

# موسسه بابان

انتشارات بابان و انتشارات راهیان ارشد

درس و کنکور ارشد

## شبکه‌های کامپیوتری ۱

(مفاهیم اولیه)

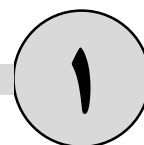
ویژه‌ی داوطلبان کنکور کارشناسی ارشد مهندسی کامپیوتر و IT

براساس کتب مرجع

کراس راس و لئون گارسیا

## ارسطو خلیلی فر

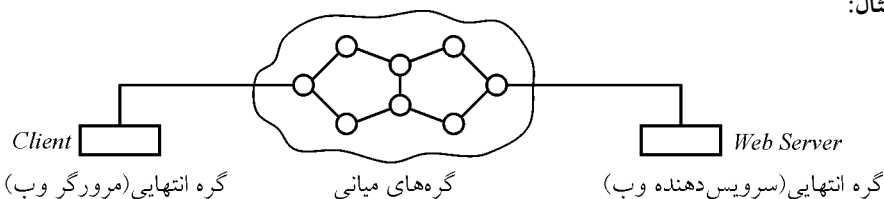
## مفاهیم شبکه‌های کامپیوتری



### شبکه‌های کامپیوتری

شبکه‌های کامپیوتری، از گره‌ها و لینک‌های ارتباطی که این گره‌ها را به هم متصل می‌کنند، تشکیل شده است. در گره‌های انتهایی برنامه‌های کاربردی کاربران قرار دارند و به آن‌ها میزبان گفته می‌شود. گره‌های میانی وظیفه انتقال اطلاعات را از یک گره‌ی انتهایی به گره‌ی انتهایی دیگر بر عهده دارند، این گره‌ها داده‌ها را به شکلی دست به دست هدایت می‌کنند تا به مقصد مورد نظر برسند، به این گره‌های میانی مسیریاب نیز گفته می‌شود. بنابراین هدف از شبکه‌های کامپیوتری تبادل داده ما بین گره‌های انتهایی (گره مبدأ و مقصد) توسط گره‌های میانی می‌باشد.

مثال:



ابتدا درخواست با نوشتن آدرس [www.sbu.ac.ir](http://www.sbu.ac.ir) در مروگر وب (گره مبدأ) به سمت وب سرور (گره مقصد) از طریق گره‌های میانی ارسال می‌شود. سپس پاسخ از سمت وب سرور که همان صفحه وب مورد نظر می‌باشد ارسال می‌گردد.

### مزایای شبکه‌های کامپیوتری

۱ - سهولت انتقال داده‌ها: به عنوان مثال اگر قصد انتقال داده از یک کشور به کشور دیگر و یا از شهری به شهر دیگر داشته باشید، ارسال داده‌ها توسط رسانه انتقال شبکه بسیار آسان‌تر از انتقال آن پس از ذخیره آن بروی *CD* و جابه‌جا کردن آن بین مبدأ و مقصد است.

۲ - اشتراک منابع: شبکه به ما اجازه می‌دهد تا منابع خود را در اختیار تمام کاربران شبکه قرار دهیم، بدون اینکه بخواهیم از آن منابع نسخه‌های بیشتری تهیه کنیم. منابع می‌توانند سخت‌افزاری (مانند: چاپگر، اسکنر، *CDROM*) و یا نرم‌افزاری (مانند فایل‌ها، پایگاه داده‌ها و ...) باشند. از مزایای دیگر به اشتراک گذاری منابع، صرفه‌جویی در هزینه‌هاست. به عنوان مثال به اشتراک گذاشتن منبعی مثل یک چاپگر، از هزینه کردن برای خرید چاپگرهای متعدد جلوگیری می‌کند.

۳ - افزایش قابلیت اطمینان: در صورتی که منابعی مانند فایل‌ها و یا پایگاه داده‌ها را برای به اشتراک گذاری در شبکه به روی چند کامپیوتر قرار دهیم و دیگر کامپیوترها از این نسخه‌ها استفاده کنند، در صورت خرابی یک نسخه می‌توان از نسخه‌های موجود در کامپیوترهای دیگر استفاده کرد.

۴ - افزایش سرعت: افزایش سرعت در شبکه را می‌توان از دو جنبه بررسی کرد: الف) انتقال داده به وسیله رسانه انتقال شبکه سریع‌تر از ذخیره آن بروی *CD* و انتقال آن از مبدأ به مقصد است.

ب) می‌توان نرم افزارهای توزیع شده را روی شبکه و به شکل موازی به وسیله چند کامپیوتر اجرا نمود که باعث افزایش سرعت پاسخگویی می‌شود.

۵ - ارتباط بین کاربران و سرگرمی: کاربران می‌توانند از طریق سرویس‌های شبکه مانند پست الکترونیکی و چت با یکدیگر ارتباط برقرار کنند، همچنین بازی‌های تحت شبکه، گوش دادن به رادیو و موسیقی و غیره از جنبه‌های سرگرمی تحت شبکه می‌باشد.

۶ - تجارت الکترونیکی: هر نوع خرید و فروش از طریق شبکه‌های کامپیوتری و یا شبکه جهانی اینترنت را تجارت الکترونیک گویند که به پنج دسته تقسیم می‌شود:

۱ - *B2C*: (*Business to Customer*): خرید هر نوع کالا توسط مشتری از فروشگاه مجازی.

۲ - *B2B*: (*Business to Business*): خرید و فروش بین دو شرکت به وسیله اینترنت.

۳ - *C2C*: (*Customer to Customer*): خرید و فروش بین دو مصرف‌کننده. به عنوان مثال هر

شخص برای حراج اشیاء دسته دوم منزل خود، می‌تواند مشخصات آنها را در سایت‌های مختلف قرار دهد تا آنها را به فروش برساند.

۴- *G2C*: (*Government to Customer*): تجارت بین دولت و مردم مثل پرداخت قبوض به وسیله اینترنت و یا خودپرداز.

۵- *B2G*: (*Bussiness to Government*): تجارت بین دولت و شرکت‌ها مثل پرداخت مالیات و عوارض از طریق اینترنت.

### اجزای شبکه‌های کامپیوتری

هر شبکه از دو بخش سخت‌افزار و نرم‌افزار تشکیل شده است. ابتدا سخت‌افزار یک شبکه بررسی می‌شود:

#### سخت‌افزار شبکه

۱- گره‌های انتهایی یا کامپیوترهای میزبان که قابلیت آدرس‌پذیری دارند، هدف اصلی ایجاد شبکه، اتصال کامپیوترهای میزبان به یکدیگر است.

۲- گره‌های میانی یا واسط میانی مانند هاب‌ها، تکرارکننده‌ها، پل‌ها، سوئیچ‌ها و مسیریاب‌های میانی و دروازه‌ها که وظیفه مدیریت شبکه و هدایت ارسال داده‌ها از مبدأ و مقصد را بر عهده دارند.

۳- کانال انتقال یا لینک‌های ارتباطی که در واقع رسانه‌ی انتقال داده هستند و با اتصال گره‌های شبکه به یکدیگر انتقال داده‌ها را بر عهده دارند. این رسانه‌ها می‌توانند سیم مسی، فیبرنوری یا هوا و خلاء (بی سیم) باشند. که در فصل دوم به تفصیل در مورد آنها بحث خواهد شد.

#### زیرشبکه

به حاصل جمع واسط میانی و کانال انتقال، زیرشبکه گفته می‌شود، بنابراین کاربرد اصلی زیر شبکه، انتقال داده است.

#### گسترش جغرافیایی شبکه‌ها

شبکه‌های کامپیوتری از نظر اندازه و گستردگی جغرافیایی به چندین دسته تقسیم می‌شوند:

### ۱- شبکه‌های سیستمی<sup>(۱)</sup> SAN

که برای اتصال ده‌ها یا صدها مادربورد مجهز به پردازنده و حافظه اختصاصی برای انجام ابررایانش به کار می‌روند. وسعت این شبکه‌ها در حد چند متر است.

### ۲- شبکه‌های شخصی<sup>(۲)</sup> PAN

این نوع شبکه‌ها در محدوده‌ای زیر ده متر شکل می‌گیرند و مالکیت فردی دارند. این رده از شبکه برای اتصالات دستگاه‌های شخصی و خانگی مثل کامپیوتر، تلفن همراه، دستگاه دورنگار (فکس) و تلفن، چاپگر، دوربین ضبط صوت و نظایر آن به یکدیگر کاربرد دارد. در این رده از شبکه تمام تلاش طراحان، بر سادگی کاربری و ارزان شدن آن متمرکز است. تکنولوژی USB (بی سیم) و بلوتوث (بی سیم) برای این رده از شبکه‌ها توسعه داده شده‌اند.

### ۳- شبکه‌های محلی<sup>(۳)</sup> LAN

این نوع شبکه‌ها در فواصل جغرافیایی محدود (حداکثر یکی دو کیلومتر) و تحت تملک سازمان‌های کوچک، ادارات، نهادها، محیط‌های آموزشی و شرکت‌های کوچک نصب و راه‌اندازی می‌شود.

