# فصل پنج

# لایه پیوند
# و شبکه های محلی

انجمن فناوری اطلاعات
INFORMATION TECHNOLOGY FORUM
www.it98.ir

کاملترین مجموعه نمونه سوالات بهمراه پاسخنامه تستی و تشریحی، جزوه، اسلاید، حل تمرین، گزارش آزمایشگاه و کارآموزی، پروژه و... در سایت:
www.it98.ir
مرجع دانشجویان رشته کامپیوتر دانشگاه پیام نور

در فصل قبل دیدم که لایه شبکه یک سرویس ارتباطی را بین دو میزبان فراهم میاورد. این مسیر ارتباطی شامل چندین لینک ارتباطی میباشد(همان طوری که در شکل ۱-۵ نشان داده شده است) با شروع از میزبان مبدا و با عبور از تعدادی روتر و به میزبان مقصد پایان میابد.

این فصل مربوط به این موضوع است که بسته ها چگونه در طول یک لینک ارتباطی ارسال میشود که مجموع آنها مسیر ارتباطی میزبان به میزبان را ایجاد مینماید.

در این فصل خواهیم دو نوع کانال ارتباطی لایه پیوند داده متفاوت وجود دارد.

اولین نوع آن که در شبکه های محلی مرسوم است همچنین در شبکه های محلی بی سیم، شبکه های ماهواره ای و شبکه های با دسترسی فیبر

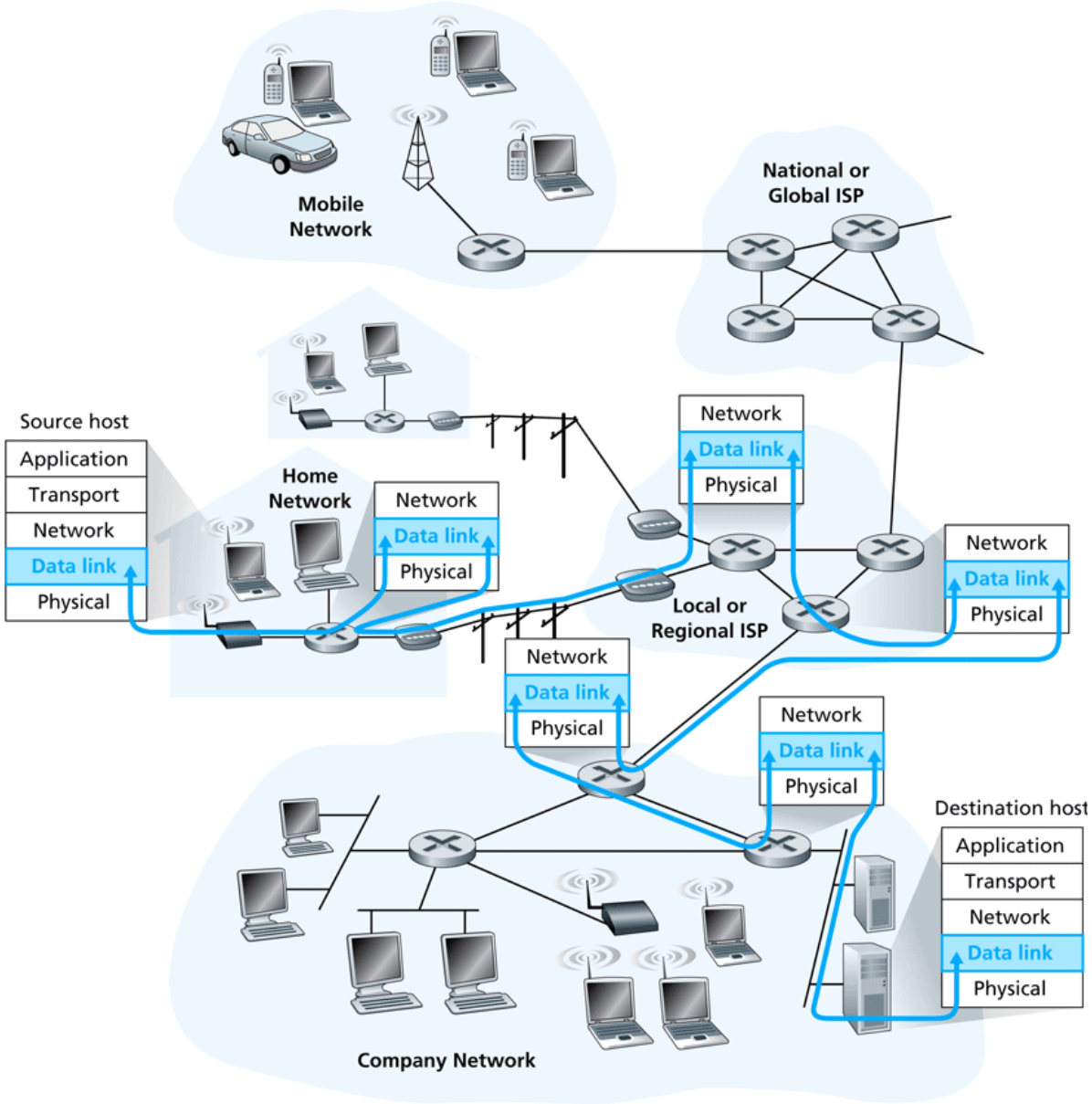



**Figure 5.1** ♦ The link layer

کواکسیال.

شکل ۵،۱ ❋ لایه پیوند

برای چنین کانال های انتشار گسترده پروتکلی به نام "دسترسی به رسانه " مورد نیاز است که انتقال و اجتناب از تصادم را هماهنگی و مدیریت نماید.

نوع دوم کانال لایه پیوند داده ، لینک اتباطی نقطه به نقطه برای ارتباط دو روتر به هم و یا ارتباط کاربران خانگی مودمی با ISP مورد استفاده قرار میگیرد.

کنترل لینک نقطه به نقطه بسیار ساده تر می باشد اما هنوز هم فریم بندی انتقال مطمئن داده و خطایابی و کنترل جریان مهم می باشند.

اگرچه WiFi ها جز این لایه حساب میشوند اما رد یک فصل جداگانه مورد بررسی قرار خواهند گرفت.

### ۵-۱ لایه لینک: معرفی و سرویس ها

در این فصل ما از اصطلاح نود (node) برای اشاره به میزبان و روتر استفاده میکنیم و کانال ارتباطی بین دو نود همسایه د طول یک مسیر ارتباطی را لینک (link) مینامیم.

باری اینکه دیتاگرامی از میزبان مبدا به مقصد برسد بایستی از هر لینک ارتباطی مسیر عبور نماید در طول هر لینک نود ارسال کنند دیتاگرام درون یک فریم لایه پیوند داده کپسوله کرده و به لینک ارسال میدارد. نود دریافت کنند نیز فریم را دریافت کرده و دیتاگرام را از درون آن استخراج میکند.

#### ۵-۱-۱ سرویس های فراهم آورده شده توسط لایه پیوند

یک پروتکل لایه پیوند برای انتقال یک دیتاگرام از طریق یک لینک مجزا میباشد.

پروتکل لایه پیوند قالب بسته منتقل شده بین دو نود و همچنین عملی که توسط هر نود زمانی که بسته ای را ارسال یا دریافت میدارد را تعریف مینماید.

این عملیات میتواند شناسایی خطا، انتقال مجدد، کنترل جریان و دسترسی تصادفی باشند.

مثال هایی از پروتکل های لایه پیوند شامل اترنت ، شبکه های محلی بی سیم (WiFi) ، توکن رینگ و PPP میباشد.

درحالی لایه شبکه وظیفه انتقال انتها به انتهای سگمنت لایه ی انتقال را به عهده دارد (از میزبان مبدا تا میزبان مقصد)، پروتکل لایه پیوند وظیفه انتقال نود به نود دیتاگرام لایه شبکه را از طریق یک لینک تنها برعهده دارد.

ویژگی مهم لایه پیوند آن است که دیتاگرام ممکن است توسط پروتکل های مختلف لایه پیوند روی لینک های مختلف در مسیر حمل شوند.

برای مثال ممکن است دیتاگرامی در لینک اول توسط اترنت حمل شود.

در لینک آخر توسط PPP و در لینک های میانی توسط پروتکل پیوند داده WAN حمل میشود. و سرویس های اهاته شده توسط این لایه متفاوت باشد.(برای برخی پروتکل ها بطور مثال تحویل مطمئن باشدوبخش های دیگرند) بنابراین لایه شبکه بایستی قادر باشد وظیفه انتقال انتها به انتها را روی چنین مجموعه سرویس های پیوند داده ی غیر همگون به انجام برساند. باری درک بهتر موضوع به مثال زیر توجه نمایید:



www.it98.ir

wWw.it98.ir

انجمن فناوری اطلاعات
www.it98.ir

"یک آژانس مسافرتی قرار است سفری را از پرینستون به لوزان سوئیس برای توریست ها طراحی کند آژانس تصمیم میگیرد برای راحتی توریست ها آنها را از پرینستون با لیموزن به فروگاه JFK ببرد از این فرودگاه تا فرودگاه ژنو با هواپیما و از ژنو تا لوزان هم با قطار.

درحالی که آژانس مسافرتی سه رزرواسیون دارد اما وظیفه اوقبول مسئولیت برای انتقال توریست از پرینستون به فرودگاه JFK و از آنجا به فرودگاه ژنو و از آنجا هم به لوزان میباشد.درحالی که هر کدام از این سه مرحله توسط شرکت های مختلفی مدیریت میشوند ودارای سرویس های مختلفی میباشند اما با این حال دارای سرویس های اولیه مشترک میباشند."

در این قیاس توریست ها همانند دیتاگرام بوده ، هر قطعه انتقال مشابه لینک ارتباطی بوده و نوع انتقال نیز همانند پروتکل لایه پیوند میباشدو آزانس مسافرتی هم یک پروتکل مسیریاب میباشد.

سرویس های ممکن که پروتکل لایه انتقال فراهم می آورند میتوانند شامل موارد زیر باشند:

*فریم بندی – تمام پروتکل های لایه پیوند هر دیتاگرام را قبل از ارسال درون فریم کپسوله (بسته بندی) می نمایند. یک فریم شامل یه فیلد داده میباشد که دیتاگرام درون آن وارد میشود وهمچنین تعدادی فیلد هدر.

ساختار فریم به نوع پروتکل ارتباطی بستگی دارد.

*دسترسی به لینک – یک پروتکل "کنترل دسترسی به رسانه" (MAC) قوانینی را که توسط آن فریم بر روی لینک ارسال میشود را تعیین میکند.

باری لینک های نقطه به نقطه که فقط یک فرستنده و یک گیرنده در دو انتهای لینک موجود است این پروتکل ساده (و یا حتی وجود ندارد) .

بطور ساده فرستنده میتواند هر زمان که لینک آزاد است ارسال نماید.

حالت جالبتر زمانی است که تعدادی نود در یک لینک انتشار پخشی شریک باشند که به آن مسئله دسترسی چندگانه میگویند.

دراینجا پروتکل MAC به عنوان هماهنگ کننده ارسال فریم ها بر روی نود ها عمل مینماید.

*تحویل مطمئن – زمانی که پروتکل لایه پیوند سرویس تحویل مطمئن را فراهم می نماید، درواقع انتقال دیتاگرام از طریق لینک ارتباطی را بدون خطا تضمین مینماید .

(یادآوری میشود که پروتکل TCP نیز چنین سرویس مطمئنی را تضمین میکند)

سرویس تحویل مطمئن معمولا برای لینک های ارتباطی که احتمال بروزخطا در آنها زیاد است مورد استفاده قرار میگیرد.(مانند لینک های بی سیم) و برای لینک هایی که بروز خطا در آنها بسیار بسیار پایین است(مانند فیبرهای نوری، کواکسیال، زوج سیم ها) عملا یک بار اضافی بوده و این سرویس مورد استفاده قرار نمیگیرد.

www.it98.ir

* کنترل جریان – نود های موجود بر روی طرفین لینک دارای ظرفیت بافر فریم محدودی هستند. و این پتانسیل بروز خطا میتواند باشید، اگر گیرنده ای سریعتر از حدی که میتواند دریافت داشته باشد، برای او فریم ارسال میشود آنگاه داده های آن رونویسی شده و از دست میروند. کنترل جریان عمل تنظیم سرعت ارسال را انجام میدهد.

*کشف خطا – اگر داده های دریافتی دارای بیت اشتباهی باشند، مثلا در اثر تضعیف سیگنال، نویز های الکترومغناطیسی و ... آنگاه انتقال این داده ها به نود های بعدی کار بیهوده ای بوده و باید از آن پرهیز نمود.

عمل کشف خطا توسط تعدادی بیت در فریم و کنترل آنها انجام میپذیرد.

کشف خطاها یکی از سرویس های معمول در پروتکل های لایه پیوند میباشد.

یادآوری میشود که کشف خطا در لایه انتقال و لایه شبکه نیز در حد محدود تری انجام میشود اما این عمل در این لایه پیوند بسیار حرفه ای تر و توسط سخت افزار انجام میگیرد.

*تصحیح خطا – شبیه به کشف خطا بوده اما علاوه بر آن میتواند خطا را بازسازی نموده و فریم صحیح را ایجاد نماید . برخی پروتکل ها (نظیر ATM ) این سریس را برای هدر ها ی بسته و نه کل بسته فراهم می آورد.

* انتقال دوطرفه همزمان و غیر همزمان – با سرویس انتقال دوطرفه همزمان هر دو نود دو طرف لینک میتوانند همزمان اقدام به ارسال بسته نمایند. اما در حالت غیر همزمان در هر لحظه فقط یکی از دوطرف قادر به ارسال بسته می باشد.

