئن‌تر و شیک‌تر از داکت‌ها می‌باشند.



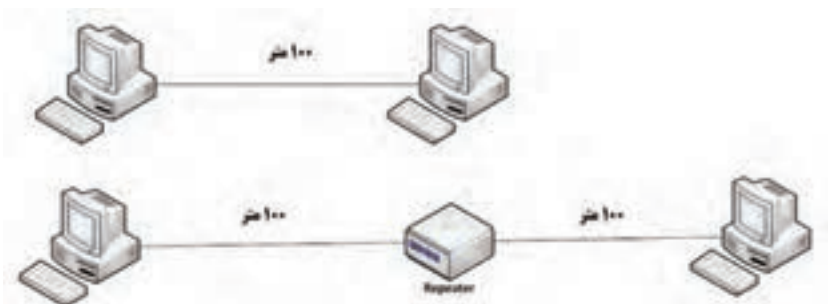


شکل ۳۷-۴- ترانک

در صورتی که لازم باشد کابل کشی شبکه به صورت روکار صورت پذیرد، مطابق با نقشه شبکه باید بخش پایین داکت یا ترانک روی دیوار نصب شده سپس کابل‌ها داخل کانال قرار گرفته و در نهایت باید در پوش داکت یا ترانک بسته شود. داکت‌ها در اندازه‌های ۱ تا ۱۰ سانتی متر موجود می‌باشد و ترانک‌ها در عرض‌های ۲ تا ۲۰ سانتی متر ساخته می‌شوند.

ح) کابلهای شبکه و کانکتورها: کابل‌های شبکه معمولاً در بسته‌های ۱۰۰؛ ۳۰۵؛ ۵۰۰ و ۱۰۰۰ متری عرضه می‌گردند. باید توجه داشت که قبل از تهیه کابل با استفاده نقشه؛ متر از کابل مورد نیاز محاسبه گردد. در هنگام استفاده از کابل ابتدا باید متر از دورترین گره محاسبه شده و به ترتیب از دورترین تا نزدیکترین گره متر از مورد نیاز محاسبه و مجموع آن‌ها برآورد گردد.

ما در این فصل می‌خواهیم از کابل‌های زوج به هم تابیده و فیبر نوری استفاده شود. باید توجه داشت که حداکثر طول هر سگمنت کابل زوج به هم تابیده نباید از ۱۰۰ متر بیشتر باشد و برای فواصل بیش از ۱۰۰ متر باید از سوئیچ تقویت‌کننده سیگنال (Repeater) استفاده نمود.



شکل ۳۸-۴ استفاده از Repeater برای فواصل بیش از ۱۰۰ متر در کابل زوج سیم به هم تابیده

کابل زوج به هم تابیده از کابل‌های رایج در شبکه می‌باشند و از چهار زوج سیم به هم تابیده تشکیل شده است (هشت رشته که چهار رشته رنگی و چهار رشته دیگر مخلوط رنگ سفید با رنگ زوج مربوطه می‌باشد)

زوج اول: آبی و سفید/آبی

زوج دوم: نارنجی و سفید/نارنجی

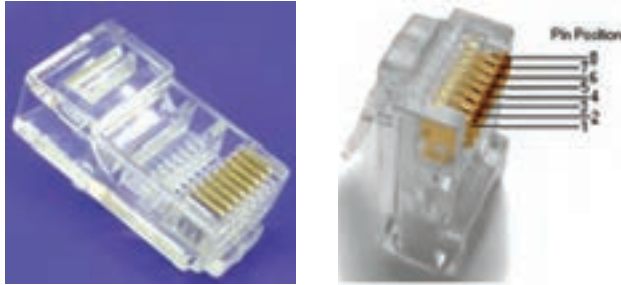
زوج سوم: سبز و سفید/سبز

زوج چهارم: قهوه‌ای و سفید/قهوه‌ای



شکل ۳۹-۴

شماره‌گذاری زوج‌ها بر اساس استاندارد T568B<sup>۱</sup> می‌باشد. در شبکه‌های با سرعت ۱۰ و ۱۰۰ مگابیت بر ثانیه از دو زوج سیم استفاده می‌شود (زوج‌های دو (نارنجی) و سه (سبز)) و زوج‌های یک. چهار سیم (دو زوج) به عنوان رزرو باقی می‌مانند به طوری از دو زوج رزرو هم می‌توان به عنوان خط اترنت دوم و یا اتصالات تلفن استفاده نمود. در شبکه‌های با سرعت ۱۰۰۰ مگابیت بر ثانیه (یا گیگابیت بر ثانیه) از هر چهار زوج استفاده می‌شود. در کابل زوج به هم تابیده از سوکت RJ45 شبیه سوکت تلفن ولی با هشت پایه استفاده می‌شود.