کوچک بودن این نوع از شبکه (از دیدگاه طول فیزیکی کانال انتقال) و کم بودن تعداد ایستگاه‌ها، محاسن فراوانی را برای این رده از شبکه به ارمغان آورده است که از آن جمله بدین موارد می‌توان اشاره کرد:

- با توجه به کوتاه بودن طول کانال، اول اینکه افت سیگنال کم و طبعاً نرخ خطا بسیار پایین است. دوم اینکه نرخ ارسال می‌تواند بسیار بالا باشد (از چند مگابیت در ثانیه تا چند گیگابیت بر ثانیه) سوم اینکه تأخیر انتشار<sup>(۴)</sup> بسیار ناچیز خواهد بود. مجموعه این عوامل باعث خواهد شد تا سرعت مبادله اطلاعات در این نوع شبکه بسیار بالا باشد.
- در این نوع شبکه با توجه به محدود بودن تعداد ایستگاه‌ها، مدیریت شبکه آسان‌تر از بقیه شبکه‌ها است.

- هزینه نصب و راه‌اندازی این نوع شبکه چندان بالا نیست.

توجه: تکنولوژی‌های اترنت، شبکه‌های بی سیم *Wi-Fi* (IEEE 802.11) و توکن رینگ

1- System Area Networks

2- Personal Area Networks

3- Local Area Networks

۴- تأخیر انتشار (*Propagation Delay*) مدت زمانی است که یک سیگنال حامل پیام (الکتریکی یا نوری) از ابتدای کانال به انتهای آن منتقل می‌شود. در کانال‌های فیبرنوری تأخیر انتشار حدود ۳/۳ میکروثانیه و در کانال‌های مسی حدود ۵ میکروثانیه به ازای هر کیلومتر خواهد بود.

(*Token Ring*) برای این رده از شبکه‌ها توسعه داده شده است. در فصل چهارم به این تکنولوژی‌ها خواهیم پرداخت.

#### ۴- شبکه‌های شهری<sup>(۱)</sup> *MAN*

این نوع شبکه‌ها در گستره‌ی یک منطقه‌ی وسیع (مثل یک شهر) پیاده می‌شوند و از لحاظ تکنولوژی بیشتر به *LAN* شبیه است تا دیگر رده‌های شبکه، گستره‌ی پوشش شبکه *MAN* بین صد تا دویست کیلومتر است.

#### ۵- شبکه‌های گسترده<sup>(۲)</sup> *WAN*

این نوع شبکه‌ها در گستره‌ی جغرافیایی یک کشور، قاره یا جهان پیاده می‌شود و شبکه‌های محلی و بین شهری را بهم متصل می‌نماید. شبکه‌ی *WAN* در حقیقت یک «زیر ساخت ارتباطی» یا «ستون فقرات» است که داده‌ها را بین «ماشین‌های میزبان» مبادله می‌کند.

### توپولوژی

مدل ریاضی شبکه‌های کامپیوتری یک گراف است، بنابراین منظور از توپولوژی یا همبندی، نحوه اتصال گره‌های تشکیل دهنده گراف شبکه از طریق لینک‌های ارتباطی می‌باشد. در یک بیان دیگر به نحوه و الگوی چیدمان عناصر شبکه در کنار یکدیگر و چگونگی ارتباط آن‌ها با یکدیگر، در اصطلاح توپولوژی یا همبندی گفته می‌شود. ساختار و توپولوژی فیزیکی شبکه‌های کامپیوتری بر اساس ماهیت کانال‌های انتقال داده (فناوری انتقال) به دو طبقه اصلی زیر تقسیم می‌شود:

#### ۱- نقطه به نقطه (*point to point*)

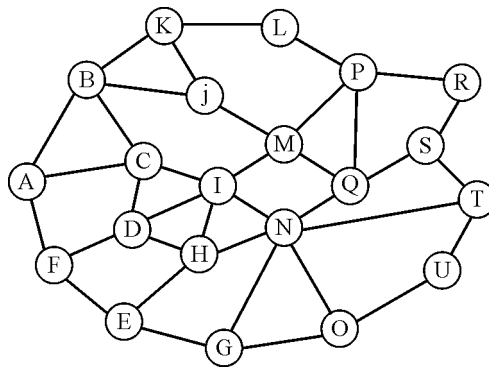
در شبکه‌های نقطه به نقطه به یک کانال فیزیکی مستقیم فقط و فقط دو گره متصل است و هیچ گره دیگری به آن کانال متصل نخواهد بود. در شکل زیر نمونه‌ای از یک شبکه نقطه به نقطه به تصویر کشیده شده است.

در این مثال بین گره‌های (*A* و *B*) و همچنین (*A* و *F*) کانالی مستقیم و اختصاصی وجود دارد ولی بین (*A* و *D*) کانال اختصاصی دیده نمی‌شود. در این ساختار گره *A* قادر است به صورت غیر مستقیم و از طریق گره‌های میانی *B* و *C* داده‌ی خود را به *D* برساند.

منظور از شبکه‌های نقطه به نقطه آن نیست که بین هر دو گره از شبکه حتماً یک لینک مستقیم

وجود دارد بلکه بدین معناست که اگر چنین کانالی وجود داشته باشد، آن کانال، اختصاصی و مستقیم است و هیچ شریک سومی بر روی آن فعالیت نمی‌کند. در شبکه‌های نقطه به نقطه مسیرهای گوناگونی بین دو گره برقرار خواهد بود لذا بحث انتخاب بهترین مسیر از بین این مسیرها مطرح خواهد شد که در فصل پنجم (تحت عنوان مسیر یابی) به آن خواهیم پرداخت.

**نکته:** در شبکه‌های نقطه به نقطه هرگاه بین دو گره کانال مستقیمی موجود نباشد، بسته‌های حاوی داده می‌توانند با گذر از چندین گره میانی، دست به دست هدایت و تحویل مقصد نهایی شوند. گره‌های میانی که به «مسیر یاب» مشهورند وظیفه دارند داده‌ها را به نحوی دست به دست هدایت کنند تا بسته حاوی اطلاعات در رسیدن به مقصد، کمترین تأخیر و کوتاه‌ترین مسیر را تجربه کند. به چنین روالی اصطلاحاً «مسیریابی» گفته می‌شود.



### انواع توپولوژی نقطه به نقطه

چندین نوع، توپولوژی مختلف در شبکه‌های نقطه به نقطه مورد استفاده قرار می‌گیرند که در ادامه به آن‌ها می‌پردازیم:

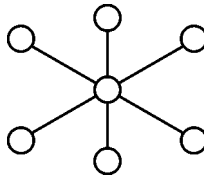
#### توپولوژی ستاره (star)

در توپولوژی ستاره ارتباط تمامی ماشین‌های شبکه از طریق یک گره مرکزی برقرار می‌شود. بنابراین کلیه اطلاعات برای آنکه مبادله شوند از گره مرکزی عبور می‌کنند. در واقع فرستنده، داده ارسالی خود را به گره مرکزی ارسال می‌کند و این گره، داده‌ها را به سمت مقصد هدایت می‌کند. کابل موجود در توپولوژی خطی، در اینجا تبدیل به یک گره مرکزی شده است. این گره مرکزی می‌تواند یک هاب یا یک سوئیچ باشد.

**توجه:** توپولوژی خطی جلوتر شرح داده خواهد شد.  
**توجه:** هاب و سوئیچ دستگاه‌هایی هستند که برای اتصال چند ایستگاه و یا چند شبکه به یکدیگر به کار می‌روند. (در فصل پنجم به آن‌ها خواهیم پرداخت).

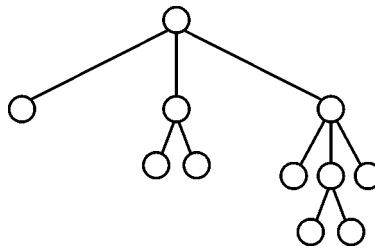
### ویژگی‌های توپولوژی ستاره

- هر گره برای اتصال به شبکه، تنها نیاز به یک پورت دارد (به غیر از گره مرکزی)
  - عملکرد شبکه به شدت وابسته به گره مرکزی است.
  - با قطع یک کابل، فقط ایستگاه متصل به آن، از شبکه خارج می‌شود.
  - اگر گره مرکزی خراب شود، کارکرد کل شبکه مختل خواهد شد. اما اگر یک گره معمولی خراب شود تنها همان گره از شبکه خارج خواهد شد.
- توجه:** تعداد کابل‌های مورد نظر در توپولوژی ستاره با  $n$  گره (بدون احتساب گره مرکزی)، برابر  $n$  است.



### توپولوژی درختی (Tree)

در این نوع توپولوژی ماشین‌ها در یک الگوی درختی به یکدیگر متصل می‌شوند. برگ‌های این درخت، همان ماشین‌ها و گره‌های میانی، عناصر ارتباطی (مثل هاب و سوئیچ) هستند. هرگاه دو ماشین همزاد باشند (یعنی از یک عنصر میانی منشعب شده باشند) ارتباط آن‌ها توسط گره پدرشان برقرار می‌شود و در غیر این صورت برقراری ارتباط آن‌ها در سطوح بالاتر انجام می‌گیرد. این نوع از توپولوژی در حقیقت از به هم پیوستن چند شبکه با توپولوژی ستاره پدید می‌آید و استفاده از آن بسیار رایج است.