همانطوری که ملاحظه شد ، بساری از سرویس های این لایه مشابه سرویس های لایه انتقال میباشد سوال این است آیا این موازی کاری نخواهد بود؟

جواب این است که خیر . زیرا سرویس های لایه پروسس به پروسس بوده اما در اینجا سرویس ها بین نود های همسایه میباشند.

۲-۱-۵ لایه پیوند در کجا پیاده سازی میشوند

فعلا ما بر روی پیاده سازی بر روی سیستم های پایانی تمرکز مینماییم .

از فصل چهار به یاد داریم که لایه پیوند در روتر ها در کارت های خط (line card) پیاده سازی میشوند.

آیا این لایه در ماشین های میزبان بصورت سخت افزاری و یا نرم افزاری پیاده سازی میشود.

**شکل ۲-۵ یک معماری نویی میزبان را نشان میدهد.**



www.it98.ir
wWw.it98.ir

لایه پیوند در کارت شبکه پیاده سازی میشود. در قلب کارت شبکه ، کنترل کننده ای وجود دارد که یک چیپ تنها بوده و تمام سرویس های لایه پیوند را پیاده سازی مینماید .

اما امروزه این کارت شبکه عموما بخشی از مادربرد بوده و نیازی به کارت مجزا ندارند.

در سمت فرستنده کنترلر دیتاگرامی که توسط لایه های بالایی درست شده است را از حافظه میزبان دریافت کرده و آنرا درون یک فریم کپسوله کرده (فیله های فریم را هم با مقادیر مناسب پر کرده) و آن را به لینک ارتباطی انتقال می دهد.

در سمت گیرنده ، کنترلر یک فریم کامل را دریافت کرده سپس از درون آن دیتاگرام را استخراج نموده و عملیات کشف خطا را انجام داده و به لایه های بالاتر منتقل می نماید .

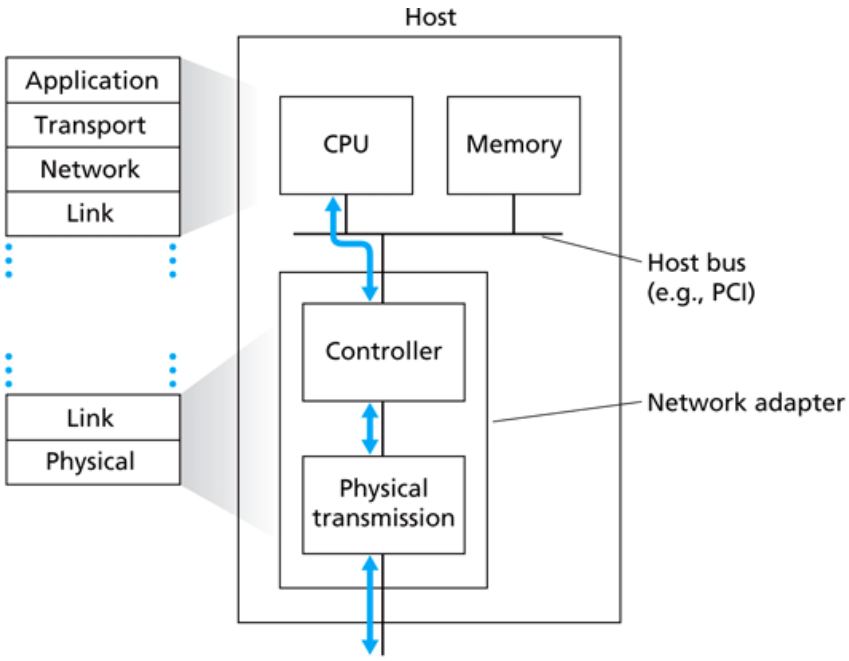



**Figure 5.2** ♦ Network adapter: its relationship to other host components, and to protocol stack functionality

شکل ۵,۲* آداپتور شبکه: ارتباط آن با دیگر اجزای میزبان، و عملکرد پروتکل پشته

۵-۲ تکنیک های کشف و اصلاح خطا

شکل ۵-۴ سناریوی این عمل را نشان می دهد .

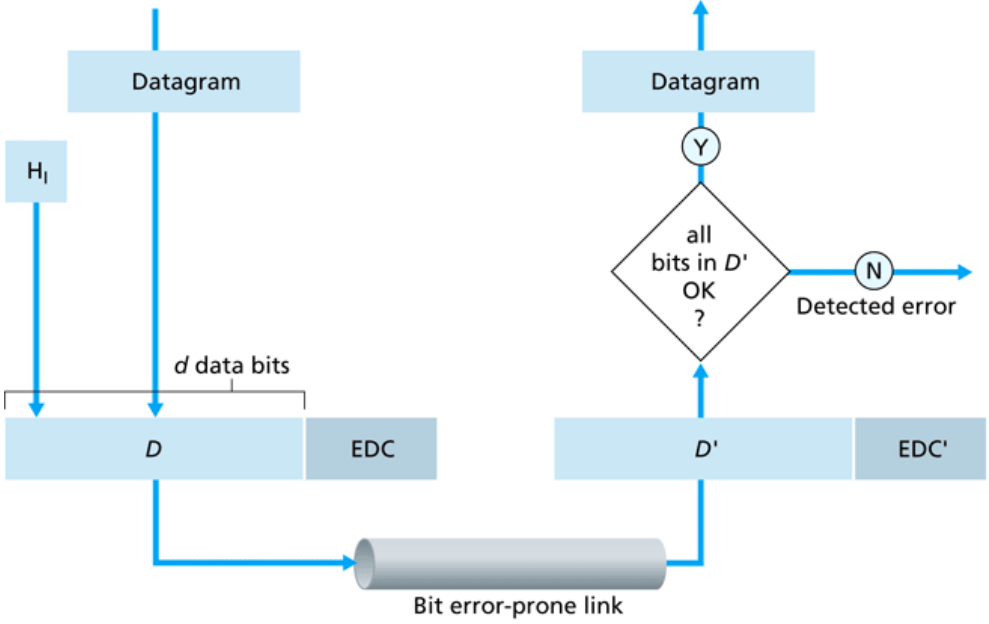



**Figure 5.4** ♦ Error-detection and -correction scenario

در فرستنده داده ی D برای محافظت در مقابل فریمی  بیت ها با روش اصلاح و کشف خطا تقویت و مسلح می شود . (EDC) . هم D و هم اطلاعات مربوط به کشف و اصلاح خطا (EDC) بر روی کانال ارسال می شوند . در نود گیرنده رشته D´ و EDC´ دریافت می شود .

مشکل گیرنده این است که تعیین کند آیا D´ همان D است یا خیر ؟

تکنیکهای کشف و اصلاح خطا گاهی اوقات (و نه همیشه) به گیرنده کمک می کنند که بروز خطاهای بیتی را کشف کنند . حتی با استفاده از این تکنیکها ممکن است خطاهای بیتی کشف نشده های هم موجود باشند . معمولاً روشهای پیچیده و حرفه ای کشف و اصلاح خطا متضمن سربار زیاد

داده ای و محاسباتی می باشند .

شکل ۵,۴* سناریوی تشخیص و تصحیح خطا

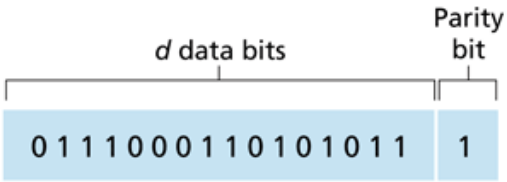



**Figure 5.5** ♦ One-bit even parity

www.it98.ir

انجمن فناوری اطلاعات
www.it98.ir

شکل ۵،۵*

### ۵-۲-۱ چکهای توازن (Parity checks)

شاید ساده ترین راه کشف خطا استفاده از یک بیت توازن باشد .

برای ابتکار در فرستنده برای d بیت داده مورد ارسال ۱ بیت توازن هم اضافه شده و مجموعاً d+1 بیت ارسال می شود .

بیت توازن می تواند به صورت زوج و یا فرد باشد .

بیت توازن زوج طوری تنظیم می شود که تعداد ۱ های کل (d+1) بیت برابر با تعداد زوجی بشود . روش کشف خطا در گیرنده هم ساده است ، کافی است تعداد بیت های ۱ کل داده های (d+1) بیت را شمارش کند . اگر زوج بود آن گاه خطایی رخ نداده است . (در واقع خطای یک بیش رخ نداده است ، ممکن است همزمان دو خطا بر روی داده ها رخ داده شده باشد که این تکنیک قادر به کشف آن نخواهد بود)

البته تجربه نشان داده است که عموماً بجای اینکه یک بیت در داده ها خراب بشوند ، خطاها معمولاً بصورت انفجاری (Burst) می باشند و بر روی تعدادی بیت عمل نموده و آنرا خراب می نمایند . در این حالت احتمال شناسایی خطا توسط این روش (بیت توازن) ۵۰٪ می باشد .

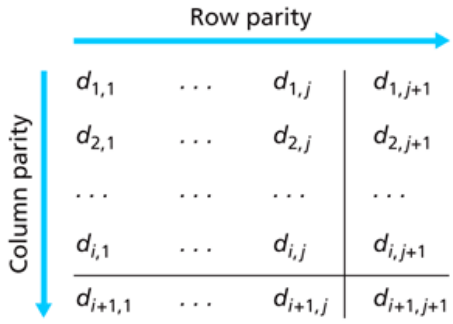
در شکل ۶-۵ طرح بیت توازن بصورت دو بعدی نشان داده شده است .

داده ها در I سط و j ستون تقسیم می شوند و برای هر سطر و هر ستون تعداد توازن محاسبه می شود .

در این حالت اگر یکی از بیت ها دچار خطا بشوند . این روش نه تنها قادر به کشف خطا است بلکه می تواند محل وقوع خطا را هم تعیین کند (و عملاً اقدام به اصلاح خطا نماید!)

www.it98.ir

شکل ۶-۵ طرح این نوع اصلاح یک خطای بیتی را نشان می دهد .



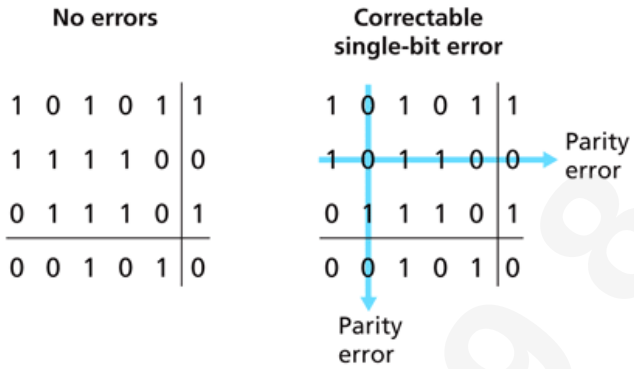




**Figure 5.6** ♦ Two-dimensional even parity

شکل ۵,۶

کاربرد عمده روش های اصلاح وکشف خطا بیشتر برای دستگاههای ذخیره سازی صوت و دستگاه های پخش CD می باشد .

کاربرد آنها در لایه پیوند داده در شبکه ها ، باعث می شود که تعداد انتقال های مجد توسط فرستنده بعلت فریمی داده ها در گیرنده کم شود . زیرا گیرنده خود می تواند داده های صحیح را یافته و از آنها استفاده نماید و باعث حذف عملیات رفت و برگشت درخواست و ارسال بسته مجدد شود . که مخصوصاً برای شبکه هایی که تأخیر انتشار آنها زیاد می باشد ،بسیار مفید می باشد .

### ۵-۲-۲ متدهای چک مجموع (Checksomming)



wWw.it98.ir

انجمن فناوری اطلاعات
www.it98.ir

در این روش d بیت اطلاعات به صورت تعدادی عدد صحیح k بیتی در نظر گرفته می شوند . و از یک روش چک مجموع ساده برای این اعداد k بیتی استفاده شده و بعنوان بیت های کشف خطا استفاده می شود .

چک مجموع اینترنتی براساس این روش بنا نهاده شده است . داده ها بصورت اعداد ۱۶ بیتی در نظر گرفته شده و با هم جمع می شوند ، و در نهایت مکمل ۱ آنها محاسبه شده و بعنوان چک مجموع در نظر گرفته و همراه داده ها ارسال می شود .

در گیرنده تمام داده ها (از جمله چک مجموع) با هم به صورت ۱۶ بیتی جمع می شوند اگر تمام بیت ها ۱ بشوند ، خطایی رخ نداده است در غیر این صورت خطای اتفاق افتاده است . روش چک مجموع نسبتاً شامل سربار کمی می باشد . برای مثال در TCP فقط ۱۶ بیت می باشد .

### ۳-۲-۵ چک افزونه چرخشی (CRC)

این روش بطور گسترده ای در شبکه های کامپیوتری (و عموماً در لایه پیوند) مورد استفاده دارد به نام کدهای چند جمله ای هم شناخته می شوند .

از آنجائیکه رشته بیتی را می توان بصورت چند جمله ای هم دید ، می توان از محاسبات چند جمله ای برای عملیات آن استفاده نمود .

کدهای CRC بصورت زیر عمل می نمایند :

برای d بیت داده ، فرستنده و گیرنده بایستی بر روی (r+1) بیت الگو بنام «تولید کننده» توافق حاصل نمایند . آنرا G می نامیم . لازم است سمت چپ ترین بیت G برابر با ۱ باشد .