شکل ۴۰-۴- سوکت RJ45

ط) آچار پرس RJ45 و سیم چین و روکش بردار<sup>۲</sup>: این ابزارها به عنوان ابزارهای کار برای ایجاد اتصالات سوکت به کابل شبکه مورد استفاده قرار می‌گیرد.



سیم چین

روکش بردار

آچار پرس RJ45

شکل ۴۱-۴- ابزارهای کار برای ایجاد اتصالات سوکت به کابل شبکه

۲- Stripper برای برداشتن روکش خارجی کابل

۱- در بخش‌های بعدی تشریح خواهد شد

ی) تستر کابل شبکه: برای بررسی اینکه کابل به درستی به سوکت‌های دو طرف کابل وصل شده است یا خیر؛ مورد استفاده قرار می‌گیرد.



شکل ۴۲-۴- تستر کابل شبکه

نحوه کار با تستر شبکه به این صورت است که یک سر کابل به قسمت اصلی تستر (A) به سوکت RJ45 متصل شده و سر دیگر کابل به قسمت فرعی (B) تستر متصل می‌شود. سپس تستر را روشن کرده تا LEDهای روی تستر اصلی و فرعی به ترتیب از شماره ۱ تا ۸ روشن شوند، مرتب روشن شدن LEDها نشان‌دهنده تماس درست سوکت با کابل و هم چنین ترتیب درست اتصالات براساس رنگ‌بندی می‌باشد چنانچه ترتیب روشن شدن LEDها در دو بخش A و B تستر هماهنگ نباشد به این معنی است که رنگ‌بندی اتصالات به درستی رعایت نشده است.

۲-۲-۴- کابل کشی و ایجاد چاه زمین (در صورت استفاده از کابل‌های

STP): عوامل مؤثر در تعیین نوع کابل کشی عبارتند از:

- ۱- سنگینی ترافیک شبکه
- ۲- طول کابل کشی
- ۳- بودجه تعیین شده برای کابل کشی
- ۴- نیازهای ایمنی شبکه
- ۵- نوع کابل‌های موجود

در نیازهای ایمنی شبکه یکی از نکات مورد توجه رعایت فاصله مناسب با کابل برق و وسایل الکتریکی دارای سیم پیچ یا بوبین (مانند انواع موتورهای الکتریکی و ترانسفرماتورها) می باشد. زمانی که کابل برق به موازات کابل شبکه می باشد متناسب با جریان عبوری از کابل برق حداقل فاصله بین کانال برق و شبکه باید بین ۵ تا ۳۰ سانتی متر و در شرایطی نیز بیش از آن باشد.

**۳-۲-۴- ایجاد اتصالات و نصب قطعات:** دو نوع استاندارد برای کابل کشی توسط سازمان TIA<sup>۱</sup> (انجمن صنعتی مخابرات) ارائه گردیده است که تنها تفاوت این دو استاندارد در رنگ بندی آنها در اتصالات می باشد و تفاوت دیگری با هم ندارند در این دو نوع استاندارد از سوکت RJ45 برای اتصالات دو سر کابلها استفاده می گردد.

**۱- T568A:** معمولاً از این استاندارد در اروپا و کانادا استفاده می شود رنگ بندی آن در شکل ۴-۴۳ آمده است.

**۲- T568B:** معمولاً از این استاندارد در ایران استفاده می شود رنگ بندی آن در شکل ۴-۴۳ نشان داده شده است. (در آمریکا نیز از این استاندارد استفاده می گردد).



شکل ۴-۴۳- رنگ بندی استانداردهای T568B و T568A

با توجه به رنگ‌بندی دو استاندارد مشخص می‌شود که شماره‌های فرد همواره سفید با نوار رنگی می‌باشد.

### مراحل اتصال کانکتور RJ45 به دو سر کابل

مرحله اول: ابتدا ۲۵ میلی متر از روکش کابل را با استفاده از ابزار روکش بردار (Stripper) بردارید.



شکل ۴۴-۴- روکش برداری از کابل شبکه

مرحله دوم: زوج‌ها را از هم جدا کنید و سپس با استفاده از انگشتان دست (انگشت شست و انگشت اشاره) بر اساس یکی از استانداردها (568A یا 568B) سیم‌ها را صاف و مرتب نموده و در فاصله ۱۲ الی ۱۳ میلی متری از روکش کابل سیم‌ها را با استفاده از سیم چین یا قیچی برش کابل قطع کنید. توجه داشته باشید که زاویه سیم چین و سیم‌های مرتب شده حدوداً ۹۰ درجه باشد.