مثال: به منظور گسترش شبکه و اتصال چندین هاب به یکدیگر معمولاً از کدام توپولوژی استفاده می‌شود؟

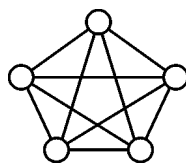
(۱) حلقه (۲) خطی (۳) درختی (۴) ستاره

پاسخ: گزینه (۳) صحیح است.

همان طور که اشاره شد کاربرد اصلی توپولوژی درختی زمانی است که بخواهیم برای گسترش شبکه، چندین هاب را به یکدیگر متصل کنیم.

### توپولوژی گراف کامل یا مش (Mesh)

در توپولوژی مش، هر ایستگاه به تک تک ایستگاه‌های دیگر به وسیله یک کانال انتقال مستقیم و اختصاصی متصل می‌شود. در واقع اگر  $n$  تعداد ایستگاه‌های یک شبکه باشد، هر ایستگاه به وسیله  $n-1$  کانال به دیگر ایستگاه‌ها متصل شده است. به شکل زیر توجه کنید:



👉 **نکته:** یک شبکه با توپولوژی مش دارای  $\frac{n(n-1)}{2}$  کانال انتقال است.

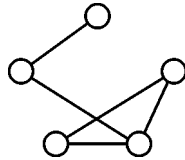
👉 **نکته:** واسط میانی (کارت شبکه) مبتنی بر گراف کامل دارای حداقل  $n-1$  پورت برای اتصال به دیگر کامپیوترها است.

### ویژگی‌های توپولوژی مش

- سرعت انتقال داده بالا به دلیل وجود کانال اختصاصی
- عدم وجود مشکل ترافیک به دلیل وجود کانال اختصاصی
- قابلیت اطمینان بالا (با خرابی چند کانال کل شبکه از کار نمی‌افتد)
- هزینه برپایی شبکه مش به دلیل استفاده از کانال‌های فراوان بالاست.
- قابلیت گسترش و افزودن کامپیوترهای جدید به این شبکه مشکل است.

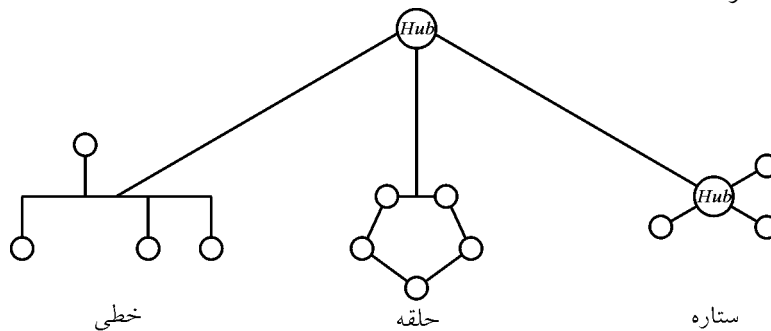
### توپولوژی گراف ناقص یا بی‌نظم (Irregular)

در این توپولوژی بین تمامی کامپیوترها یک مسیر وجود دارد، ولی الزاماً بین هر دو کامپیوتر یک کانال مستقیم وجود ندارد.



### توپولوژی ترکیبی (Hybrid)

شبکه‌های بزرگ کامپیوتری معمولاً از اتصال چندین توپولوژی مختلف تشکیل شده‌اند. این توپولوژی بزرگ را به نام توپولوژی ترکیبی می‌شناسند. شکل زیر ترکیبی از توپولوژی خطی، حلقه و ستاره است.



توجه: توپولوژی خطی جلوتر شرح داده خواهد شد.

### ۲- همه پخش، پخش همگانی یا انتشاری (Broadcast)

در شبکه‌های انتشاری، انتقال اطلاعات از طریق یک کانال فیزیکی که بین تمام ایستگاه‌های شبکه مشترک است، انجام می‌شود. در واقع در این نوع شبکه همه کامپیوترها به یک کانال انتقال متصل هستند و برای ارتباط با هم فقط از همین کانال استفاده می‌کنند. هر ایستگاه که داده‌ای برای ارسال داشته باشد، آن را روی کانال پخش همگانی قرار می‌دهد و به طرف مقصد ارسال می‌کند. بقیه کامپیوترها در حال گوش دادن کانال هستند و در صورتی که ایستگاهی داده‌ای دریافت کند، اگر داده دریافتی بر اساس آدرس مقصد برای آن فرستاده شده باشد، داده را بر می‌دارد و اگر نه آن را دور می‌ریزد. توجه کنید، در این نوع شبکه تمام کامپیوترها می‌توانند داده‌های ارسالی را دریافت کنند ولی فقط داده مختص به خود را برمی‌دارند. استفاده از کانال‌های مشترک برای انتقال اطلاعات بین ایستگاه‌های شبکه از برخی جهات مشکل آفرین است.

### ● مدیریت پیچیده کانال

در این شبکه، مدیریت کانال به نحوی که تمام ایستگاه‌ها بتوانند در یک روال قانونمند و عادلانه، از کانال استفاده کنند، پیچیده است، زیرا در شبکه‌ها هر ایستگاه عنصری مستقل محسوب می‌شود و هیچگونه حاکمیت بیرونی بر آن‌ها وجود ندارد لذا رعایت قانون و نوبت در استفاده از کانال بر عهده‌ی خود ایستگاه‌ها است. دقت کنید که در این نوع شبکه‌ها یک ایستگاه مجاز نیست به محض آنکه داده‌ای برای ارسال داشت، آن را روی کانال بفرستد بلکه باید بر طبق قواعدی که به نام «پروتکل نظارت بر واسط انتقال»<sup>(۱)</sup> مشهور است، خودش را نوبت‌بندی کرده و سپس اقدام به ارسال نماید. ارسال همزمان دو ایستگاه در این نوع شبکه، منجر به «تصادم»<sup>(۲)</sup> شده و در نتیجه داده‌های ارسالی خراب و فاقد اعتبار خواهند شد.

### ● امنیت پایین

با توجه به آنکه تمام ایستگاه‌ها موظف به گوش دادن به کانال انتقال هستند بنابراین اطلاعات روی کانال مشترک توسط تمام ایستگاه‌ها شنیده می‌شود. کافی است کسی بخواهد به اطلاعات دیگران دسترسی داشته باشد، بنابراین یک ایستگاه کنجکاو به راحتی با انتقال تمام یا بخشی از اطلاعات در حال تبادل روی کانال به درون حافظه اصلی خود، آن را در اختیار شخص بیگانه قرار می‌دهد. به همین دلیل استفاده از شبکه‌های کانال مشترک، برای ارسال اطلاعات محرمانه زمانی عقلانی خواهد بود که این اطلاعات قبل از ارسال رمزگذاری شده باشند.

### ● کارایی پایین

با توجه به آنکه تمام ایستگاه‌ها فقط یک کانال در اختیار دارند، لذا فقط سهم کوچکی از کل پهنای باند در اختیار یک ایستگاه قرار می‌گیرد. اگر داده‌ها در اثر بروز تصادم یا نویز، دچار خرابی شوند وضع به مراتب بدتر هم خواهد شد.

با تمام این تفصیلات استفاده از کانال‌های مشترک به عنوان یک تکنولوژی انتقال بسیار مقرون به صرفه به شمار می‌آید و به صورت گسترده از آن استفاده می‌شود. شبکه‌های ماهواره‌ای، شبکه محلی اینترنت و شبکه محلی بی سیم بلوتوث و *wifi*، همگی شبکه‌های نوع «پخش همگانی» محسوب می‌شوند.

### انواع توپولوژی پخش همگانی

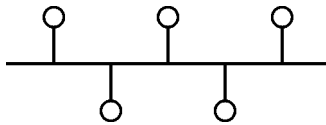
چندین نوع، توپولوژی مختلف در شبکه‌های پخش همگانی مورد استفاده قرار می‌گیرد که در ادامه به آن‌ها می‌پردازیم:

#### توپولوژی خطی (Bus)

در این نوع توپولوژی تمام کامپیوترها از طریق یک کانال فیزیکی مشترک به همدیگر متصل می‌شوند و هرگونه تبادل اطلاعات از طریق این کانال انجام خواهد شد.

#### ویژگی‌های توپولوژی خطی

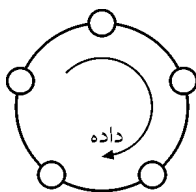
- سادگی در نصب، راه اندازی و ارزان بودن
  - تعداد کابل‌های مورد استفاده (نسبت به سایر توپولوژی‌ها) بسیار کم است.
  - گسترش شبکه ساده است، بدین معنی که برای افزایش گره‌ها و اعضای جدید، کار چندین سختی نباید صورت گیرد. تنها باید عنصر جدید را به کابل مشترک وصل نمود.
  - هر گره برای اتصال به شبکه، تنها نیاز به یک پورت دارد.
  - امنیت پایین
  - کانال باید در هر لحظه، تنها در اختیار یک گره باشد. بدین مفهوم که دو گره به طور همزمان نمی‌توانند برای انتقال داده‌های خود از کانال مشترک استفاده نمایند. بنابراین اگر کانال مشغول باشد تا زمان آزاد شدن آن، هیچ گره‌ای حق آغاز تبادل داده خود را نخواهد داشت، در غیر اینصورت تصادم رخ خواهد داد که باعث خراب شدن داده‌های ارسالی می‌شود.
  - اگر کابل مشترک صدمه‌ای ببیند، عملکرد کل شبکه مختل خواهد شد.
  - برای جلوگیری از انعکاس سیگنال از انتهای کانال، باید در انتهای کابل از خاتمه دهنده (*terminator*) استفاده نمود.
- تذکره: در فصل چهارم به طور مفصل به نحوه‌ی مدیریت کانال پخش همگانی خواهیم پرداخت.