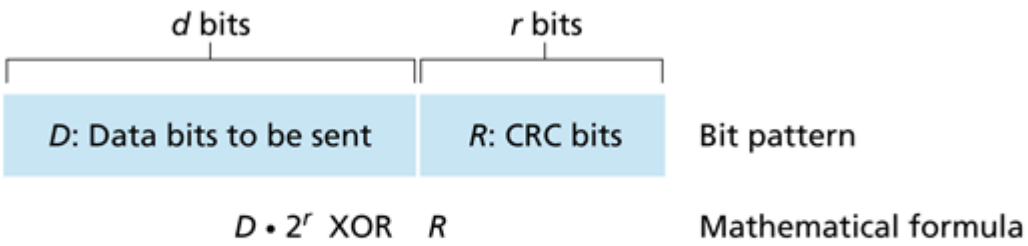



**Figure 5.7** ♦ CRC codes

www.it98.ir

برای یک قطعه داده ، بنام D (با d بیت) ، فرستنده r بیت ، بنام R ، را انتخاب (و یا محاسبه) نموده و همراه با D ارسال می کند (مجموع d+r بیت) به طوری که الگوی d+r بیت (در نگاه دودویی) دقیقاً در پیمانه ۲ بر G بخش پذیر باشد .

در گیرنده کار ساده است ، d+r بیت دریافت را بر G تقسیم کرده ، اگر باقی مانده غیر صفر شد ، گیرنده وجود خطا را تشخیص خواهد داد و در غیر این صورت داده ها صحیح تلقی می شوند .

تمام محاسبات در پیمانه ۲ بدون در نظر گرفتن بیت نقلی و قرضی انجام می شوند .

یعنی اینکه جمع و تفریق مشابه هستند و هر معادل عمل XOR می باشند .

ضرب و تقسیم همانند مبنای ۲ بوده با این تفاوت که هر جا که جمع و یا تفریقی لازم است بدون بیت نقلی و قرضی انجام می شود .

همانند محاسبات بابزی ، ضرب در $۲^k$ . یعنی شیفت الگوی بیتی k بیت به سمت چپ می باشد .

بنابراین یادداشتی D و R مقدار $D.2^r$ XOR R ، الگویی d+r بیتی خواهد شد .

سؤال مهم ما این است که فرستنده چگونه مقدار R را محاسبه نماید ، به طوری که

$D.2^r$ XOR R = nG

یعنی اینکه می خواهیم R ی را بدست آوریم که $D.2^r$ XOR R بدون باقی مانده شود .

اگر دو طرف رابطه بالا را بر XOR R نمایند

$D.2^r$ = nG XOR R

این رابطه می گوید که اگر $D.2^r$ را بر G تقسیم نمایند مقدار باقی مانده دقیقاً R خواهد شد ، به عبارت دیگر

R = باقی مانده $\frac{D.2^r}{G}$

شکل ۸-۵ این محاسبه را برای D=10110(d=b) , G=1001 (r=3) نشان می دهد .

استانداردهای بین المللی از G های ۸ ، ۱۲ ، ۱۶ و ۳۲ بیتی استفاده می نماید .



www.it98.ir

wWw.it98.ir

انجمن فناوری اطلاعات
www.it98.ir

یک CRC با ۸ بیت برای حفاظت از هدر ۵ بایستی سلول ATM استفاده می شود . برای لایه پیوند داده از که زیر که توسط IEEE ارائه شده استفاده می شود :

$G_{CRC-32}$ = 100000100110000010001110110110111

هر کدام از استانداردهای CRC قادر به کشف خطاهای فورانی کمتر از r+1 بیت می باشد .

تحت فرضیات صحیح خطای فورانی بزرگتر از r+1 بیت با احتمال ۱-۰,۵^r کشف خواهند شد .

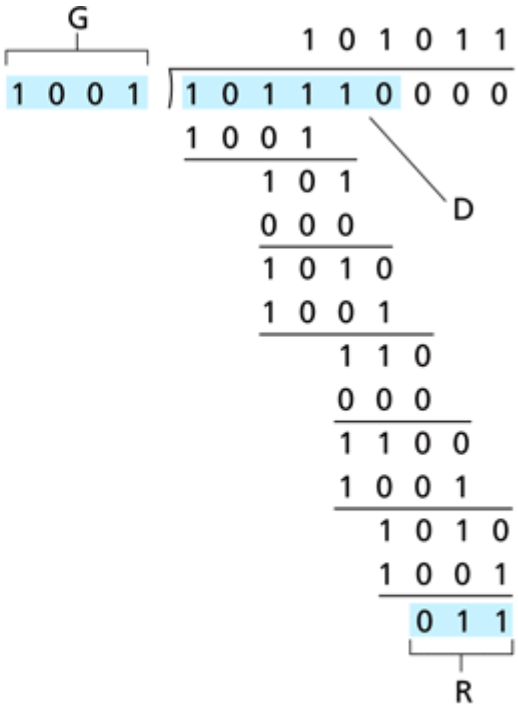



**Figure 5.8** ♦ A sample CRC calculation

استانداردهای CRC قادر به کشف هر تعداد خطای بیتی با تعداد فرد می باشد .

شکل ۵,۸* یک محاسبه CRC نمونه

### ۵-۳ پروتکل های دسترسی چند گانه

در بخش مقدمه ذکر کردیم که دو نوع لینک شبکه داریم :

www.it98.ir

+ لینک نقطه – به – نقطه : شامل یک فرستنده و یک گیرنده در دو طرف لینک

پروتکل های لایه پیوند متعددی برای این نوع لینک طراحی شده است نظیر PPP و HDLC که در بخش های بعدی به آن خواهیم پرداخت .

+ لینک پخش گسترده : چندین فرستنده و چندین گیرنده تماماً به یک لینک متصل هستند . به این خاطر به این نوع لینک پخش گسترده گرفته می شود که اگر فرستنده های فریمی را ارسال نماید ، کانال این فریم را به تمام گیرندگان ارسال خواهد نمود .

مشکل اصلی دراین نوع کانالها هماهنگی و مدیریت کانال می باشد که هر نود فرستنده و دریافت کننده چگونه به کانال اشتراکی دسترسی داشته باشند .

تلویزیون هم رسانه ای با پخش فراگیر است اما به صورت یک طرفه ، نودها در شبکه می توانند هم فرستنده و هم گیرنده باشند .

شامل مثال واضح تری قیاس «مهمانی افراد در یک جشن» باشد ، که همگی در یک سالن بزرگ جمع شده باشند ، و با هم صحبت نمایند .

مثال دیگر کلاس درس می باشد که شامل تعدادی دانشجو و یک معلم می باشد . نکته کلیدی و اصلی در این نوع مسائل این است که چگونه بایستی تعیین نمود که نوبت چه کسی است که صحبت نماید ، (در واقع انتقال روی کانال) و چه زمانی پروتکل هایی نظیر موارد زیر برای کانال های با پخش فراگیر کاربرد دارند :

«به هر کس یک امکانی برای صحبت دادن» ، «تا زمانیکه با تو صحبت می کنند ، صحبت نکن» «صحبت نباید به صورت انحصاری باشد» ، «اگر سؤالی داری دستت را بالا بیاور» ، «زمانیکه کسی صحبت می نماید ، حرف او را قطع نکنید» و «زمانیکه کسی صحبت می نماید نخوابید» .

در شبکه ها کامپیوتری هم مشابه پروتکل هایی تحت عنوان

«پروتکل های با دسترس چندگانه» وجود دارد ، که توسط آنها هر نود خود را توسط آنها برای انتقال در محیط پخش فراگیر تنظیم و مکلف می نماید .



www.it98.ir

wWw.it98.ir

انجمن فناوری اطلاعات
www.it98.ir

شکل ۹-۵ کاربرد این نوع پروتکل ها را در زمینه های مختلف نشان می دهد .

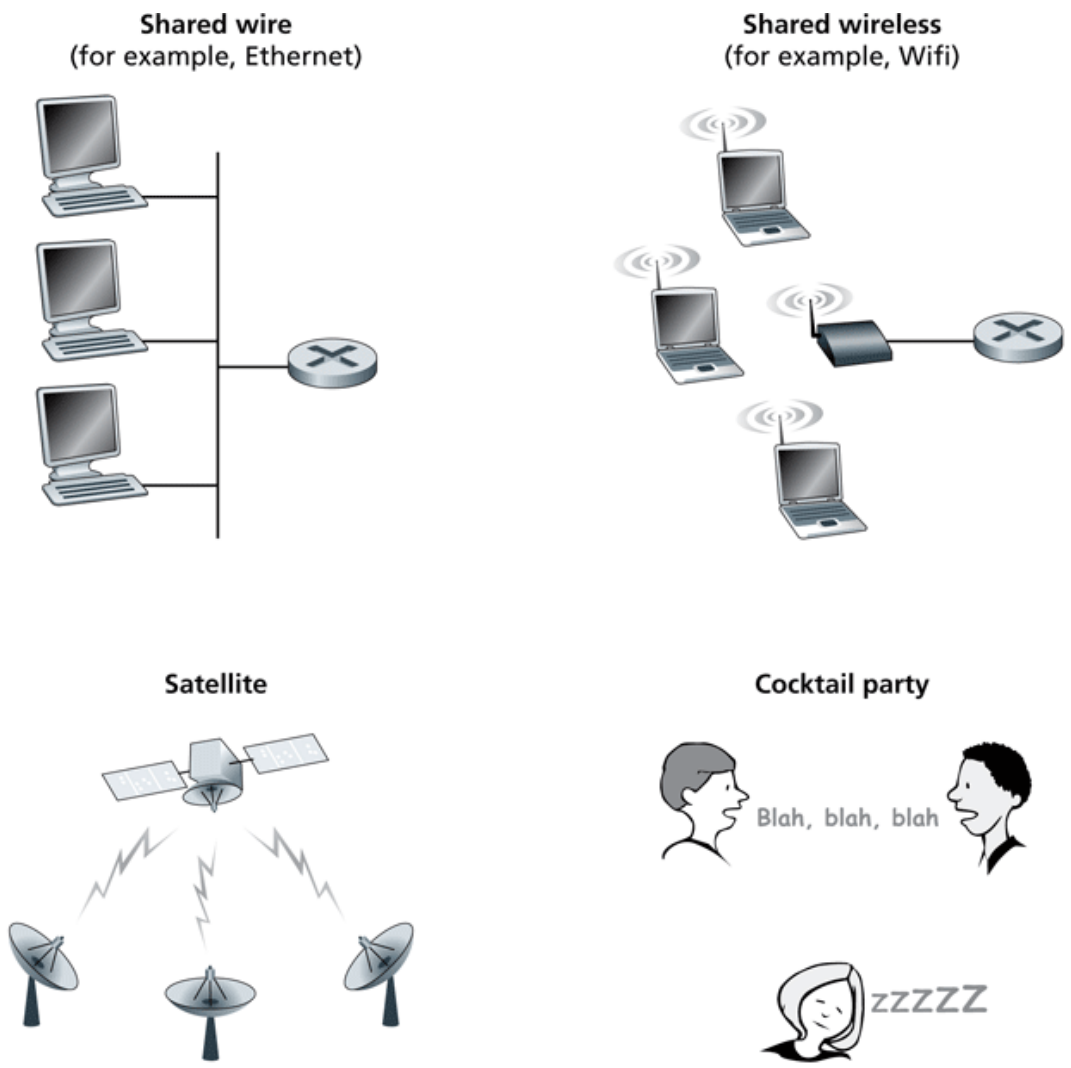



**Figure 5.9** ♦ Various multiple access channels

شکل ۵,۹* کانال های دسترسی چند گانه متنوع

در عمل صدها و یا حتی هزاران نود می توانند از طریق کانال ---- پخش فراگیر با همدیگر ارتباط برقرار نمایند .

و از آنجائیکه همه نودها قادر به ارسال فریم می باشند ، بیشتر از دو نود می توانند اقدام به ارسال فریم نمایند . در آن صورت تصادم فریم ها روی خواهد داد .

عموماً در صورت بروز تصادم ، هیچ یک از دریافت کنندگان قادر به دریافت و شناسایی فریم های ارسالی نخواهند بود . و سیگنالی حاصل از ترکیب دو فریم را که قابل درک نیست را دریافت می دارند .

www.it98.ir

بنابراین تمام فریم های درگیر در انتقال از دست خواهند رفت . و در این دوره تصادم کانال اشتراکی بیهوده صرف خواهد شد .

بنابراین اگر تعدادی نود بخواهند بطور مداوم و مکرر اقدام به ارسال فریم بنمایند ، تعداد تصادم ها بالا خواهد رفت و بخش عمده ای از پهنای باند کانال پخش فراگیر بیهوده تلف خواهد شد .

برای اینکه مطمئن شویم کانالهای پخش فراگیر مفید و سودمند هستند . (بخصوص زمانیکه تعدادی نود فعال هستند) لازم است به نوعی بتوانیم انتقال نودهای فعال را هماهنگ و مدیریت نمائیم . از حدود ۳۰ سال پیش هزاران مقاله وصدها تز دکتری درباره این موضوع نوشته شده است و هنوز هم تحقیقات جدیدی در حال انجام است ، مخصوصاً در مورد لینک های بی سیم .

در طول سالیان یک جین پروتکل دسترسی چندگانه برای تکنولوژیهای مختلف لایه پیوند پیاده سازی شده اند . ما آنها را به صورت زیر دسته بندی می نمائیم :

- پارتیشن بندی کانال
- دسترسی تصادفی
- گرفتن نوبت

این پروتکل ها را به ترتیب مورد بررسی قرار خواهیم داد .

در حالت ایده آل پروتکل دسترسی چند گانه دارای خصوصیات زیر خواهد بود :

۱- زمانیکخ فقط یک نود داده ای برای ارسال دارد آن نود توان عملیاتی Rbps دارد (R نرخ انتقال کانال پخش فراگیر است)

۲- زمانیکه M نود داده ای برای ارسال دارند ، توان عملیاتی هر نود R/M خواهد بود . (معنی جمله این نیست که الزاماً هر نود این سرعت را دارد ، بلکه متوسط سرعت این مقدار خواهد بود)

۳- این پروتکل غیرمتمرکز است ، یعنی اینکه هیچ نود برتری (اربابی) وجود ندارد که اگر از کار بیافتد کل بسته از کار نکند .