شکل ۴۵-۴- برش سیم‌های کابل شبکه



مرحله سوم : بار دیگر به ترتیب رنگ بندی سیم ها دقت کرده و سپس سیم را به داخل سوکت هدایت کنید به طوری که سیم ها به طور کامل وارد سوکت شوند. باید توجه داشته باشید حداقل ۵ میلی متر از روکش کابل داخل سوکت باشد. برای اطمینان کابل را به داخل سوکت فشار دهید.



شکل ۴۶- سوکت زدن به سر کابل

مرحله چهارم : سوکت را داخل انبر شبکه قرار داده و با فشار اهرم های انبر سوکت را پرس نمایید.



شکل ۴۷- پرس سوکت های کابل شبکه

**نکته:** اگر روکش کابل را از اندازه مجاز بیشتر بردارید سوکت بر روی روکش کابل پرس نمی‌شود.



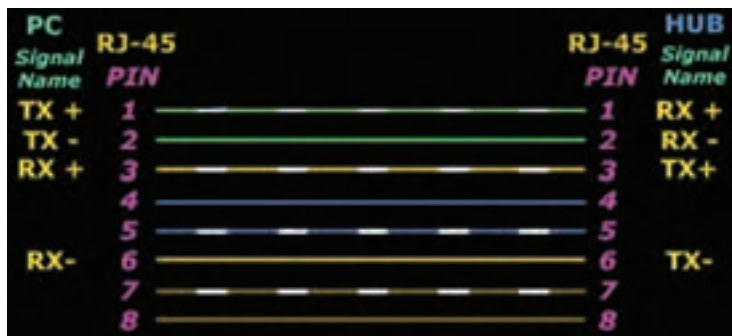
شکل ۴۸-۴- روکش برداری مناسب و نامناسب کابل‌های شبکه

همانطور که پیش تر اشاره شد، در شبکه 100Mbps تنها از دو زوج ( یا چهار رشته شماره ۱ و ۲ و ۳ و ۴) برای انتقال استفاده می‌شود و از سایر پایه‌ها استفاده نشده است در شکل ۴۷-۴، tx به معنای ارسال کننده و rx به معنای دریافت کننده می‌باشد) اما در شبکه‌های 1000mbps از تمام هشت رشته سیم برای ارسال و دریافت استفاده می‌شود. سوئیچ، پس از دریافت سیگنال از پایه TX یک ایستگاه آن را روی پایه RX ایستگاه مقصد ارسال می‌نماید. اما اگر در مواقعی لازم باشد دو رایانه یا دو سوئیچ را مستقیماً به یکدیگر متصل نماییم، از چه کابلی استفاده کنیم؟ یعنی درحالتی برای جا به جا کردن سیگنال از پایه ارسال به پایه دریافت از سوئیچ استفاده نمی‌شود، باید جا به جایی در سطح کابل انجام شود.

**کابل Straight یا مستقیم:** اگر در زمان سوکت زدن دو سر کابل از یک استاندارد (568A و 568B) استفاده شود کابل را Straight می‌گویند و به‌طور معمول برای اتصال رایانه به پریز شبکه (کیستون) یا برای اتصال مستقیم رایانه به سوئیچ یا پانل مورد استفاده قرار می‌گیرد.

در زمان استفاده از کابل Straight اگر سرعت شبکه ۱۰ یا ۱۰۰ مگابیت بر ثانیه باشد فقط از ۴ رشته سیم استفاده می‌شود (از زوج‌های سبز و نارنجی استفاده می‌گردد).





شکل ۴-۴۹- اتصالات کابل Straight برای کابل Cat5 با سرعت ۱۰ یا ۱۰۰ مگابیت بر ثانیه با استاندارد

بنابراین زمانی که رایانه به هاب یا سوئیچ متصل می‌شود، پایه TX+ رایانه به پایه RX+ سوئیچ متصل شده و سوئیچ به صورت خودکار با استفاده از مدارات داخلی خود پایه TX+ یک رایانه را به پایه TX+ رایانه دیگر وصل می‌کند.