#### توپولوژی حلقه (Ring)

در توپولوژی حلقه، ایستگاه‌ها در یک ساختار بسته حلقوی به وسیله کانال انتقال به ایستگاه

قبل و بعدی خود متصل می‌شوند. جهت جریان اطلاعات یکی از دو حالت ساعتگرد یا پادساعتگرد است و برای آنکه اطلاعات از یک ایستگاه به ایستگاه غیر مجاور آن در حلقه منتقل شود، باید ماشین‌هایی که در مسیر هستند، بیت‌های داده را دریافت و در خروجی خود تکرار کنند تا در نهایت اطلاعات به مقصد برسد. ارتباط هر ایستگاه با ایستگاه بعدی خود در حلقه یکطرفه است و اگر یک ایستگاه بخواهد به ماشین قبلی خود در حلقه، بسته‌ای از داده‌ها را بفرستد، آن بسته باید یک دور کامل در حلقه گردش کند تا به ایستگاه مورد نظر برسد. در این روش تمام کامپیوترها داده‌ها را به ترتیب در جهت ارسال اطلاعات دریافت می‌کنند. هر کامپیوتر که داده‌ای را دریافت می‌کند آن را بررسی می‌کند اگر متعلق به خودش نبود، آن را برای کامپیوتر بعدی می‌فرستد، ولی اگر متعلق به خودش بود آن را بر می‌دارد و دیگر آن داده را برای کامپیوتر بعدی ارسال نمی‌کند. با این کار از گردش داده به شکل نامحدود در شبکه جلوگیری می‌شود.



**توجه:** در توپولوژی حلقه در آن واحد فقط یک ایستگاه حق ارسال دارد و مابقی ایستگاه‌ها نمی‌توانند چیزی بفرستند بلکه باید همگی در خدمت، فرستنده باشند. مدیریت آنکه چه کسی حق ارسال دارد و نوبت بندی ارسال چگونه است از مباحث ویژه و بنیادی این نوع از شبکه محسوب می‌شود که در فصل چهارم به آن خواهیم پرداخت.

**توجه:** اگرچه شبکه با توپولوژی حلقه، از لحاظ ظاهری «نقطه به نقطه» به نظر می‌رسد ولی باطناً این شبکه از نوع «پخش همگانی» (*Broadcast*) محسوب می‌شود زیرا تمام کانال انتقال در خدمت ایستگاه فرستنده و گیرنده است.

### ویژگی‌های توپولوژی حلقه

- تعداد کابل مورد استفاده کم است.
- هر گره برای اتصال به شبکه، تنها نیاز به دو پورت دارد.
- حذف پدیده تضعیف (زیرا هر گره اطلاعات دریافتی خود را تکرار می‌کند)
- در صورت خرابی یکی از کابل‌ها و یا گره‌ها، عملکرد کلی شبکه مختل می‌شود، چراکه امکان ارتباط اعضا با یکدیگر از بین می‌رود.

👉 **نکته:** تعداد کابل‌های مورد نیاز در توپولوژی حلقه با  $n$  گره، برابر  $n$  است.  
 👉 **نکته:** کمترین و بیشترین کابل پیموده شده برای تبادل داده در یک شبکه حلقه با  $n$  گره، به ترتیب برابر است با:  $1$  و  $n-1$

مثال: توپولوژی حلقه با ۵ گره را در نظر بگیرید. در این صورت تعداد کابل‌های مورد نیاز، کم‌ترین و بیش‌ترین تعداد کابل پیموده شده برای تبادل داده به ترتیب از راست به چپ برابر است با:

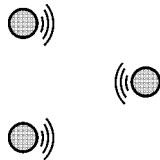
۴،۱،۴ (۱)      ۵،۱،۴ (۲)      ۴،۱،۵ (۳)      ۵،۱،۵ (۴)

پاسخ: گزینه (۳) صحیح است.

در یک توپولوژی حلقه با  $n$  گره، تعداد کابل‌های مورد نیاز، کم‌ترین و بیش‌ترین کابل پیموده شده برای تبادل داده به ترتیب برابر است با  $n$  و  $n-1$  از آنجاکه در این تست  $n$  برابر ۵ می‌باشد. لذا گزینه سوم درست است.

### توپولوژی بی‌سیم (wireless)

در این توپولوژی، اتصال بین کامپیوترها به وسیله کابل برقرار نمی‌شود بلکه اتصال به شکل بی‌سیم بوده و انتقال اطلاعات به وسیله ارسال امواج صورت می‌گیرد.



### نرم‌افزار شبکه

همانطور که مطرح شد، شبکه از دو بخش سخت‌افزار و نرم‌افزار تشکیل می‌شود. بعد از پیاده‌سازی سخت‌افزار شبکه بر اساس یکی از توپولوژی‌های ذکر شده، باید نرم‌افزار مربوطه با توجه به نیاز و هدف برپایی شبکه، انتخاب و بر روی سخت‌افزار نصب شود. نرم‌افزارها از نظر چگونگی ارائه خدمات به دو دسته تقسیم می‌شوند:

#### ۱- مدل سرویس گیرنده و سرویس دهنده (Client/Server)

منظور از سرویس دهنده کامپیوتر و یا نرم‌افزار نصب شده بر روی کامپیوتری است که با توجه به درخواست دیگر ایستگاه‌ها به آنها خدمات ارائه می‌کند.

سرویس گیرنده نیز کامپیوتر و یا نرم‌افزار نصب شده بر روی کامپیوتری است که نیاز به اطلاعاتی دارد که توسط سرویس دهنده تولید می‌شود، در واقع سرویس گیرنده در صورت نیاز،

درخواست خود را برای سرویس دهنده می‌فرستد و سرویس دهنده در اولین فرصت به آن پاسخ می‌دهد و نیاز سرویس گیرنده را بر طرف می‌کند.

بعد از پیاده سازی سخت‌افزار، نرم‌افزار سرویس دهنده روی یک کامپیوتر مشخص نصب می‌شود، نرم‌افزار سرویس گیرنده نیز روی بقیه کامپیوترهای شبکه نصب می‌شود. توجه داشته باشید، اینکه بروی چه کامپیوتری کدام نرم‌افزار نصب می‌شود، مشخص کننده سرویس دهنده یا سرویس گیرنده بودن آن کامپیوتر است. تمام اطلاعات شبکه، فایل‌ها و پایگاه داده‌ها بر روی ایستگاه سرویس دهنده قرار می‌گیرد، از این پس ارسال تصویر و داده‌ها، خدمات وب، اشتراک‌گذاری منابع و دیگر خدمات توسط ایستگاه سرویس دهنده انجام می‌پذیرد و همچنین مسئولیت امنیت تمام دستگاه‌ها و حساب‌های کاربران بر عهده سرویس دهنده است. به دلیل متمرکز بودن و مدیریت آسان منابع، مدل سرویس گیرنده و سرویس دهنده برای شبکه‌های بزرگ با تعداد کاربران زیاد بسیار مناسب است.

تصور کنید شبکه‌ای دارای ۲۰۰ ایستگاه سرویس گیرنده و سرویس دهنده است، در این صورت برای استفاده از یک نرم‌افزار خاص به جای اینکه آن را روی تک تک سرویس گیرنده‌ها نصب کنیم، تنها کافی است یک نسخه آن را روی سرویس دهنده نصب کنیم. البته نقطه ضعف مدل سرویس گیرنده و سرویس دهنده این است که در صورت خرابی سرویس دهنده تمام شبکه از کار خواهد افتاد و ممکن است تمام اطلاعات از دست برود، به همین دلیل در بعضی شبکه‌ها از چندین سرویس دهنده به جای یک سرویس دهنده و همچنین از سیستم تهیه نسخه پشتیبان استفاده می‌شود. سیستم عامل لینوکس و ویندوز سرور مثال‌هایی از سیستم عامل‌های سرویس گیرنده و سرویس دهنده هستند.

**توجه:** دقت کنید که منظور از سرویس دهنده، لزوماً یک کامپیوتر پیشرفته نیست. این تصور غلطی است که سرویس دهنده لزوماً باید یک کامپیوتر بسیار قدرتمند باشد. حتی یک کامپیوتر خانگی با سیستم عامل ویندوز xp و یا مشابه آن نیز در برخی کاربردها می‌تواند نقش سرویس دهنده را ایفا کند. علاوه بر این تعداد سرویس دهنده‌ها در شبکه لزوماً یک عدد نیست. بدین معنی که در یک شبکه می‌توان سرویس دهنده‌های مختلفی را متصور بود از جمله:

*DNS Server, Proxy Server, Data Base Server, File Server, Web Server* و ...