۴- پروتکل ساده بوده به طوری که هزینه پیاده سازی کمی داشته باشد .

### ۱-۳-۵ پروتکل های پارتیشن کردن کانال



wWw.it98.ir

از بخش ۱-۳ بیاد داریم که مالتی پلکس کردن های زمانی (TDM) و فرکانس ( FDM) دو تکنولوژی هستند که برای تقسیم پهنای باند کانال پخش فراگیر بین نودها مورد استفاده قرار می گیرند .

فرض کنیم که N نود در کانال مشترک باشند و نرخ انتقال Rbps باشد . TDM زمان را به «فریم های زمانی» تقسیم کرده وسپس هر فریم زمانی را به N «اسلات زمانی» تقسیم بندی می نماید . هر اسلات زمانی به هر کدام از نودها اختصاص داده می شود .

هر زمان که نودی بسته ای برای ارسال داشته باشد ، بسته را در حین زمان اختصاص داده شد به آن می تواند ارسال نماید . معمولاً اسلات زمانی طوری انتخاب می شود که در طول آن هر نود بتواند یک بسته را ارسال نماید .

شکل ۱۰-۵ مثالی از سیستم TDM با ۴ نود نشان می دهد .

Fig 5-10-TDM & FDM

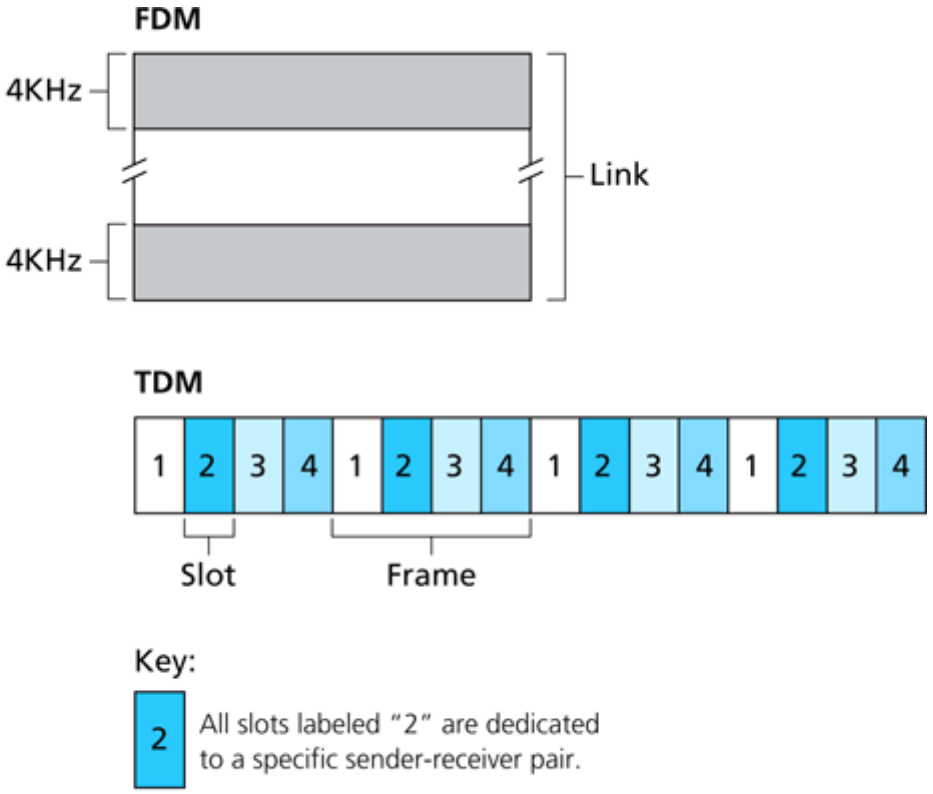



**Figure 5.10** ♦ A four-node TDM and FDM example

شکل ۵,۱۰* یک مثال ۴ نود TDM و FDM

اگر به مثال میهمانی برگردیم . در آن صورت هر فرد می تواند به اندازه زمان مشخصی صحبت نماید و سپس صحبت را به نفر بعدی بدهد و ... زمانی که هم صحبت کردند ، دوباره سیکل تکرار می شود .

TDM یک تکنیک جذابی می باشد . زیرا به طور کامل تصادم را حذف می نماید .

به هر نود دقیقاً توان عملیاتی R/N می رسد . اما دو اشکال عمده دارد . یک نود محدود به نرخ متوسط R/N می باشد . حتی اگر تنها نود باشد . اشکال دوم اینکه نود بایستی تا رسیدن نوبتش در سیکل بعدی صبر نماید . (حتی اگر تنها نود متقاضی ارسال باشد . در حالیکه TDM کانال پخش فراگیر را در زمان به اشتراک می گذارد ، اما FDM کانال با Rbps را به فرکانس های مختلف تقسیم می نماید . (به هر نود پهنای باند R/N می رسد) و به هر نود آن فرکانس را اختصاص می دهد .

FDM در واقع کانال را به N تا زیر کانال کوچکتر تقسیم می نماید . که هر زیر کانال نرخ bps R/N دارد . FDM هم مانند TDM دارای مزایا و معایبی می باشد . همانند TDM در اینجا هم تصادم را به طور کاملی حذف می نماید و دارای معایبی همانند TDM می باشد . و اینکه توان عملیاتی هر نود محدود به R/N می باشد . حتی اگر تنها نودی باشد که بخواهد ارسال انجام دهد .

پروتکل بعدی تقسیم کانال ، تقسیم که با دسترس چندگانه می باشد .

**Code Division multiple access (CDMA)**

در حالی که TDM و FDM اسلاتهای زمانی و فرکانسی را به هر نود اختصاص می دهد ، CDMA به هر نود یک کدی نسبت می دهد .

هر نود از کد منحصر به فرد خود برای رمز کردن (کد کردن) داده های خود برای ارسال استفاده می نماید . اگر کدها به طور دقیقی انتخاب شده باشند ، شبکه های CDMA دارای ویژگی اعجاب آوری هستند که هر نود می تواند داده های خود را به طور همزمان با بقیه ارسال کند و متناظراً گیرنده ها هم به طور صحیح داده های ارسال شده را دریافت نمایند . (با فرض اینکه گیرندگان کدهای فرستندگان را بدانند)



wWw.it98.ir

انجمن فناوری اطلاعات
www.it98.ir

CDMA در سیستم های نظامی مورد استفاده قرار گرفته است (به خاطر ویژگی ضد پارازیش آن) و هم اکنون کاربرد گسترده ای در زمینه های غیرنظامی پیدا کرده است . به ویژه در تلفن های سلولی (موبایل) . از آنجائی که CDMA با کانالهای بی سیم به طور محکمی پیوند دارد .

در فصل ۶ مورد بررسی قرار خواهد گرفت .

## ۲-۳-۵- پروتکل های دسترسی تصادفی

در این نوع پروتکل نود ارسال کننده ماهواره با نرخ کامل (Rbps) ارسال می نماید . زمانی که تصادمی روی دهد ، نودهایی که درگیر تصادم بوده اند ، فریم خود را بایستی مجدداً ارسال کنند تا اینکه تصادمی روی ندهد . اما زمانی که نودی با تصادم روبرو می شود ، الزامی ندارد که بلافاصله اقدام به ارسال مجدد نماید ، بلکه بجای آن می تواند کمی صبر کرده و سپس اقدام به ارسال مجدد بنماید . تمام نودهای درگیر در تصادم به طور مستقل به اندازه تصادفی صبر می نمایند . چون انتخاب صبر کردن مستقل می باشد . امکان دارد که یکی تأخیر کمتری را برگزیند و بنابراین زودتر از دیگران اقدام به ارسال مجدد نماید در آن صورت بقیه بایستی صبر نمایند . و فریم بدون تصادم ارسال می شود .

تعداد زیادی از این پروتکل های دسترس تصادفی (اگر نه صدها) پیاده سازی شده اند ، در این فصل برخی پروتکل های معروف مورد بررسی قرار می گیرند .

پروتکل ALOHA , CSMA و اترنت

*** آلوهای اسلاتی شده Slotted AloHA**

یکی از ساده ترین پروتکل ها می باشد . فرضیات استفاده شده :

- تمام فریم ها شامل دقیقاً L بیت هستند .
- زمان به اسلات هایی با اندازه L/R ثانیه تقسیم می شوند (برابر با زمان لازم برای ارسال یک فریم)
- نودها فقط ارسال فریم را در ابتدای اسلات شروع می کنند .
- نودها سنکرون و همزمان هستند به طوری که هر نود زمان شروع اسلات را می داند ،



www.it98.ir

– اگر دو یا بیشتر فریم تصادم داشته باشند ، تمام نودها این رویداد را قبل از پایان اسلات شناسایی می نمایند .

فرض کنید p احتمال باشد که بین ۰ و ۱ خواهد بود . عملکرد آلوهای اسلاتی برای هر نود بطور ساده به صورت زیر است :

- زمانیکه نودی فریم تازه برای ارسال دارد ، تا شروع اسلات بعدی صبر کرده و سپس تمام فریم را ارسال می دارد .
- اگر تصادمی نباشد ، نود به طور موفقیت آمیز فریم را ارسال کرده و نیازی به ارسال مجدد فریم نخواهد بود . (نود می تواند خود را آماده ارسال فریم بعدی نماید)
- اگر تصادمی بوجود آید ، نود قبل از پایان اسلات آنرا شناسایی کرده و سپس در اسلاتهای بعدی آن را با احتمال p ارسال می دارد ، تا اینکه ارسال بدون تصادم باشد .

تمام نودها هنگام انتخاب «احتمال ارسال مجدد فریم – p پ» مستقل عمل می نمایند .

برخلاف روشهای تقسیم کانال ، در اینجا هر نود می تواند با نرخ کامل R ارسال نماید ، زمانی که تنها نود فعال باشد (نودی فعال گفته می شود که فریم جدید برای ارسال داشته باشد)

این سیستم دارای عدمتمرکز بالا می باشد . زیرا هر نود شناسایی تصادم و تعمیم به ارسال مجدد را مستقلاً انجام می دهد (اما به هر حال لازم دارد اسلات ها برای نودها همزمان باشند و یعنی اینکه غیرمتمرکز کامل نیستند) . اما به هر حال پروتکل بسیار ساده ای می باشد .

زمانی که تنها یک نود فعال وجود داشته باشد ، این پروتکل بخوبی کار می کند . اما سؤال این است اگر چندین نوع فعال باشند ، کارایی آن چگونه است ؟

دو نکته برای محاسبه کارایی موجود است .اول اینکه ، زمانیکه چندین نود فعال داشته باشیم تعداد اسلات صرف تصادم شده و بنابراین بیهوده صرف می شوند . نکته دوم اینکه کسر دیگری از اسلات بخاطر ماهیت احتمال ارسال مجدد خالی خواهد ماند . تنها اسلاتهایی که در آنها دقیقاً یک فریم ارسال شود غیر بیهوده خواهند بود و به آنها اسلاتهای موفق گفته می شود .

محاسبه کارایی این روش بایستی با ارسال تعدادی زیادی فریم و تعداد زیاد نود فعال انجام گیرد .

توجه داشته باشید که اگر هیچ مکانیزم کنترل دسترسی موجود نباشد ، و هر نود بلافاصله بعد از هر تصادم اقدام به ارسال مجدد بنماید ، کارایی صفر خواهد بود .



www.it98.ir

wWw.it98.ir

انجمن فناوری اطلاعات
www.it98.ir

آلوهای اسلاتی کارایی را بالای صفر خواهد رساند ، اما به چه مقدار ؟

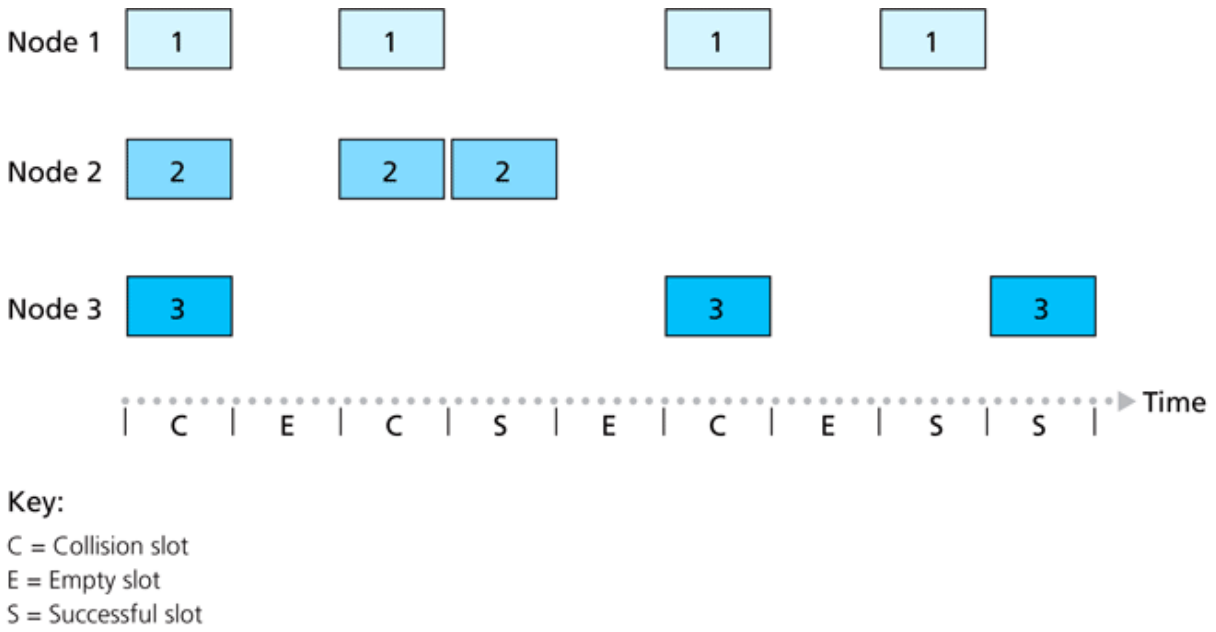



**Figure 5.11** ♦ Nodes 1, 2, and 3 collide in the first slot. Node 2 finally succeeds in the fourth slot, node 1 in the eighth slot, and node 3 in the ninth slot.