**کابل Crossover یا متقاطع:** اگر در زمان سوکت زدن دو سر کابل از دو نوع استاندارد (568A و 568B) استفاده شود کابل را Crossover یا متقاطع می‌گویند. کابل متقاطع به طور معمول برای اتصال دو رایانه به یکدیگر بدون داشتن هاب یا سوئیچ استفاده می‌شود. البته برای اتصال دو سوئیچ به هم نیز مورد استفاده قرار می‌گیرد. ضمناً اگر هاب دارای درگاه Uplink باشد، با استفاده از کابل Straight می‌توان دو هاب را به هم متصل نمود، چون Uplink جای TX و RX را با هم عوض نمی‌کند. علت متقاطع نامیدن کابل به این دلیل می‌باشد که پایه‌های طرف اول به همان پایه‌های طرف دوم متصل نمی‌شوند بلکه مطابق شکل ۴-۵۰ اتصالات جابجا می‌شوند.



شکل ۴-۵۰

## نحوه اتصال کابل به پریز شبکه یا کیستون

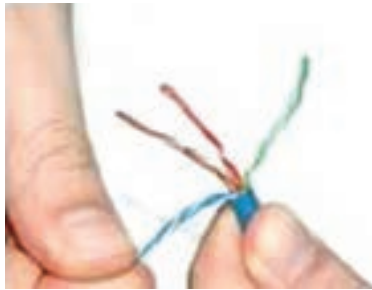
۱- حدود ۴ سانتی متر روکش کابل را با استفاده از ابزار روکش بردار (Stripper)

بردارید.



شکل ۴-۵۱

۲- زوج‌ها را از هم جدا کنید و سپس با استفاده از انگشتان دست (انگشت شست و انگشت اشاره) بر اساس یکی از استانداردها (568A یا 568B) سیم‌ها را صاف و مرتب کنید (چهار رشته یک طرف و چهار رشته طرف دیگر).



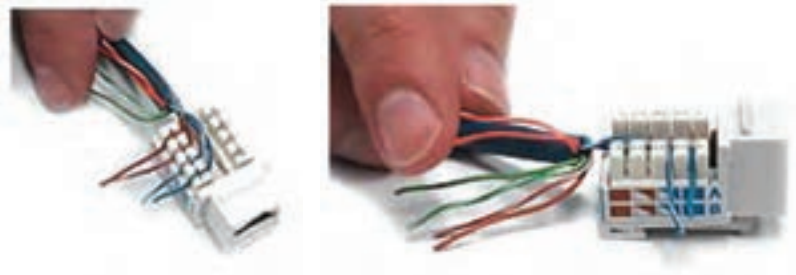
شکل ۴-۵۲

۳- درپوش کیستون را بردارید.



شکل ۴-۵۳

۴- سیم‌ها را مطابق با رنگ تعبیه شده بر اساس استاندارد A یا B داخل شیارها قرار دهید.



شکل ۴-۵۴

۵- با استفاده از ابزار پانچ ضمن جازدن کامل سیم در شیار قسمت اضافه سیم نیز قطع می‌گردد.



شکل ۴-۵۵

۶- درپوش کیستون را در جای اصلی قرار دهید و کیستون را در Face plate جاگذاری کنید.



شکل ۴-۵۶

#### ۴-۲-۴- تجهیزات شبکه بی سیم

الف) کارت شبکه بی سیم : سه نوع کارت شبکه بی سیم وجود دارد :

۱- کارت شبکه بی سیم که در شکاف توسعه روی برد اصلی جایگذاری می شود و امروزه غالباً در دو نوع زیر وجود دارند.

PCI و PCI-Express

۲- کارت شبکه مخصوص لپ تاپ PCMCIA<sup>۱</sup> یا PC card (شکل ۴-۵۷)

لازم به ذکر است که اغلب لپ تاپها دارای کارت شبکه بی سیم می باشند.

۳- کارت شبکه بی سیم USB که می توان هم به رایانه های رومیزی و هم لپ تاپ

متصل نمود.



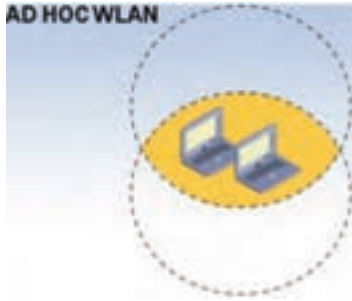
شکل ۴-۵۷- انواع کارت شبکه های بی سیم

ب) Access Point<sup>۲</sup> یا A.P : هنگامی که لازم باشد بین رایانه های یک شبکه

که دارای کارت شبکه بی سیم هستند ارتباط برقرار شود، از Access Point استفاده می شود البته این موضوع زمانی ضرورت پیدا می کند که تعداد رایانه ها از پنج دستگاه بیشتر باشد، چون در تعداد کمتر از پنج رایانه می توان بدون استفاده از اکسس پوینت با تکنولوژی Ad Hoc رایانه ها را با هم به صورت شبکه به یکدیگر متصل نمود.