## ۲ - مدل نظیر به نظیر (Peer to peer)

در این مدل هر ایستگاه می‌تواند هم یک خدمتگذار و هم یک مشتری باشد. در واقع هر ایستگاه می‌تواند در صورت نیاز به ایستگاه‌های دیگر درخواست دهد و پاسخ بگیرد. پس از برپایی

سخت‌افزار شبکه، نرم‌افزار نظیر به نظیر روی تمام ایستگاه‌ها نصب می‌شود و بعد تمام منابع اطلاعاتی بین ایستگاه‌ها توزیع می‌شود.

در شبکه‌های نظیر به نظیر اشتراک منابعی مانند چاپگر، برنامه‌های کاربردی، اینترنت و غیره صورت می‌گیرد ولی منابع در یک ایستگاه متمرکز نمی‌شود. این مطلب به این معنی است که با خرابی یک ایستگاه کل منابع از دست نمی‌رود و شبکه به کار خود ادامه می‌دهد. ولی در مقابل به علت همین توزیع شدگی منابع، مدیریت شبکه باید روی تمام ایستگاه‌ها نظارت کند که این مدل را برای شبکه‌های بزرگ نامناسب می‌کند.

از مزایای شبکه‌های نظیر به نظیر، ارزان قیمت بودن آن‌ها است. ضمناً کار با آن‌ها از آن‌جا که به سیستم عامل خاصی نیاز ندارند، ساده است. اما عیب بزرگ آن‌ها محدودیت در تعداد گره‌ها (حداکثر ۲۰ عدد) است. در این نوع از شبکه هر فردی مسئول دستگاه خویش است. لذا از قبل باید آموزش‌های لازم به کاربران در این خصوص صورت گیرد.

مثال: کدام عبارت در مورد شبکه‌های *peer to peer* درست است؟

- (۱) تعدادی از گره‌ها نقش سرویس دهنده و تعدادی دیگر نقش سرویس گیرنده دارند.
- (۲) هر گره همزمان می‌تواند هم سرویس دهنده و هم سرویس گیرنده باشد.
- (۳) تعداد گره‌هایی که نقش سرویس دهنده دارند با تعداد گره‌هایی که نقش سرویس گیرنده دارند برابر است.

(۴) هیچکدام

پاسخ: گزینه (۲) صحیح است.

دقت کنید که گزینه اول در رابطه با شبکه‌های سرویس دهنده و سرویس گیرنده مصداق دارد. در ضمن در هیچ نوعی از شبکه، هیچ الزامی به برابر بودن تعداد گره‌های سرویس دهنده و سرویس گیرنده وجود ندارد.

توجه: همان‌طور که قبلاً بیان شد هدف از ایجاد شبکه‌های کامپیوتری انتقال اطلاعات و در موازات آن پایین آوردن هزینه‌ها است. در شبکه‌های کامپیوتری اصطلاحاً به هر کامپیوتر که قصد ارسال اطلاعات دارد فرستنده گفته می‌شود. یک فرستنده می‌تواند اطلاعات را برای یک ایستگاه (مانند تماس با تلفن) و یا چند ایستگاه (مانند فرستادن امواج رادیو) بفرستد، هر ایستگاهی که اطلاعات را دریافت و استفاده می‌کند، اصطلاحاً گیرنده نامیده می‌شود، به اطلاعاتی که در شبکه‌های کامپیوتری بین ایستگاه‌ها مبادله می‌شود پیغام می‌گویند.



هر ایستگاه در شبکه‌های کامپیوتری دارای یک آدرس منحصر به فرد است. هرگاه فرستنده قصد ارسال اطلاعات دارد، آدرس مبدأ و مقصد را همراه با تعدادی اطلاعات کنترلی (در فصول آینده مفصل توضیح داده می‌شود) در کنار اطلاعات قرار می‌دهد. در واقع یک پیغام تشکیل شده است از اطلاعات ارسالی، آدرس مبدأ، آدرس مقصد و اطلاعات کنترلی.

### پروتکل

مجموعه قواعد و قوانین خاص و مشخص که در قالب یک الگو ارائه شده و برای برقراری ارتباط بین کامپیوترهای یک شبکه استفاده می‌شود. در واقع پروتکل قواعد و مراحل را مشخص می‌کند که کامپیوترها در شبکه برای برقراری ارتباط باید از آن پیروی کنند تا ارتباط ایستگاه‌ها دچار ناهنجاری نشود. به عنوان مثال می‌توان ارتباط بین دو شخص را بیان کرد ( $A$  و  $B$  دو شخص هستند):

۱-  $A$  به  $B$  سلام می‌کند.

۲-  $B$  به  $A$  پاسخ سلام می‌دهد.

۳-  $A$  و  $B$  با هم صحبت می‌کنند.

۴- با اتمام صحبت‌ها با هم خداحافظی می‌کنند.

حال همین رفتار را به شکل مختصر در شبکه‌های کامپیوتری بیان می‌کنیم:

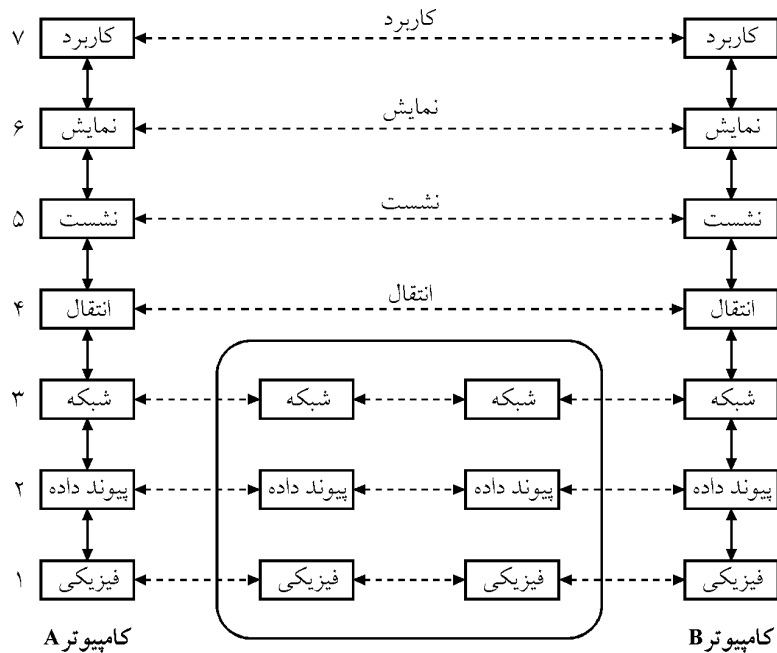
ایستگاه مبدأ یک پیغام مبتنی بر درخواست برای ارسال اطلاعات (قصد ارسال اطلاعات دارم) به ایستگاه مقصد می‌فرستد (سلام). ایستگاه مقصد پیغامی به عنوان قبول درخواست به ایستگاه مبدأ می‌فرستد (پاسخ سلام). ایستگاه مبدأ شروع به ارسال اطلاعات به مقصد می‌کند (صحبت کردن) پس از اتمام اطلاعات ارسالی، ایستگاه مبدأ پیغامی با عنوان قطع ارتباط به مقصد می‌فرستد و ایستگاه مقصد پیغام قبول درخواست را برای مبدأ می‌فرستد و ارتباط قطع می‌شود (خداحافظی).

### مدل مرجع OSI (Open System Interconnection)

پس از گسترده‌گی شبکه‌های کامپیوتری و عمومیت یافتن آن در جهان، کمپانی‌های مختلف شبکه‌هایی با سخت‌افزار و نرم‌افزارهای متفاوت طراحی کردند. این عمل بدون هماهنگی و همگامی بین شرکت‌ها صورت گرفت و باعث ناسازگاری‌های زیادی شد. به شکلی که این شبکه‌ها توانایی برقراری ارتباط با یکدیگر را نداشتند چون از قواعد یکسانی استفاده نمی‌کردند. در سال ۱۹۸۴ سازمان استاندارد جهانی ( $ISO$ ) مدل شبکه‌ای را با نام  $OSI$  معرفی کرد تا تمام

کمپانی‌ها برای تولید سخت‌افزار و نرم‌افزار شبکه از این مدل استاندارد پیروی کنند. با تبعیت ساختار تمام شبکه‌ها از این مدل، دیگر مشکلی برای همگامی و برقراری ارتباط بین شبکه‌های تولید شده توسط کمپانی‌های مختلف به وجود نمی‌آید.

مدل *OSI* از هفت لایه تشکیل شده است. که هر لایه وظیفه خاصی در جهت انتقال داده بر عهده دارد. علت لایه‌بندی کردن یک سیستم شبکه، ساده‌تر شدن طراحی، پیاده‌سازی و فهم توابع و وظایفی است که باید روی اطلاعات ارسالی کار کنند. *OSI* به علت دارا بودن ساختار تفکیک شده و مشخص بودن وظایف هر لایه بهترین گزینه جهت آموزش کاربران در مورد ساختارهای شبکه می‌باشد.

مدل *OSI*

**نکته:** آخرین سرآیند اضافه شده به داده در سمت فرستنده، اولین سرآیندی است که در طرف گیرنده برداشته می‌شود. به همین دلیل معمولاً از اصطلاح پشته پروتکل (*stack protocol*) در شبکه‌های کامپیوتری استفاده می‌شود.