شکل۵,۱۱* نود های ۲،۱ و۳ به اسلات اول برخورد دارند. در نهایت نود ۲در اسلات چهارم، نود ۱ در اسلات هشتم و نود ۳ در اسلات نهم نتیجه می شوند.

برای محاسبه کارایی و بدست آوردن مراکز آن ، ما کمی پروتکل را تغییر می دهیم به این صورت که فرض می کنیم هر نود در هر اسلات با احتمال p فریمی  برای ارسال دارد .

(یعنی اینکه هر نود در هر اسلات فریمی  برای ارسال دارد چه فریم جدید باشد و چه فریم ارسال مجدد)

با فرض N نود ، احتمال اینکه در یک اسلات ارسال موفق داشته باشیم .

آن است که یک نود فعال باشد و ارسال کند و N-1 نود ساکت باشند .

احتمال آنکه نود موردنظر ارسال کند p است و احتمال آنکه بقیه ساکت باشند و ارسال نداشته باشند ، $(1-p)^{N-1}$ می باشد .

www.it98.ir

بنابراین احتمال موفقیت نود برای ارسال صحیح $p(1-p)^{N-1}$ می باشد .

بنابراین با N نود فعال کارایی این روش $Np(1-p)^{N-1}$ خواهد بود .

برای محاسبه حداکثر کارایی بایستی p* را بدست آوریم که عبارت فوق را حداکثر نماید .

با انجام این عملیات حداکثر کارایی برابر با $\frac{1}{e} = 0.37$ بدست خواهد آمد .

یعنی اینکه اگر تعداد زیادی نود فریم جهت ارسال داشته باشند در بهترین حالت ۳۷ درصد اسلات ها موفق خواهند بود .

بنابراین نرخ ارسال موثر R bps۰,۳۷ می باشد .

با آنالیز مشابهی ۲۶ درصد اسلاتها خالی خواهند ماند (و بقیه هم طبعاً تصادم!)

تصور کنید که مدیر شبکه به بخشی سیستم آلوهای اسلاتی باسرعت ۱۰۰ Mbps را خریداری کرده است و انتظار دارد برای تعداد زیادی از کاربران حداقل نرخ ۸۰ Mbps را داشته باشد ، (اگر چه کانال قدرت ارسال ۱۰۰Mbps دارد) اما در زمان طولانی توان عملیاتی کانال ۱ و کمتر از ۳۷ Mbps خواهد بود .

*** آلوها**

در پروتکل آلوهای اسلاتی لازم بود که تمام ودها سنکرون شده باشند (در ابتدای هر اسلات) آلوهای اولیه در واقع غیر اسلاتی بوده و کاملاً غیرمتمرکز . در آلوهای خالص با ورود بسته (از لایه بالاتر) نود بلافاصله اقدام به ارسال آن می نماید .

اگر فریم ارسالی دچار تصادم شود ، نود بلافاصله آن را با احتمال p ارسال مجدد می نماید . در غیر این صورت نود به اندازه زمان انتقال فریم صبر کرده و بعد از آن فریم را با احتمال p ارسال می دارد و یا منتظر مانده برای زمان انتقال فریم دیگری با احتمال ۱-p .

www.it98.ir

انجمن فناوری اطلاعات
www.it98.ir

محاسبه کارایی این روش : همان فرضیات آلوهای اسلاتی را در اینجا هم در نظر می گیریم . در هر لحظه از زمان احتمال ارسال فریم p می باشد . فرض کنیم انتقال فریم در لحظه to شروع شود . برای اینکه ارسال فریم موفقیت آمیز باشد ، هیچ نود دیگری نبایست در محدوده [to -1 to] ارسال کند .

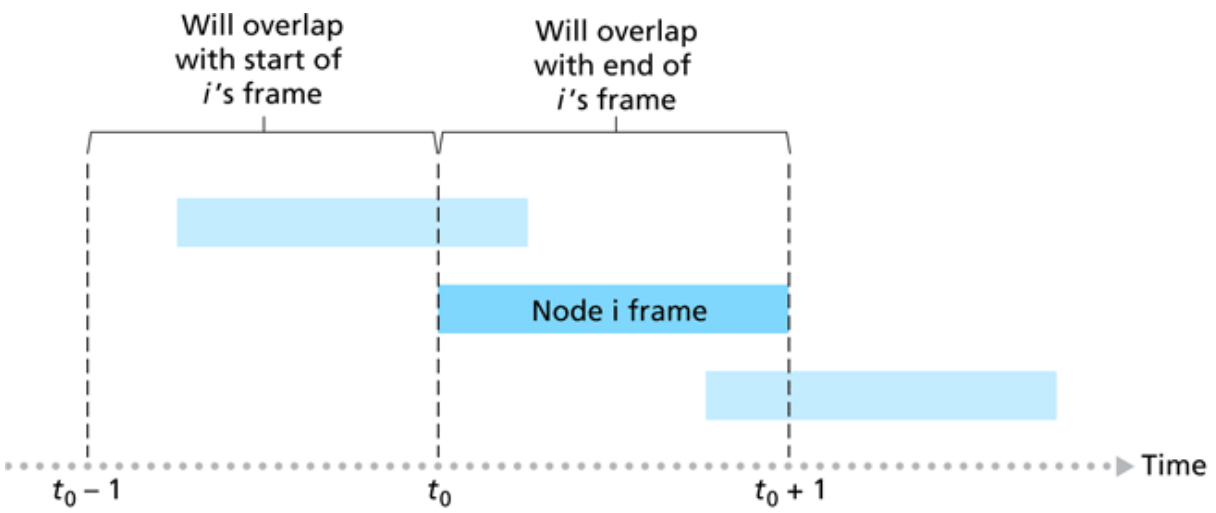



**Figure 5.12** ♦ Interfering transmissions in pure ALOHA

شکل ۵,۱۲* دخالت انتقال ها در آلوهای خالص

احتمال اینکه هیچ نود دیگری در این فاصله فریمی را ارسال نکرده باشد $(1-p)^{N-1}$ است و متناظراً هیچ نود دیگری در حالیکه این نود در حال ارسال است نمی توانند انتقال را انجام دهند . احتمال اینکه هیچ نود دیگری هم در این فاصله شروع به ارسال فریم نکند باز هم $(1-p)^{N-1}$ است .

بنابراین احتمال ارسال موفق $p(1-p)^{2N-1}$ می باشد .

و ما در نهایت به مقدار مراکز $\frac{1}{2e}$ می رسیم (نصف آلوهای اسلاتی) که این قیمت پروتکل آلوهای کاملاً غیرمتمرکز است .

* دسترسی چندگانه با قابلیت شناسایی حامل Carrier sense Multiple Acces (SMR) در هر دو نوع آلوها (خالص و اسلاتی) ، تصمیم نود جهت ارسال بسته مستقلاً انجام می پذیرد و به نودهای دیگر کانال مربوط نیست . بخصوص زمانی که نود اقدام به ارسال می نماید ، هیچ توجهی به اینکه آیا نودهای دیگر فریمی را ارسال کرده اند یا نه ، نمی کند .

برای بالا بردن کارایی دو نوع قانون موجود می باشد .

www.it98.ir

- گوش کن قبل از اینکه صحبت کنی : اگر کس دیگری در حال صحبت است ، تا پایان صحبت او بایستی صبر نموده در مدل شبکه ، به این عمل حس کردن شبکه گفته می شود .

نود قبل از ارسال به خط گوش داد . اگر آزاد بود اقدام به ارسال می کند و اگر کانال اشغال بود به اندازه زمانی تصادفی صبر می کند و سپس دوباره این فرآیند را تکرار می نماید .

- اگر در لحظه صحبت ، کس دیگری هم شروع به صحبت نموده صحبت را قطع کن .

در مدل شبکه به آن کشف تصادم گفته می شود . نود در حالیکه ارسال می کند به کانال هم گوش می دهد و اگر برخوردی رخ دهد ، ارسال را متوقف می نماید .

این دو قانون در خانواده پروتکل های CSMA , CSMA/CD رعایت شده است . ما CSMA/CD را در هنگام بررسی اترنت ، مطالعه خواهیم نمود .

در مورد CSMA ممکن است اولین سؤالی که به ذهن می رسد این باشد که مگر نه اینکه تمام نودها به خط گوش می دهند ، پس چرا تصادم روی می دهد ؟ جواب در شکل ۱۳-۵ می باشد . نودهای A , B, C, D به یک کانال باس انتشار گسترده متصل هستند .

محور افقی موقعیت نود هر محور عمودی نشان دهنده زمان می باشد :

در لحظه TO ، نود B ، کانال را بیکار حس کرد . و یعنی اینکه نود دیگری در حال ارسال روی کانال نمی باشد ، بنابراین اقدام به ارسال می نماید . بیتهای ارسال او در هر دو جهت در رسانه انتشار می یابند . چون زمان لازم برای انتشار بیت ها در قول رسانه غیر صفر و مثبت است . مدت زمانی طول می کشد تا این بیت ها : A , C , D برسند . و چون ممکن است هنوز این بیت ها به D نرسیده باشند ، او هم خط را بیکار حس کرده و اقدام به ارسال بر روی آن می نماید .

www.it98.ir



wWw.it98.ir

انجمن فناوری اطلاعات
www.it98.ir

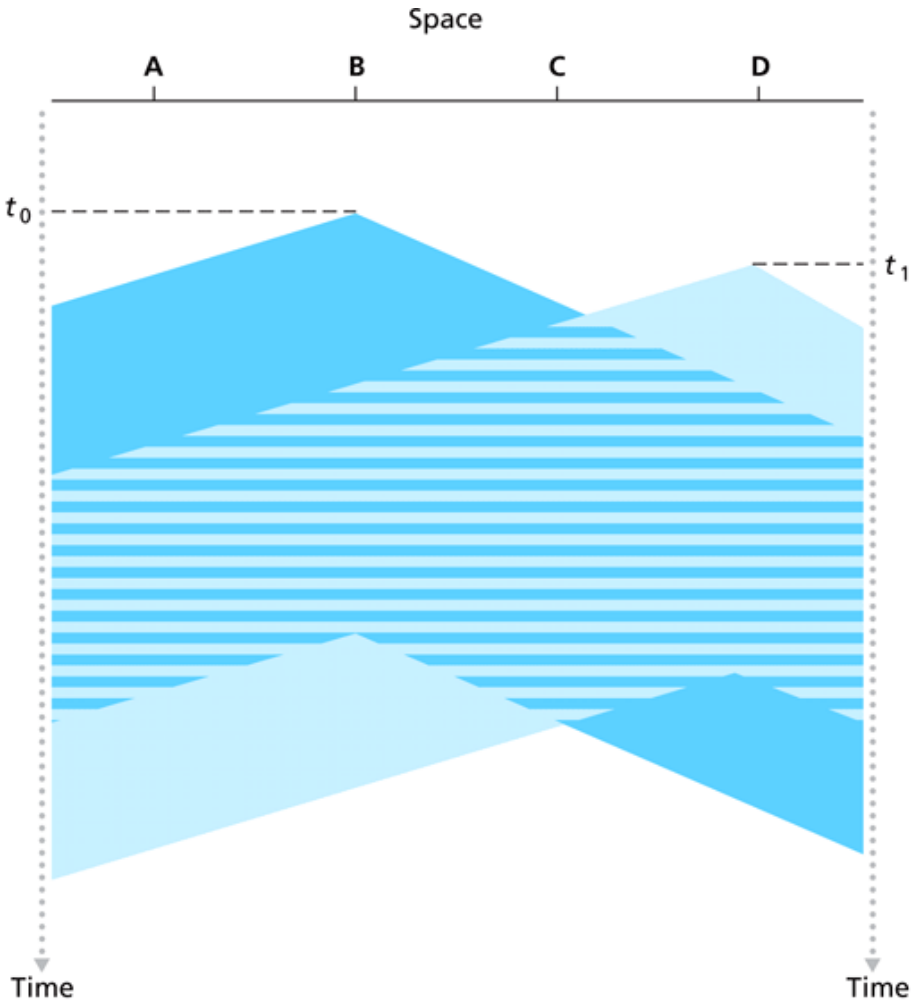



**Figure 5.13** ♦ Space-time diagram of two CSMA nodes with colliding transmissions

شکل ۵,۱۳* دیاگرام زمان فاصله دو نود CSMA با تصادم اتصال ها

بنابراین مطابق شکل ۱۳-۵ عامل تأخیر انتشار در کانال ، نقش اصلی در تعیین کارایی کانال بازی می نماید . و هر چه این تأخیر انتظار بیشتر باشد ، تأثیر بشتری در کاهش کارایی دارد .

و اگر نودها بعد از ارسال بسته ای تصادم را بررسی نکنند ، آنگاه هر دو نود درگیر در تصادم به ادامه ارسال خود اصرار داشته و دامنه تصادم ادامه خواهد یافت .