۱- Personal Computer Memory Card International Association

۲- نقطه دسترسی



شکل ۴-۵۸- تکنولوژی AdHoc

می‌توان گفت که دستگاه A.P در واقع نقش سوئیچ در شبکه ستاره‌ای را دارا می‌باشد و کار تقویت سیگنال رادیویی را هم برای ارتباط بهتر فراهم می‌نماید. در بعضی از A.P ها این امکان وجود دارد که از آنها به عنوان مسیریاب استفاده نماییم.

### انواع Access Point

۱- A.P داخلی یا Indoor

۲- A.P خارجی یا Outdoor



شکل ۴-۵۹- انواع دستگاه اکسس پوینت

نقش آنتن در شبکه بی سیم  
آنتن یکی از تجهیزات مهم در شبکه بی سیم می باشد که انتخاب نامناسب آن در  
کاهش کارایی شبکه نقش مهمی دارد.

### انواع آنتن به لحاظ محل قرار گیری

- ۱- آنتن های داخلی (Indoor): در فضای بسته داخل ساختمان مورد استفاده قرار می گیرد و معمولاً از ۲db تا ۱۰db ساخته می شوند.
- ۲- آنتن های خارجی (Outdoor): بیرون از ساختمان و برای ارتباط راه دور (تا چند صد کیلومتر) استفاده می شود.



شکل ۶-۴- انواع آنتن به لحاظ محل قرار گیری

برای اتصال A.P داخلی به آنتن های خارجی (outdoor) از کابل کوکسیال مخصوص استفاده می شود.



شکل ۴-۶۱- کابل اتصال A.P به آنتن

### انواع آنتن برای ارتباط بین دو یا چند شبکه (A.P)

۱- آنتن های یک به یک : جهت آنتن های یک به یک به سمت همدیگر تنظیم می شود. در صورتی که جهت دو آنتن بیش از ۴۵ درجه اختلاف داشته باشند ارتباط برقرار نخواهد شد، زیرا در آنتن های یک به یک امواج به طور مستقیم ارسال می شوند. دو نوع آنتن یک جهته وجود دارد.

الف) آنتن های یک جهته پانلی<sup>۱</sup>

ب) آنتن های یک جهته سهمی وار<sup>۲</sup>



ب) آنتن یک جهته سهمی وار



الف) آنتن یک جهته پانلی

شکل ۴-۶۲- انواع آنتن یک جهته

۱- directional Panel

۲- Parabolic

۲- آنتن‌های یک به چند: وقتی که در دفتر مرکزی یک آنتن وجود داشته و لازم باشد به چند شعبه دیگر از طریق بی سیم ارتباط برقرار شود، آنتن یک به چند را در مرکز قرار داده و در نقاط دیگر (شعبه‌ها) آنتن‌های نوع یک را قرار می‌دهند. که جهت آنتن‌های نوع یک به سمت آنتن مرکزی (آنتن یک به چند) تنظیم می‌شود. آنتن‌های یک به چند به صورت استوانه‌ای می‌باشند و به آنتن‌های Omni معروف می‌باشند.



ب) آنتن‌های یک به چند Indoor

الف) آنتن‌های یک یا چند Outdoor

شکل ۶۳-۴- انواع آنتن‌های یک



- ۱- تفاوت محیط‌های انتقال بی‌سیم و باسیم چیست؟
- ۲- انواع محیط‌های باسیم کدامند؟
- ۳- کاربرد کابل Straight و Cross چیست؟
- ۴- زوج سیم‌های استفاده شده در استاندارد T568A و T568B کدام است؟
- ۵- چند مورد از سخت‌افزارهای مورد نیاز در شبکه‌های فیبر نوری را نام ببرید.
- ۶- وظایف کارت شبکه کدامند؟
- ۷- انواع محیط‌های انتقال سیمی یا کابلی را از لحاظ سرعت، امنیت، هزینه، مسافت و نویز بررسی کنید.
- ۸ - حداقل فاصله بین کابل شبکه و کابل برق باید چقدر باشد؟
- ۹- عوامل مؤثر در تعیین نوع کابل را نام ببرید.
- ۱۰- پژوهش کنید که آیا می‌توان در کابل کشی یک شبکه از همه انواع کابل (مانند, Fiber, Cat5 و Cat6...) استفاده کرد؟ سرعت و راندمان شبکه در این حالت چگونه است؟
- ۱۱- پژوهش کنید که برای اتصال چند سوئیچ یا هاب از چه نوع کابلی باید استفاده گردد؟