### لایه‌بندی وظایف شبکه

به منظور تفکیک وظایف و عملیات لازم برای انتقال داده، تعدادی لایه در یک سیستم شبکه تعریف می‌شوند که هر لایه وظیفه خاصی را برای انتقال داده بر عهده دارد و مجموعه لایه‌ها با کمک یکدیگر عمل انتقال داده به صورت صحیح را تضمین می‌کنند.

### مزایا

- با تقسیم یک شبکه به اجزاء کوچک‌تر تحلیل، طراحی، پیاده‌سازی، تست، نگهداری و فهم آن ساده‌تر می‌شود.
- تغییرات در هر لایه بر دیگر لایه‌ها تأثیر نمی‌گذارد، بنابراین سرعت گسترش و همچنین خطایابی افزایش می‌یابد.

### عیب

- از آن جا که هر لایه جهت مکانیزم‌های کنترلی خود (مثلاً کنترل خطا) داده‌های کنترلی را به داده‌های اصلی اضافه می‌کند، بنابراین در هر لایه و در نتیجه در مجموع لایه‌ها با سربار مواجه خواهیم بود. توجه نمایید که سربار حاصل از داده کنترلی سبب هدر رفتن پهنای باند خواهد شد.

### معماری شبکه

به حاصل جمع لایه‌ها و پروتکل‌های موجود در هر لایه، معماری شبکه گفته می‌شود. برای تشریح معماری شبکه‌های کامپیوتری از نظر تئوری، دو مدل مرجع وجود دارد:

(۱) مدل *OSI*

(۲) مدل *TCP/IP*

که هر یک از آن‌ها لایه بندی متفاوتی را پیشنهاد می‌دهند. وظیفه هر لایه ارائه سرویس به لایه‌ی بالاتر از آن است. بنابراین در اصطلاح به وظیفه هر لایه نسبت به لایه بالایی خود، سرویس می‌گویند. انجام این وظایف که سرویس نامیده می‌شوند به عهده پروتکل‌هایی است که برای هر لایه وجود دارد.

لایه‌های مدل *OSI* از پایین‌ترین لایه تا بالاترین لایه عبارتند از:

۱- لایه فیزیکی (*Physical Layer*): در واقع لایه فیزیکی یک ساختار سخت‌افزاری است که وظیفه آن ارسال اطلاعات به صورت بیت به بیت، بدون تغییر در محتوای آن است. مشخصات لایه فیزیکی با توجه به رسانه انتقال و نوع سیگنال آن بیان می‌شود.

۲- لایه پیوند داده (*Data Link Layer*): لایه پیوند داده وظیفه کنترل لایه فیزیکی را بر عهده

دارد. در هنگام ارسال داده توسط لایه فیزیکی نیاز به یک آدرس فیزیکی (*MAC Address*) برای تعیین مقصد وجود دارد که این آدرس فیزیکی توسط لایه پیوند داده تعیین می‌شود. همچنین چگونگی دسترسی به رسانه انتقال و مدیریت کانال، توسط لایه پیوند داده‌ها صورت می‌گیرد. این لایه وظیفه کنترل جریان داده بین فرستنده و گیرنده، کنترل خطا و خطایابی داده‌های منتقل شده و تحویل مرتب فریم‌های ارسالی را بر عهده دارد.

۳- لایه شبکه (*Network Layer*): با توجه به توضیحات گذشته متوجه شدید که شبکه‌های بزرگ از اتصال تعدادی شبکه کوچک به وجود می‌آیند. برای برقراری ارتباط بین ایستگاه‌های این شبکه‌های کوچک برای هر ایستگاه یک آدرس منطقی در نظر گرفته می‌شود (آدرس *IP*)، در هنگام ارسال، لایه شبکه وظیفه آدرس‌دهی منطقی را بر عهده دارد. از دیگر وظایف لایه شبکه می‌توان مسیر یابی بین ایستگاه مبدأ و مقصد و کنترل ازدحام داده را نام برد. تحویل بسته‌های داده در لایه شبکه به شکل نامطمئن یعنی بدون دریافت پیام تصدیق انجام می‌گیرد.

۴- لایه انتقال (*Transport Layer*): سرویس‌هایی که پروتکل‌های لایه انتقال ارائه می‌دهند، مکمل سرویس‌های لایه شبکه است. این لایه در واقع مسئول تحویل قطعه‌های ارسالی به کامپیوتر گیرنده و دریافت پیام تصدیق است. لایه انتقال در سمت فرستنده قطعات داده را به بخش‌های کوچکتر تقسیم می‌کند و برای هر کدام یک شماره در نظر می‌گیرد، در هنگام دریافت این قطعات توسط گیرنده این شماره‌ها به ترتیب قطعات را حفظ و از دریافت دوباره یک قطعه جلوگیری می‌کند. از وظایف دیگر آن می‌توان کشف خطای انتقال، کنترل جریان و ارائه کیفیت خدمات (*QOS (Quality of Service)*) ذکر کرد.

۵- لایه جلسه (*Session Layer*): قبل از ارسال اطلاعات دو ایستگاه فرستنده و گیرنده اقدام به تبادل اطلاعات کنترلی می‌کنند در این تبادلات اطلاعات هویت فرستنده و گیرنده مشخص و همزمان سازی بین دو ایستگاه برای ارسال داده انجام می‌شود. در حین ارسال نیز با دریافت هر بسته هویت فرستنده آن چک می‌شود. تمام این عملیات توسط لایه جلسه صورت می‌گیرد. همچنین لایه جلسه با قرار دادن نقاط واریسی می‌تواند در صورت قطع ناگهانی ارتباط، دوباره ارسال را از همان نقطه قطع ارتباط شروع کند.

۶- لایه ارائه (*Presentation Layer*): برای جلوگیری از سوء استفاده از اطلاعات توسط کامپیوترهای دیگر و عوامل نفوذی باید در طرف فرستنده روی داده‌های ارسالی رمزگذاری و در طرف گیرنده داده‌ها را رمزگشایی کرد. روش رمزگذاری در ابتدای برقراری ارتباط و در هنگام ارسال اطلاعات کنترلی بین دو ایستگاه مشخص می‌شود. این عمل توسط لایه ارائه انجام

می‌گیرد. وظیفه دیگر این لایه تبدیل کدهای مختلف داده‌های دریافتی است.

۷- لایه کاربردی (*Application Layer*): پروتکل‌هایی در این لایه وجود دارند که توسط برنامه‌های کاربر به شکل مستقیم استفاده می‌شود، در واقع این لایه بالاترین و نزدیک‌ترین لایه به کاربر است و در کل وظیفه تمام لایه‌های قبلی که توضیح داده شد برقراری ارتباط بین لایه کاربردی در ایستگاه گیرنده با لایه کاربردی در ایستگاه فرستنده است (برقراری ارتباط بین دو کاربر) برنامه‌های مرورگر وب، پست الکترونیکی، انتقال فایل و غیره از پروتکل‌های این لایه مانند *FTP*، *POP*، *SmtP*، *Http* استفاده می‌کنند.

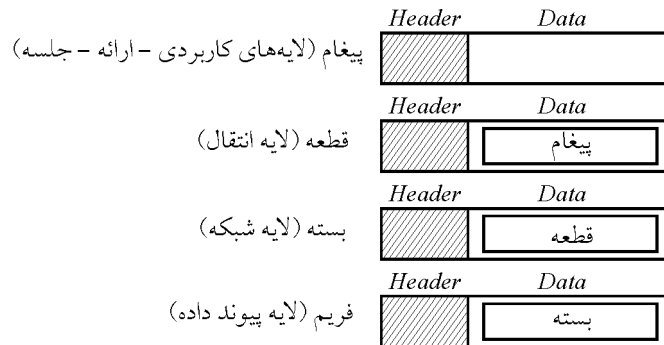
در مدل *OSI* هر لایه داده‌ها را از لایه بالاتر خود دریافت کرده و به آن سر فصل (*Header*) موردنظر و در صورت لزوم دنباله (*footer*) اضافه می‌کند منظور از سر فصل و دنباله، اطلاعات کنترلی است که باید یک لایه به داده‌های دریافتی از لایه بالاتر اضافه کند تا برای لایه متناظر خود در ایستگاه دیگر قابل فهم شود.

هر لایه وظایف و عملیات لایه پایین‌تر خود را از لایه بالاتر مخفی می‌کند. در طرف فرستنده هر لایه پس از اضافه کردن سر فصل و دنباله به داده‌های دریافتی از لایه بالاتر آن را به لایه پایین خود تحویل می‌دهد، پس از عمل انتقال، در سمت گیرنده هر لایه با توجه به اطلاعات کنترلی موجود در سر فصل و دنباله داده دریافتی، سر فصل و دنباله را حذف و اطلاعات را برای قابل فهم شدن توسط لایه بالاتر آماده می‌کند و به لایه بالاتر تحویل می‌دهد.

در هنگام ارسال اطلاعات، هر لایه در ایستگاه فرستنده با لایه متناظر خود در ایستگاه گیرنده یک ارتباط نظیر به نظیر برقرار می‌کند، در واقع پروتکل‌های دو لایه متناظر با هم به تبادل داده می‌پردازند. به داده‌هایی که بین دو لایه متناظر مبادله می‌شود واحد داده پروتکل یا *PDU* (*Protocol Data unit*) می‌گویند.