اما اگر هر دو نود دیگر در تصادم ، اقدام به بررسی بروز تصادم بنمایند ، همانند شکل ۱۴-۵ آنگاه اقدام به قطع ادامه ارسال بسته نموده واز دامنه تصادم کاسته خواهد شد .



www.it98.ir

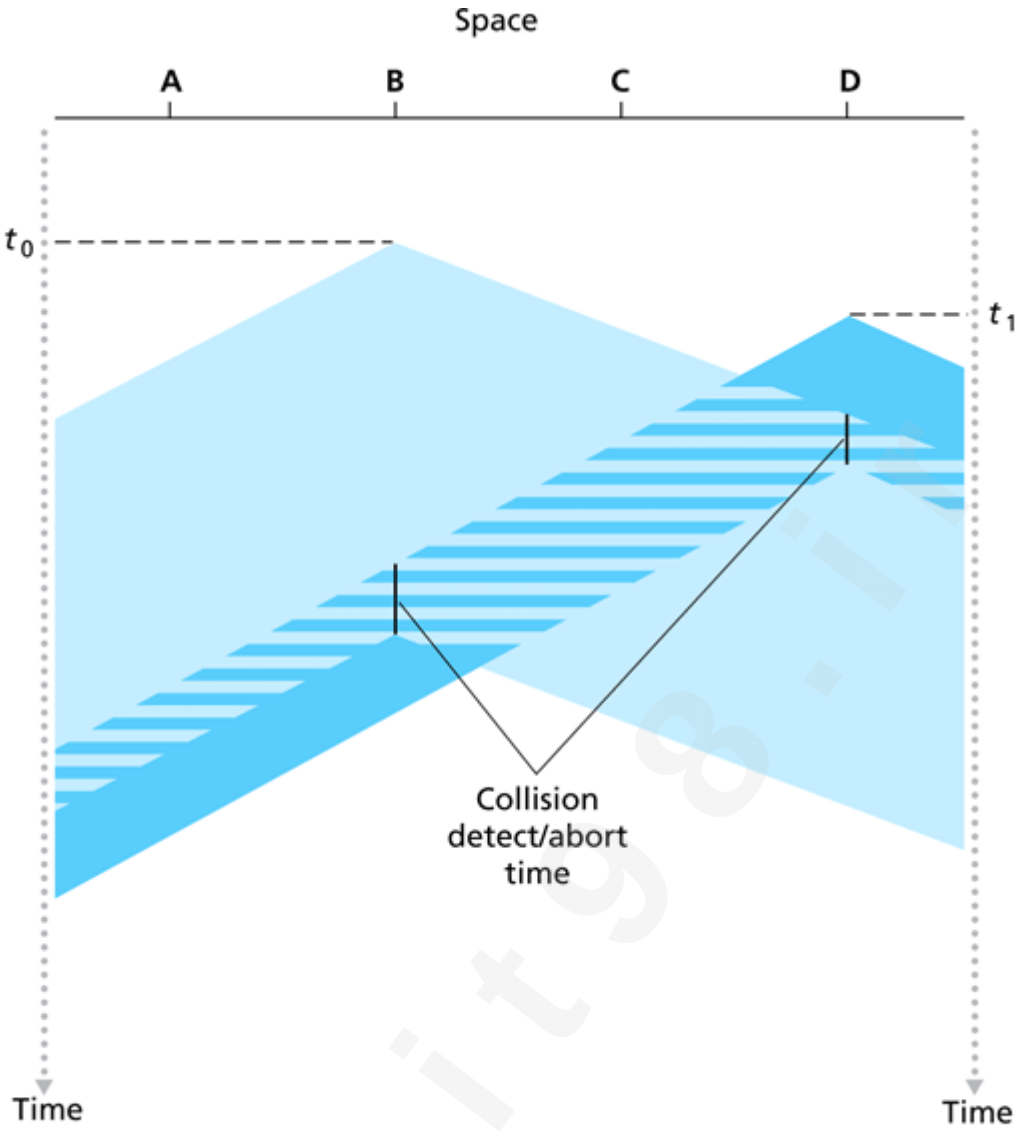



**Figure 5.14** ♦ CSMA with collision detection

شکل ۵,۱۴* CSMA با شناسایی تصادم

*** ۳-۳-۵ پروتکل گرفتن نوبت (Taking – Turn protocols)**

مجدداً یادآوری می نمائیم که دو ویژگی مطلوب پروتکل های دسترس چندگانه به صورت زیر بودند :

۱) زمانی که فقط یک نود فعال وجود دارد ، توان عملیاتی نود R باشد .

۲) زمانی که M نود فعال باشند ، توان عملیاتی نزدیک به R/M باشد .



www.it98.ir
wWw.it98.ir

انجمن فناوری اطلاعات
www.it98.ir

آلوها ، CSMA ویژگی اول را دارا بودند اما دومین ویژگی را نه .

انگیزه طراحان پروتکل های نوبتی رسیدن به این ویژگی ها می باشد .

تعداد زیادی از این پروتکل های نوبتی وجود دارد و هر کدام حاوی تنوع های مختلفی نیز می باشن .

اولین پروتکل مورد بررسی پروتکل سرکش (polling protocol) می باشد .

برای پیاده سازی این پروتکل نیاز به نود master می باشد .

این نود مستر به نوبت به نودها سرکشی می نماید .

نود اصلی پیامی را به نود ۱ ارسال کرد و به او اعلام می دارد که می توان حداکثر چند فریم می تواند ارسال کند ، بعد از اینکه نود ۱ چند فریمی را ارسال نمود به نود ۲ می گرید که او می تواند حداکثر چند فریم را می تواند ارسال کند .

(نود اصلی با بررسی بیکار بودن خط می تواند پایان ارال فریم ها را تعیین نماید) و داستان به همین نحو برای بند نودها هم ادامه پیدا می نماید .

پروتکل سرکشی بروز تصادم را به طور کامل حذف می نماید . و کارایی بهتری را بدست خواهد داد . اما دارای برخی عیب ها هم می باشد .

اولین عیب اینکه پروتکل تعدادی از زمان را بخاطر سرکشی از دست می دهد .

بطور مثال اگر تنها یک نود فعال وجود داشته باشد ، نمی تواند حداکثر پهنای باند R را بدست آورد .

و مشکل دوم که جدی تر و حادتر می باشد ، آن است که اگر نود اصلی از کار بیفتد کل کانال و شبکه از کار خواهد افتاد .

پروتکل دوم تعیین نوبت ، پروتکل انتقال توکن (نشانه) می باشد . در این پروتکل هیچ نودی بعنوان اصلی وجود ندارد . فریم کوچک و مخصوصی بنان توکن وجود دارد که در بین نودها به ترتیب ثابتی می چرخد . برای مثال نود ۱ همواره آن را به نود ۲ می دهد و نود ۲ همواره به نود ۳ و ... زمانیکه نودی توکن را دریافت می دارد ، اگر فریمی برای ارسال داشته باشد ، آنرا نشانه را نگهداشته و فریم های خود را ارسال می دارد و در این حالت می تواند با حداکثر سرعت ممکن اقدام به ارسال نماید . در نهایت توکن را آزاد کرده و به نود بعدی می دهد .

www.it98.ir

این پروتکل کاملاً غیرمتمرکز و با کارایی بالایی می باشد . اما دارای مشکلاتی هم می باشد ، برای مثال خراب شدن یک نود باعث فریمی  کل سیستم خواهد شد .

پروتکل های زیادی در این نوع بوجود آمده اند و هر کدام جهت حل این مشکل و مشکلات دیگر روش هایی را ارائه داد . ما از بین آنها دو پروتکل FDDI , IEEE 302.5 را بعداً مطالعه خواهیم نمود .

*** ۴-۳-۵- شبکه های محلی (LAN)**

پروتکل های دسترسی چندگانه همراه با انواع مختلفی از کانالهای پخش گسترده مورد استفاده قرار می گیرند . آنها برای ماهواره ، کانالهای بی سیم ، که نودهایشان روی یک طیف فرکانس مشترک انتقال دارند ، مورد استفاده قرار گرفته اند .

مجدداً ذکر می کنیم که LAN ، شبکه های با ناحیه جغرافیایی محدود می باشد نظیر یک ساختمان یا بردیس دانشگاه . زمانی که کاربری از دانشگاه یا شرکت به اینترنت دسترسی پیدا می کند، عموماً دسترسی او از طریق LAN می باشد که از طریق یک روتر با نرخ انتقال R متصل است .

شبکه های اولیه در سال ۱۹۸۰ سرعت ۱۰ Mbps داشته امروز سرعتهای ۱ 100 Mbps , Ghps و حتی ۱۰Gbps در پدسترس می باشند .

www.it98.ir

انجمن فناوری اطلاعات
www.it98.ir

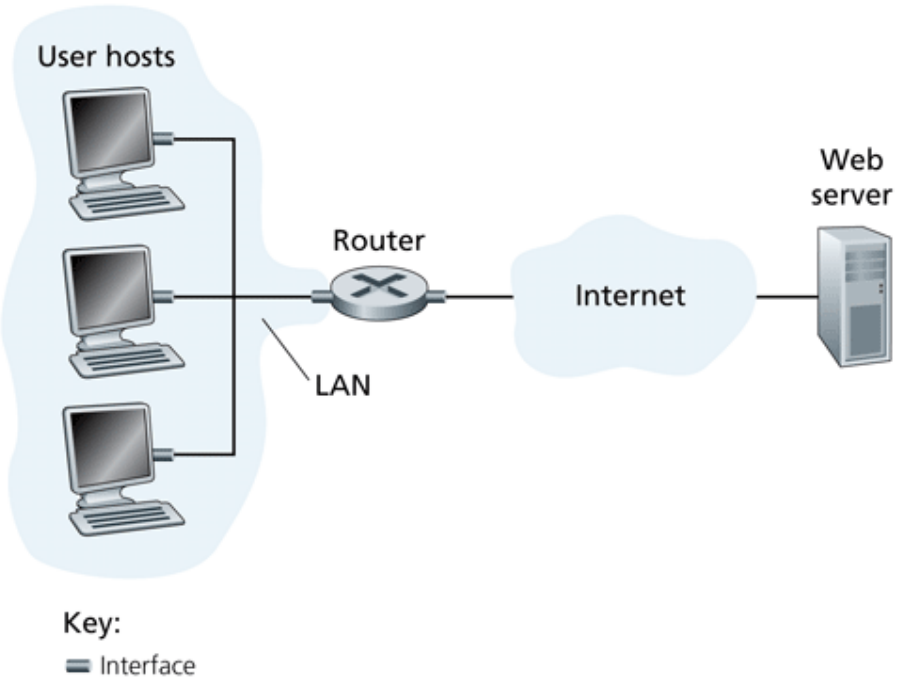



**Figure 5.15** ♦ User hosts access an Internet Web server through a LAN. The broadcast channel between a user host and the router consists of one link.

شکل ۱۴-۵* میزبان های کاربر از طریق یک LAN به یک سرویس دهنده وب اینترنت دسترسی دارد. کانال انتشار بین یک میزبان کاربر و یک روتر شامل یک لینک می شود.

در دهه ۱۹۸۰ و اوایل ۱۹۹۰ ، دو کلاس تکنولوژی LAN در محیط های کاری معمول بودند . اولین آنها LAN اترنت (همچنین تحت نام IEEE 802.3) بر پایه دسترس تصادفی)

کلاس دوم شامل تکنولوژیهای انتقال توکن شامل توکن رینگ (IEEE 301.5) و FDDI .

در یک حلقه توکن رینگ . N نود (شامل میزبانها و روترها) توسط یک لینک مستقیم در یک حلقه بهم متصل هستند .

توپولوژی توکن رینگ ، تعیین کننده ترتیب انتقال توکن می باشد .

زمانی که نودی توکن را بدست می آورد و فریمی را ارسال می کند ، فریم در حلقه انتشار می یابد ، و بنابراین یک کانال انتشار گسترده مجازی را ایجاد می کند . نود مقصد فرع را از رسانه لایه پیوند داده خواند . (زمانی که فریم به او می رسد)



www.it98.ir

نودی که فریمی را ارسال می دارد ، موظف و مسئول برداشتن فریم از روی حلقه می باشد .

FDDI برای شبه های بزرگتر از LAN طراحی شده است بطور مثال MAN .

برای شبکه های با وسعت جغرافیایی بزرگ ، اینکه فریمی به فرستنده برگردد و غیر کارا می باشد (به دلیل تأخیر انتشار آن) بنابراین در FDDI ، نود مقصد فریم را از روی حلقه برمی دارد (بنابراین اگر دقیق باشیم ، FDDI یک کانال پخش فراگیر کامل و خالص نیست)

*** ۴-۵- آدرس دهی لایه پیوند**

نودها ، شامل میزبانها و روترها ، دارای آدرس های لایه پیوند می باشند . ممکن است تعجب کنید که نودها دارای آدرس های شبکه هم بودند و سؤال کنید که چرا هر دو آدرس لازم هستند ؟

در این بخش به این سؤال جواب خواهیم داد و همچنین پروتکل ARP که وظیفه تبدیل آدرس IP : آدرس لایه پیوند را دارد ، بررسی خواهیم نمود .

***۱-۴-۵- آدرس های MAC**

در واقع این نود نیست (میزبان و روتر) که دارای آدرس لایه پیوند است ، بلکه بجای آن این آداپتور نود است که دارای آدرس لایه پیوند می باشد .

در شکل ۱۶-۵ این موضوع نمایش داده شده است .

یک آدرس لایه پیوند تحت نام های LAN address , physical address و MAC address هم شناخته می شود . اما بخاطر معروفیت آدرس MAC ، از این اصطلاح استفاده می نمائیم .



www.it98.ir

wWw.it98.ir

انجمن فناوری اطلاعات
www.it98.ir

برای بیشتر LAN ها (شامل اترنت و اترنت بی سیم) آدرس LAN دارای طول ۶ بایت می باشد که به ما امکان آدرس دهی ۲ ۴۸ مقدار را می دهد .

و معمولاً این آدرس به صوت Hex نمایش داده می شود . اگر چه آدرس های MAC طوری طراحی شده اند که دائمی باشند ، اما می توان به کمک نرم افزار آنها را تغییر داد .

یکی از جالبترین ویژگیهای آدرس MAC این است که هیچ دو آداپتوری دارای آدرس یکسان نمی باشند . زیرا IEEE شرکتها را موظف به رعایت استاندارد آن نموده است .

www.it98.ir

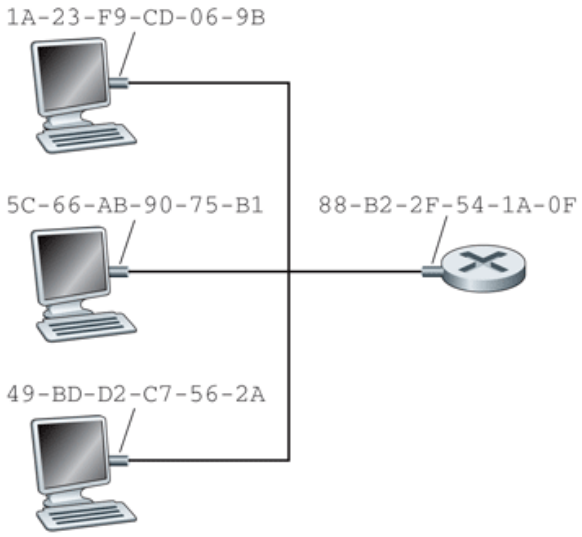



**Figure 5.16** ♦ Each adapter connected to a LAN has a unique MAC address.

شکل ۵,۱۶* هر آداپتور به یک LAN که آدرس MAC یکتا دارد متصل شده است.

آدرس MAC دارای ساختار خطی می باشد (برخلاف ساختار .... آدرس های IP) و قابل عوض کردن نمی باشد . کارتهای آداپتور بی سیم ، PDA ها با رابط ۸۰۲,۱۱ نیز دارای این آدرس می باشند .

زمانی که میزبان جابجا می شود لازم است IP آن تغییر کند اما آدرس MAC همواره ثابت است ، همانند شماره تأمین اجتماعی فرد است و همواره ثابت است اما IP همانند آدرس پستی است .

و با جابجایی مشخص آدرس پستی او نیز عوض می شود .

همانطور که برای یک فرد ممکن است داشتن دو نوع آدرس پستی و شماره تأمین اجتماعی معین باشد ، برای یک نود هم داشتن هر دو نوع آدرس لایه شبکه و آدرس MAC معین است .

زمانی که آداپتور می خواهد فریمی را برای مقصدی ارسال کند ، آدرس MAC آداپتور مقصد را در فریم (و همچنین آدرس MAC خودش را) درون فریم جاسازی کرده و فریم را ارسال می کند . اگر LAN با پخش گسترده باشد ، در واقع تمام نودها این فریم را دریافت می کنند و با بررسی آدرس مقصد بسته مشخص می کنند که آیا بسته مربوط به آنها هست یا خیر ؟ اگر بود آنگاه داده ها را از فریم استخراج کرده و به سمت بسته پروتکل می فرستند ، و اگر نه از بسته صرفظر می نمایند .

اما اگر زمانی آداپتور فرستنده بخواهد فریمی توسط همه آداپتورهای LAN دریافت شوند آنگاه از آدرس پخش گسترده MAC با شماره تمام بیت ها ۱ FF -FF- FF- FF – FF – FF استفاده می نماید .

*** مستقل نگه داشتن لایه ها**

دلایل متعددی وجود دارد که چرا هم از آدرس MAC و هم آدرس لایه شبکه ( مثلاً IP) استفاده می نمائیم . اول اینکه ، LAN طراحی شده اند که بتوانند با پروتکل های مختلف شبکه کار بکنند . اگر به آداپتورها هم آدرس های IP انتساب دهیم (بجای آدرس های MAC) آن گاه آداپتورها نخواهند توانست با پروتکل های دیگر نظیر IPX و DEC کار بکنند .

دوم اینکه اگر آداپتور بخواهد از آدرس IP استفاده کند ، بایستی آدرس را در RAM نگهداری کند (نه ROM زیرا عوض می شود) و بنابراین بایستی هر بار که جابجا و یا روشن می شود ، آدرس آن پیکر بندی شود .

به طور خلاصه ، برای اینکه استقلال لایه ها در معماری شبکه رعایت شود ، لازم است هر لایه مکانیزم آدرس دهی خودش را داشته باشد .



www.it98.ir

wWw.it98.ir

انجمن فناوری اطلاعات
www.it98.ir

هم اکنون سه نوع آدرس دهی را دیده ایم .

- نام میزبان مورد استفاده در لایه کاربرد .
- آدرس های IP برای لایه شبکه
- آدرس های MAC برای لایه پیوند

۲-۴-۵- پروتکل تحلیل آدرس ARP

از آن جایی که هم آدرس لایه شبکه و هم آدرس لایه پیوند وجود دارد ، نیاز به ترجمه بین آن ها می باشد . این کار وظیفه ARP می باشد .

به شکل ۱۷-۵ نگاه کنید . فرض کنید که هر نود دارای یک آدرس IP و یک آدرس MAC می باشد . (که در شکل نشان داده شده است) . فرض کنید که نود با آدرس IP معادل ۲۲۲,۲۲۲,۲۲۲,۲۲۰ میخواهد دیتاگرامی را به نود ۲۲۲,۲۲۲,۲۲۲,۲۲۲ بفرستد (فرض کنید این نود یک سرویس دهنده وب است و ماشین ۲۲۰ آدرس آن را از DNS بدست آورده است)

در این مثال هر دو نود مبدأ و مقصد در یک LAN می باشند .

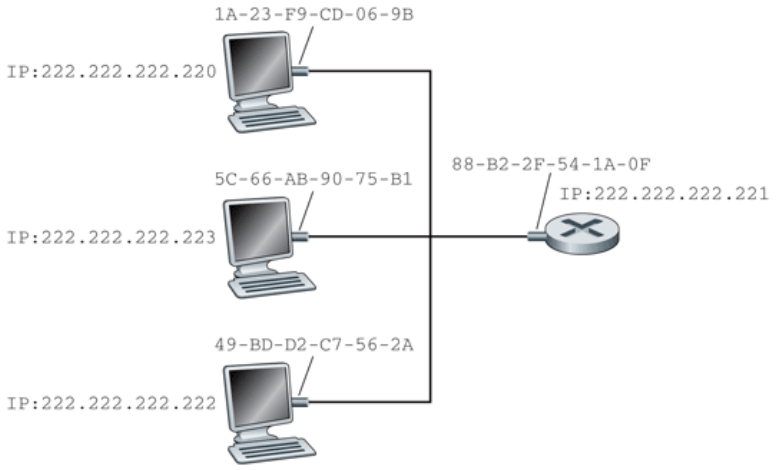



**Figure 5.17** ♦ Each node on a LAN has an IP address, and each node's adapter has a MAC address.

شکل ۵,۱۷* هر نود روی LAN یک آدرس IP، و هر آداپتور نود یک آدرس MAC دارد.

www.it98.ir

برای ارسال یک دیتاگرام ، نود مبدأ بایستی نه تنها آدرس IP مقصد بلکه آدرس MAC مقصد را هم داشته باشد تا بتواند در فریم ارسال آدرس آن را جاسازی نماید .

سؤال مهم این است که فرستنده چگونه آدرس MAC مقصد را بایستی بدست آورد ممکن است حدس بزنید از طریق ARP درست است .

ماجول ARP در نود فرستنده با گرفتن آدرس IP (مقصد) مقدار آدرس MAC آن را برمی گرداند .

از بسیاری جهات ARP مشابه DNS است (که آدرس IP را در قبال نام میزبان برمی گرداند) با یک تفاوت مهم که DNS نام میزبان که در هر جای اینترنت باشد را به آدرس IP تبدیل می کند ، اما ARP فقط برای تبدیل آدرس IP به MAC میزبانهای درون یک ساب نت مورد استفاده قرار می گیرد .

اگر ندی در کالیفرنیا باشد و بخواهد با کمک ARP نودی با آدرس IP در ماساجولت را تحلیل کند ، مقدار خطا خواهد برگرداند .

هر نودی (میزبان و یا روتر) دارای یک جدول ARP در RAM خود می باشد ، که شامل نگاشته IP به آدرس MAC می باشد .

شکل ۱۸-۵ یک نمونه از جدول ARP را نشان می دهد .

در این جدول همچنین فیلد TTL نیز موجود می باشد .

| IP Address | MAC Address | TTL |
|---|---|---|
| 222.222.222.221 | 88-B2-2F-54-1A-0F | 13:45:00 |
| 222.222.222.223 | 5C-66-AB-90-75-B1 | 13:52:00 |

**Figure 5.18** ♦ A possible ARP table in node 222.222.222.220

شکل ۵,۱۸* یک جدول ARP ممکن در نود ۲۲۲,۲۲۲,۲۲۲,۲۲۰

www.it98.ir



wWw.it98.ir

انجمن فناوری اطلاعات
www.it98.ir

فرض کنید که نود ۲۲۰ می خواهد آدرس AMC نود ۲۲۲ را بدست آورد .ابتدا به جدول ARP رجوع می کند اگر این نگاشت بود آن را برمی گرداند و در غیر این صورت به با استفاده از پروتکل ARP بدست می آورد .

این پروتکل بسته خاصی بنام بسته ARP ساخته و آدرس IP مبدأ و مقصد را دارا می باشد . هدف این بسته سؤال ، سؤال از تمام نودهای زیرشبکه است که آدرس MAC متناظراً با IP را تحلیل کرده و برگرداند . فرستنده از آدرس پخش فراگیر ---- FF FF - برای ارسال به تمام نودهای شبکه استفاده و سؤال می کند کسی که آدرس IP آ« ۲۲۱ است مقدار آدرس MAC من چیست ؟

این بسته به تمام نودها می رود و هر نود با بررسی آدرس IP خود با آدرس IP داده شده در صورت مطابقت جواب خواهد داده و آدرس AMC خود را به فرستنده ارسال می دارد . (بسته پاسخ دیگر پخش گسترده نیست و یک بسته استاندارد است) ARP به صورت PnP می باشد و هر نود جدول ARP را به طور اتوماتیک می سازد .

و نیازی به پیکربندی توسط مدیر شبکه ندارد . و اگر هم از زیر شبکه جدا شود ، نهایتاً جدول آنها حذف خواهد شد (به خاطر فیلد TTL که مقداری حدود ۲۰ دقیقه می باشد)

*** ارسال دیتاگرام به نودی خارج از زیر شبکه**

به شمل ۱۹-۱۵ دقت کنید ، دو زیر شبکه موجود می باشد ۲۴/۱۱۱ و ۲۴/۲۲۲ . نودی از زیر شبکه اول با آدرس ۱۱۱ می خواهد دیتاگرامی به نود ۲۲۲ بفرستد ، سؤال مهم این است ، چگونه از آدرس MAC استفاده نماید ؟ یک حدس می تواند این باشد که از آدرس MAC مقصد (۲۲۲) یعنی ۵۰-A۲ استفاده کند . این حدس مسلماً نادرست است !

اگر این عمل اتفاق بیفتد آن گاه هیچ کدام از نودهای این زیرشبکه (۱) مزاحمت ارسال بسته به لایه شبکه خود را نخواهند کشید.

اگر با دقت به شکل نگاه کنیم متوجه می شویم که دیتاگرام بایستی ابتدا به اسنترفیس ۱۱۰ روتر ارسال شود . اما چگونه آدرس MAC این روتر را بدست آورد ؟ خوب از طریق ARP ! بنابراین بسته ای را درست کرده و دیتاگرام را به روتر (به اینترفیس ۱۱۰ آن) ارسال می دارد . روتر هم فریم را دریافت کرده و آن را به لایه شبکه خود انتقال می دهد .

www.it98.ir

در این لایه شبکه ، روتر با استفاده از جدل هدایت تعیین می کند که بسته به کدام اینترفیس خروجی برود . سپس روتر فریمی را ساخته و به اینتفیس ۲۲۰ ارسال می دارد و آن هم از طریق زیر شبکه ۲ به مقصد (با کمک مجدد از ARP) ارسال می دارد .

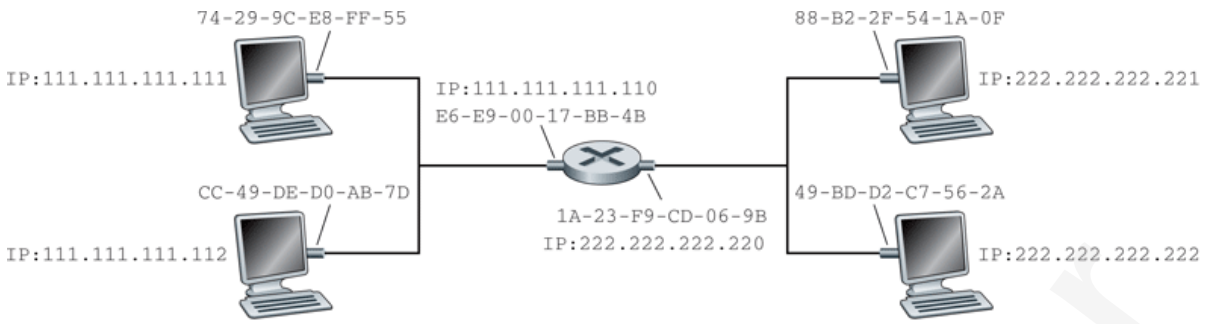



**Figure 5.19** ♦ Two subnets interconnected by a router

شکل ۵,۱۹* دو زیرشبکه که از طریق یک روتر ارتباط داخلی دارند

### * ۵-۵ اترنت Ethernet

در دهه ۱۹۸۰ و اوایل ۱۹۹۰ ، اترنت با چالش های فراوانی از طرف تکنولوژیهای مختلف LAN ، شامل توکن رینگ ، FDDI و ATM روبرو بود .

برخی از آنها توانسته بودند برای سالیان بخشی از بازار LAN را قبضه کنند .