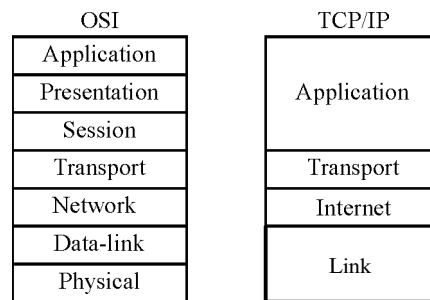
اضافه کردن سر فصل و دنباله در هر لایه باعث به وجود آمدن *PDU* مختص آن لایه می‌شود. *PDU* مختص لایه هفتم، ششم و پنجم را پیغام می‌نامند. لایه انتقال با اضافه کردن سر فصل مناسب به یک پیغام واحد داده‌ای مختص به خود را با نام قطعه (*segment*) می‌سازد به همین شکل در لایه شبکه واحد داده‌ای به نام بسته (*Packet*) و در لایه پیوند داده واحد داده‌ای به نام قاب یا فریم (*Frame*) به وجود می‌آید و در نهایت در لایه فیزیکی اطلاعات به شکل صفر و یک منتقل می‌شود. توجه داشته باشید ممکن است لایه‌ای با دریافت داده از لایه بالاتر آن را به قطعات مختلف تقسیم و بعد به آن سر فصل و دنباله اضافه کند.

👉 **نکته:** باید توجه داشته باشید که مجموع سر فصل + داده + دنباله که *PDU* یک لایه را تشکیل می‌دهد برای لایه پایین‌تر به عنوان داده شناخته می‌شود. به شکل توجه کنید:



### مدل چهار لایه‌ای TCP/IP

مدل *TCP/IP* یک طراحی شبکه‌ای مانند *OSI* است که در دهه ۱۹۷۰ قبل از مدل *OSI* توسط وزارت دفاع آمریکا ارائه شده است. از عوامل مهم ایجاد این مدل وابسته نبودن آن به نرم‌افزار یا سخت‌افزار خاص است. در واقع پروتکل‌های این مدل به شکلی طراحی شده‌اند که توسط آن هر کامپیوتر در شبکه بتواند با کامپیوتر دیگر ارتباط برقرار کند. این مدل در لایه کاربرد دارای پروتکل‌های *HTTP, FTP, DHCP, DNS* و غیره، در لایه انتقال دارای دو پروتکل *TCP* و *UDP*، در لایه شبکه دارای پروتکل *IP* و در لایه پیوند داده دارای پروتکل‌های پخش همگانی و نقطه به نقطه است، مدل *TCP/IP* دارای چهار لایه است.



مقایسه *OSI* با *TCP/IP*

### تفاوت‌های *OSI* و *TCP/IP*

- ۱- مدل *TCP/IP* لایه‌های جلسه و ارائه را در لایه کاربرد ارائه داده است.
- ۲- مدل *TCP/IP* لایه پیوند داده و لایه فیزیکی را در لایه پیوند (*Link*) قرار داده است.
- ۳- مدل *OSI* در لایه شبکه از هر دو نوع ارتباط اتصال‌گرا و بدون اتصال پشتیبانی می‌کند ولی

مدل *TCP/IP* در لایه شبکه فقط سرویس بدون اتصال دارد. ولی در لایه انتقال هر دو نوع ارتباط را پشتیبانی می‌کند.

۴- پروتکل‌های مدل *OSI* بعد از طراحی هفت لایه ابداع شدند ولی در *TCP/IP* اول پروتکل‌ها ابداع شدند و سپس مدلی برای آنها طراحی شد و به همین دلیل هیچ مشکلی در تطبیق پروتکل با مدل وجود ندارد.

لپه تذکر: به لایه *Link* در مدل *TCP/IP*، *Host to Network* نیز می‌گویند.

### نگاهی انتقادی به مدل *OSI*

۱- پیاده‌سازی نامناسب: پیچیدگی بیش از حد *OSI* باعث کند عمل نمودن آن شد، در مقابل *TCP/IP* به دلیل پیچیدگی کمتر توانست حضور *OSI* را کمرنگ کند.

۲- تکنولوژی نادرست: تقسیم بندی وظایف و پروتکل‌ها در لایه‌های این مدل درست انجام نشده بود به طوری که بعضی لایه‌ها مثل ارائه و جلسه تقریباً خالی و لایه‌ای مثل شبکه بسیار شلوغ است.

۳- زمان بندی نادرست: این عامل مهمترین دلیل شکست *OSI* در مقابل *TCP/IP* بود. *TCP/IP* مدت‌ها قبل از *OSI* طراحی شده بود و سرمایه‌گذاری‌های زیاد کاری و آموزشی براساس آن انجام شده بود و زمانی که *OSI* پا به عرصه گذاشت کسی به پشتیبانی آن برنخواست و مورد قبول قرار نگرفت.

۴- سیاست‌های نادرست: *TCP/IP* برای اولین بار با سیستم عامل *UNIX* ارائه شد که از محبوبیت خاصی برخوردار بود و از طرف دیگر به صورت رایگان ارائه شد ولی مدل *OSI* توسط *IBM* که خیلی قدرتمند بود ارائه شد و طراحان شبکه از بیم آنکه *IBM* به یک ابرقدرت تبدیل شود و دولتمردان نیز در آن سهم شونند، تمایلی به استفاده از *OSI* نداشتند.

مثال: کدام گزینه نمی‌تواند تعداد کابل‌های مورد نیاز در یک شبکه با  $n$  گره و با توپولوژی گراف کامل باشد؟

۱) ۱۵      ۲) ۳۸      ۳) ۲۱      ۴) ۲۸

پاسخ: گزینه (۲) صحیح است.

چنانچه در فرمول  $\frac{n(n-1)}{2}$ ، به جای  $n$  به ترتیب ۶، ۷ و ۸ قرار دهیم، تعداد کابل‌های ۱۵، ۲۱ و

۲۸ حاصل می‌شود. اما به ازای هیچ مقدار  $n$  به عدد ۳۸ نمی‌رسیم.

مثال: اصطلاح معماری شبکه با کدام گزینه مطابقت دارد؟

- (۱) لایه بندی شبکه  
 (۲) پروتکل موجود در هر لایه  
 (۳) سخت‌افزار شبکه  
 (۴) مجموعه لایه‌ها و پروتکل‌های آن
- پاسخ: گزینه (۴) صحیح است.

معماری شبکه، اصطلاحی است که به مجموعه لایه‌ها و پروتکل‌های موجود در هر لایه اطلاق می‌شود.

مثال: کدام گزینه لزوماً در مورد فناوری انتقال داده نقطه به نقطه درست است؟

- (۱) کلیه گره‌ها از کانال مشترکی استفاده می‌کنند.  
 (۲) بین هر دو گره باید حداقل یک مسیر فیزیکی وجود داشته باشد.  
 (۳) بین هر دو گره باید حداقل یک مسیر منطقی وجود داشته باشد.  
 (۴) روش انتشاری بهبود یافته آن است.

پاسخ: گزینه (۳) صحیح است.

استفاده از کانال ارتباطی مشترک از جمله ویژگی‌های فناوری انتشاری به شمار می‌رود. در فناوری نقطه به نقطه بین هر گره نیازی به وجود مسیر فیزیکی نیست بلکه صرف وجود مسیر منطقی کفایت می‌کند.

مثال: کدام لایه است که هیچ سرآیندی به داده دریافتی خود اضافه نمی‌کند؟

- (۱) کاربرد (۲) فیزیکی (۳) انتقال (۴) پیوند داده
- پاسخ: گزینه (۲) صحیح است.

لایه فیزیکی که مستقیماً با سخت‌افزار در ارتباط است و در پایین خود لایه دیگری را نمی‌بیند. هیچ فرآیندی را به داده خود اضافه نمی‌کند.

مثال: فرض کنید شبکه‌ای با ۵ گره داریم که به شکل گراف کامل (مش) طراحی شده است. حداکثر چند کابل می‌توانیم از این شبکه حذف کنیم تا امکان انتقال داده نقطه به نقطه در این شبکه همچنان برقرار باشد؟

- (۱) ۱۰ (۲) ۶ (۳) ۷ (۴) ۵

پاسخ: گزینه (۲) صحیح است.

برای ایجاد ارتباط نقطه به نقطه باید بین هر دو گره دلخواه حداقل یک مسیر وجود داشته باشد. بنابراین نیاز به درخت داریم. درخت گرافی است که دور ندارد. تعداد یال‌های یک درخت با  $n$



رأس برابر  $n-1$  است. در حالت گراف کامل با داشتن ۵ رأس نیاز به  $10 = \frac{5 \times 4}{2}$  یال وجود دارد که بنابراین ۱۰ یال داریم که با حذف ۶ عدد از آن‌ها به ۴ یال ( $4-1=5$ ) می‌رسیم.

مثال: در کدام گزینه همگی موارد، فناوری انتقال انتشاری دارند؟

- (۱) مش، خطی، حلقه  
 (۲) خطی، حلقه، بی سیم  
 (۳) بی سیم، خطی، ستاره  
 (۴) ستاره، بی سیم، حلقه
- پاسخ: گزینه (۲) صحیح است.

مثال: کارایی و امنیت در فناوری انتقال داده انتشاری چگونه است؟

- (۱) پایین، بالا  
 (۲) بالا، پایین  
 (۳) پایین، پایین  
 (۴) بالا، بالا
- پاسخ: گزینه (۳) صحیح است.

به علت استفاده از یک کانال مشترک، هم کارایی و هم امنیت در چنین فناوری دچار مخاطره می‌شود. کارایی به این دلیل که کانال به اشتراک گذاشته شده مسلماً پهنای باند محدودی دارد و امنیت به این دلیل که در صورت شنود کابل مشترک، کلیه اطلاعات، در معرض شنود قرار خواهد گرفت.

مثال: از دید سخت افزاری کدام مورد فاقد اهمیت است؟

- (۱) فناوری انتقال داده  
 (۲) پروتکل  
 (۳) زیر شبکه  
 (۴) گزینه ۲ و ۳
- پاسخ: گزینه (۲) صحیح است.

مفاهیم فناوری انتقال داده و زیر شبکه، مفاهیمی هستند که با سخت‌افزار در ارتباط هستند. در حالی که مفهوم پروتکل از دید سخت‌افزاری فاقد اهمیت است.

## تست‌های فصل اول

۱- برای ایجاد ارتباط بین  $N$  کامپیوتر با توپولوژی نقطه به نقطه گراف ناقص (نامنظم) حداقل نیاز به چند  $Link$  است؟ (آزاد ۸۵)

$\frac{N(N-1)}{2}$  (۴)                       $N$  (۳)                       $N-1$  (۲)                       $N-2$  (۱)

۲- کدام یک از عبارات‌های زیر در مورد مدل لایه‌ای شبکه‌های کامپیوتری صحیح است؟

- (۱) هرچه تعداد لایه‌ها بیشتر می‌شود پیچیدگی طراحی کاهش می‌یابد. (سراسری ۸۴)
- (۲) هرچه تعداد لایه‌ها بیشتر می‌شود سربار سیستم کاهش می‌یابد.
- (۳) هرچه تعداد لایه‌ها بیشتر می‌شود اعمال تغییرات پیچیده‌تر می‌شود.
- (۴) هرچه تعداد لایه‌ها بیشتر می‌شود پیاده‌سازی پیچیده‌تر می‌شود.

۳- شبکه‌ای با توپولوژی  $Mesh$  دارای ۴ کامپیوتر است اگر قرار باشد بدون تغییر توپولوژی ۳ کامپیوتر دیگر به این شبکه اضافه شود نیاز به چند  $link$  دیگر است؟ (آزاد ۸۷)

$16$  (۴)                       $12$  (۳)                       $18$  (۲)                       $15$  (۱)

۴- دلیل (دلایل) استفاده از مدل لایه‌ای برای پیاده‌سازی شبکه‌های کامپیوتری کدام می‌باشد؟

- (۱) پیاده‌سازی ساده‌تر (سراسری ۸۸)
- (۲) پیاده‌سازی ساده‌تر، نگهداری آسان‌تر
- (۳) پیاده‌سازی ساده‌تر، نگهداری آسان‌تر، اعمال تغییرات با هزینه کمتر
- (۴) پیاده‌سازی ساده‌تر، نگهداری آسان‌تر، اعمال تغییرات با هزینه کمتر، سربار کمتر

۵- تعریف زیر معادل کدام گزینه است؟ (آزاد ۸۸)

«مجموعه‌ای از کامپیوترهای مستقل متصل به یکدیگر که عمل انتقال داده بین آنها انجام می‌شود.»

- (۱) پروتکل                      (۲) توپولوژی                      (۳) زیرشبکه                      (۴) شبکه کامپیوتری

۶- کدام گزینه با تعریف زیر مطابقت دارد؟ (آزاد ۸۹ - گروه الف)

«شبکه‌ای از اجزاء بی‌سیم کامپیوتر، مانند موس و پرینتر و کی‌بورد که به کامپیوتر متصل شده‌اند.»

$LAN$  (۴)                       $MAN$  (۳)                       $PAN$  (۲)                       $GAN$  (۱)

---

۷- در کدام گزینه، وظیفه لایه مدل *OSI* به درستی ذکر نشده است؟ (آزاد ۸۹- فناوری اطلاعات)

- (۱) کنترل جریان: لایه پیوند داده  
(۲) کنترل خطا: لایه کاربردی  
(۳) کنترل جریان: لایه انتقال  
(۴) کنترل رسانه انتقال: لایه پیوند داده

---

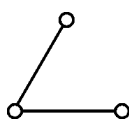
۸- واحد داده در لایه انتقال مدل *OSI* چه نامیده می‌شود؟ (آزاد ۹۰- فناوری اطلاعات)

- (۱) داده‌گرام (۲) قطعه (۳) پیغام (۴) فریم
-

## پاسخ تست‌های فصل اول

۱- گزینه (۲) صحیح است.

برای مثال در گراف روبرو حداقل نیاز به ۲ پیوند داریم تا ارتباط ایستگاهها برقرار شود به عبارت دیگر نیاز به  $(N-1)N$  تعداد ایستگاهها) پیوند داریم.



برای ایجاد ارتباط نقطه به نقطه باید بین هر دو گره دلخواه حداقل یک مسیر وجود داشته باشد. بنابراین نیاز به درخت داریم. درخت گرافی است که دور ندارد. تعداد یال‌های یک درخت با  $n$  رأس برابر  $n-1$  است.

۲- گزینه (۱) صحیح است.

هرچه تعداد لایه‌ها بیشتر باشد وظایف بین لایه‌ها تقسیم می‌شوند و پیچیدگی هر لایه کمتر می‌شود. در واقع یکی از مهم‌ترین اهداف لایه بندی کاهش پیچیدگی‌های طراحی می‌باشد به طوری که با افزایش تعداد لایه‌ها، اعمال تغییرات ساده‌تر و پیاده سازی ساده‌تر می‌شود. این در حالی است که هر چه تعداد لایه‌ها بیشتر شود سربار کل سیستم افزایش می‌یابد زیرا هر لایه به نوبه خود به تولید سرآیند می‌پردازد.

۳- گزینه (۱) صحیح است.

تعداد *Link* در توپولوژی *Mesh* از فرمول  $\frac{n(n-1)}{2}$  محاسبه می‌شود. در حالتی که ۴ کامپیوتر داریم تعداد لینک‌ها برابر  $\frac{4 \times 3}{2} = 6$  است و زمانی که ۳ کامپیوتر دیگر اضافه می‌کنیم تعداد لینک‌ها برابر  $\frac{7 \times 6}{2} = 21$  می‌شود بنابراین  $(21 - 6 = 15)$  لینک باید اضافه شود.

۴- گزینه (۳) صحیح است.

استفاده از مدل لایه‌ای به دلیل پخش وظایف بین لایه‌ها، پیاده‌سازی و نگهداری را ساده‌تر و اعمال تغییرات را با هزینه کم امکان‌پذیر می‌کند ولی به دلایل افزودن سرفصل و دنباله در هر لایه سربار بیشتر می‌شود.

۵- گزینه (۴) صحیح است.

از اتصال یک مجموعه کامپیوتر مستقل یک شبکه کامپیوتری به وجود می‌آید.

۶- گزینه (۲) صحیح است.

شبکه‌ای از اتصال بی‌سیم اجزاء یک کامپیوتر (مانند موس، کی‌بورد، پرینتر و غیره) به کامپیوتر را *PAN* می‌نامند. شبکه شخصی گسترده‌تری در حد چندین متر دارد.

۷- گزینه (۲) صحیح است.

لایه پیوند داده: وظیفه این لایه آدرس‌دهی (قرار دادن آدرس *MAC*)، تعیین نحوه دسترسی به رسانه انتقال و مدیریت کانال است. در واقع این لایه کنترل‌کننده لایه فیزیکی است و برای لایه فیزیکی مشخص می‌کند که چه کاری را باید انجام دهد، زیرا لایه فیزیکی فقط وظیفه مبادله داده صرف نظر از محتوای داده را بر عهده دارد. تحویل مرتب بسته‌های داده، کنترل خطا و خطایابی داده‌های منتقل شده و کنترل جریان داده بین فرستنده و گیرنده نیز از وظایف این لایه است. لایه انتقال: ارائه سرویس برای تحویل داده به صورت مطمئن همراه با کشف خطای انتقال، کنترل جریان داده (همانند لایه پیوند داده)، ایجاد، نگهداری و حذف مدار مجازی برای انتقال داده، شکستن و قطعه‌قطعه کردن اطلاعات و شماره‌گذاری آن‌ها برای این که قطعه‌ای گم نشود یا دوباره دریافت نشود و ارائه کیفیت خدمات (*Quality of service*) از وظایف این لایه است.

۸- گزینه (۲) صحیح است.

واحد داده در لایه انتقال از مدل *OSI* قطعه (*segment*) می‌باشد. داده گرام یا بسته واحد داده لایه شبکه، فریم واحد داده لایه پیوند داده و پیغام واحد داده لایه‌های کاربردی، ارائه و جلسه می‌باشد.