اما از زمان ابداع اترنت در اواسط دهه ۱۹۷۰ ، شروع به رشد کرد و توانست قطب بودن خود را حفظ نماید . اترنت در نهایت مهم ترین تکنولوژی LAN سیمی محسوب می شود و انتظار می رود تا مدت زمان معقولی هم در آینده چنین باشد .

دلایل زیادی وجود دارد که باعث موفقیت آن شده است . اول آنکه توانسته است بطور گسترده در سرعتهای بالا بکار گرفته شود .

دوم اینکه ، تکنولوژیهایی مانند FDDI و ATM یا توکن رینگ بسیار پیچیده تر و گرانتر از اترنت بودند . سوم اینکه مهم ترین دلیل برای رفتن به سوی تکنولوژیهای دیگر نظیر FDDI بالا بودن سرعت آنها بود و اترنت توانست نسخه هایی با همان سرعت و یا بالاتر ارائه دهد .



www.it98.ir
wWw.it98.ir

انجمن فناوری اطلاعات
www.it98.ir

و در نهایت تحت افزارهای اترنت بسیار ارزان شدند .

پیدایش اولیه اترنت به اواسط دهه ۱۹۷۰ توسط باب متکالف و دیوید باگز برمی گردد .

شکل ۲۰-۵ طرح اولیه متکالف برای اترنت را نشان می دهد .

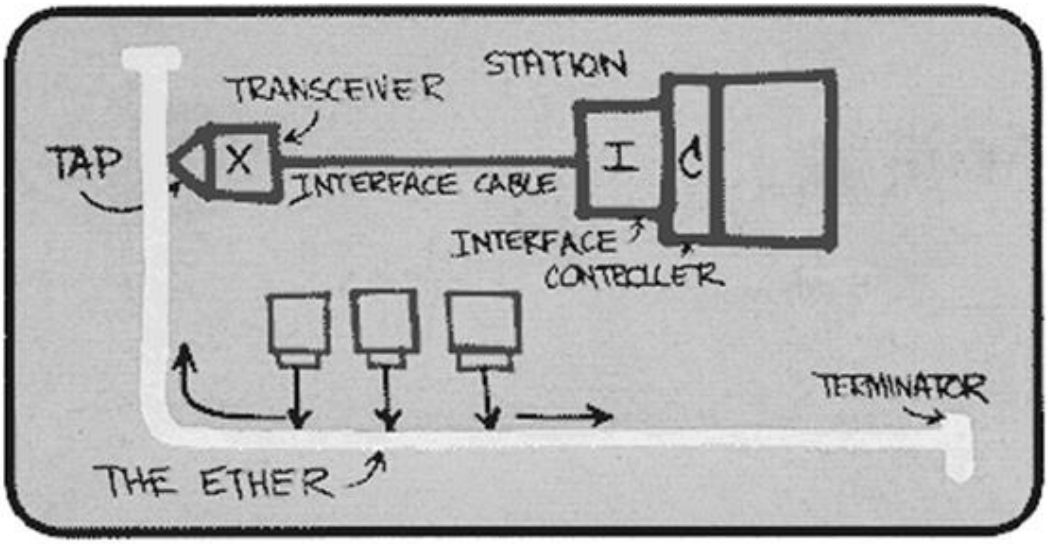



**Figure 5.20** ♦ The original Metcalfe design led to the 10BASE5 Ethernet standard, which included an interface cable that connected the Ethernet adapter to an external transceiver.

اترنت اولیه به صورت باس کواکسیال بود . این تکنولوژی باس در دهه ۱۹۸۰ و تا اواسط ۱۹۹۰ برقرار بود .

اما در اواخر دهه ۱۹۹۰ ، بیشتر شرکت ها و دانشگاه ها ، شبکه های خود را با الگوی اترنت مبتنی بر هاب و با توپولوژی ستار ، جایگزین کردند .

همان طور که در شکل ۲۱-۵ نشان داده شده است .

www.it98.ir

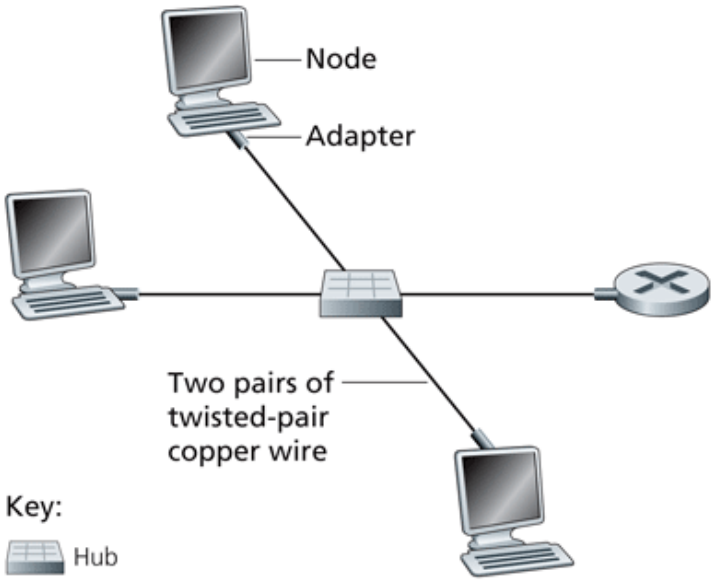



**Figure 5.21** ♦ Star topology for Ethernet. Nodes are interconnected with a hub.

شکل

۵,۲۱* توپولوژی ستاره ای برای اترنت. نود ها با یک هاب ارتباط داخلی دارند.

تمام نودها (و از جمله روتر) مستقیماً به هاب متصل هستند (از طریق دو زوج سیم مس) هاب یک دستگاه لایه فیزیکی است که بجای کار روی فریم ، بر روی تک تک بیت ها عمل می نماید . زمانیکه بیتی (۰ یا ۱) از طریق یک اینترفیس وارد هاب می شود ، هاب به طور ساده بیت را گرفته و مجدداً ایجاد و تقویت و به سوی تمام پورتهای دیگر خودش ارسال می دارد .

بنابراین اترنت مبتنی بر هاب ، یک LAN با پخش گسترده می باشد . اگر هاب در فریمی را از دو نود مختلف در یک زمان دریافت دارد ، یک تصادم روی داده و نودها بایستی مجدداً فریم را ارسال نمایند .

در اوایل دهه ۲۰۰۰ ، اترنت وارد فاز جدیدی از تکامل خود شده توپولوژی باس همچنان ادامه دارد ، اما بجای هاب از دستگاه سوئیچ استفاده شده در بخش های بعدی آن را بطور دقیق بررسی خواهیم نمود .

بطور خلاصه سوئیچ دستگاهی است عاری از تصادم و یک سوئیچ بسته به صورت ذخیره و هدایت عمل می نماید ، اما برخلاف روتر که در لایه ۳ کار می کند در لایه ۲ عمل می نماید .

*۱-۵-۵- ساختار فریم اترنت



www.it98.ir
wWw.it98.ir

انجمن فناوری اطلاعات
www.it98.ir

در شکل ۲۲-۵ نشان داده شده است .

شکل **Figure 5.22** ♦ Ethernet frame structure

۵,۲۲* ساختار فریم اترنت

- فیلد داده Pay load : برای قرار دادن دیتاگرام IP است ، حداکثر طول این فیلد ۱۵۰۰ بایت است . یعنی اینکه اگر طول دیتاگرام بزرگتر از ۱۵۰۰ باشد ، بایستی دیتاگرام شکسته شود . حداقل طول داده ۴۶ بایت است ، یعنی اینکه اگر طول دیتاگرام کمتر از ۴۶ بایت باشد تا مقدار ۴۶ بایت داده اضافه می کند .
- آدرس مقصد (۶ بایت) : حاوی آدرس آداپتور MAC مقصد می باشد .
- آدرس مبدأ (۶ بایت) : شامل آدرس MAC آداپتور فرستنده می باشد .
- فیلد Type (۲ بایت) : به کمک این فیلد می تواند بین پروتکل های لایه شبکه مالتی پلکس نمود . در واقع زمانی که بسته ای توسط یک آداپتور دریافت می شود ، باید بداند که این بسته را به کدام پروتکل لایه شبکه تحویل بدهد (دی مالتی پلکس)

بنابراین پروتکل های لایه شبکه و همچنین IP دارای شماره Type خاص خود می باشند . همچنین پروتکل ARP نیز شماره Type خود را دارد .

این فیلد نوع مشابه فیلد پروتکل در دیتاگرام لایه شبکه و همچنین مشابه فیلد شماره پورت در سگمنت لایه انتقال می باشد .

همه ی این فیلدها برای اتصال یک پروتکل از یک لایه به پروتکل لایه بالاتر مورد استفاده قرار می گیرند .

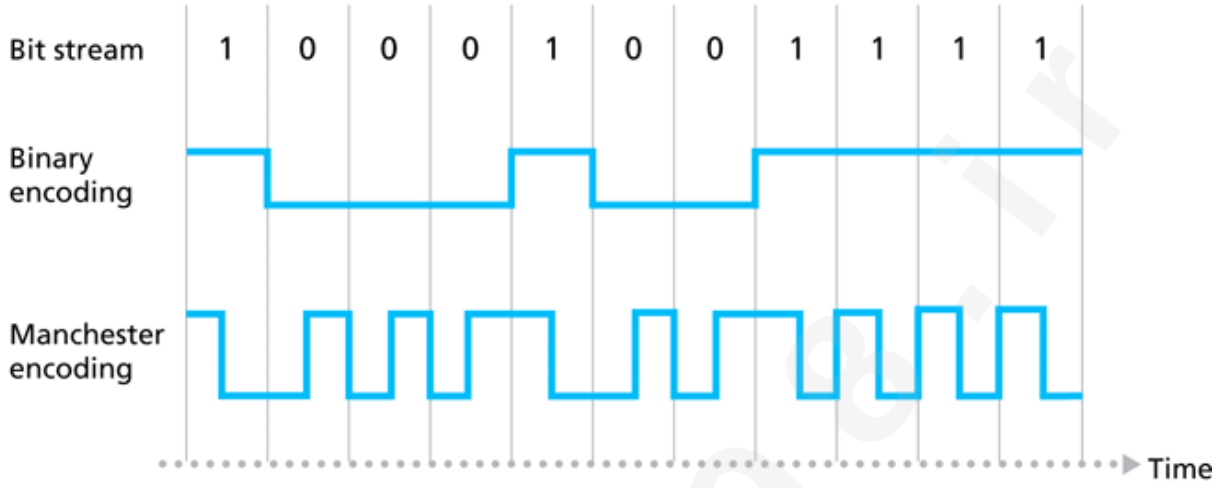
- فیلد CEC – برای کشف خطاهای احتمالی هنگام انتقال استفاده می شود .
- فیلد Preamble – ۷ بایت اول با کد ۱۰۱۰۱۰۱۰ و بایت آخر ۱۰۱۰۱۰۱۱ بعنوان بیدار کننده آداپتورهای گیرنده و همچنین سنکرون کردن آنها با فرستنده کاربرد دارد .

اترنت از انتقال باند پایه استفاده می نماید ، یعنی اینکه سیگنال را مستقیماً بر روی کانال منتشر می کند . کارت شبکه سیگنال را روی باند فرکانس دیگر ، همانطور که برای ADSL و یا مودم انجام می شود ، انتقال نمی دهد .

www.it98.ir

بسیاری از تکنولوژی های اترنت (از جمله Box-T۱۰) از کدگذاری منچستر که در شکل ۲۳-۵ نشان داده شده است ، استفاده می نمایند .

با کدگذاری منچستر هر بیت (۰ یا ۱) شامل یک انتقال بالا به پایین و یا پایین به بالا می باشد . با بودن یک لبه در هر بیت ، گیرنده می تواند خود را با ساعت فرستنده همزمان و سنکرون نماید .




شکل **Figure 5.23** ♦ Manchester encoding

۵,۲۳* کدگذاری منچستر

کدگاری منچستر یک عمل لایه فیزیکی بوده و نه عمل لایه پیوند .اما به خاطر کاربرد گسترده آن در اترنت اینجا بررسی شد .

* یک سرویس غیر اتصال گرای غیرمطمئن

تمام اواع تکنولوژیهای اترنت برای لایه شبکه ، یک سرویس غیرمتصل فراهم می آورند همانند سرویس UDP در لایه انتقال

یعنی اینکه زمانی که دیتاگرامی را از لایه شبکه دریافت داشته و بخواهند ارسال کنند ، یا گیرنده عمل دست نکاتی انجام نداده و سیستم را بلافاصله ارسال می دارند .

تمام انواع تکنولوژیهای اترنت برای لایه شبکه سرویس غیرمطمئن فراهم می آورند .

www.it98.ir



wWw.it98.ir

انجمن فناوری اطلاعات
www.it98.ir

بنابراین زمانی که آداپتور گیرنده (B) فریمی را دریافت می دارد ، عمل کنترل فریم از طریق CRC را انجام می دهد اما در حالت (چه خطایی باشد و چه نباشد) هیچ پیام مثبت و یا منفی به فرستنده فریم (A) ارسال نمی دارد . و A هیچ ایده ای از اینکه فریم چگونه به B رسیده است را ندارد . این کار باعث سادگی و ارزان شدن شدن اترنت می شود .

اگر فریم دریافتی اشکال CRC داشته باشد ، گیرنده به طور ساده از آن صرفنظر می کند و این باعث می شود که در جریان دیتاگرام ها فاصله (گپ) بیفتد .

آیا این گپ در لایه میزبان مقصد هم دیده خواهد شد ؟

جواب سؤال بستگی به این دارد که کاربرد از پروتکل VDP و یا TCP استفاده کرده باشد . اگر از VDP استفاده کرده باشد ، او هم این گپ را خواهد دید و اگر از TCP استفاده کرده باشد به فرستنده اطلاع خواهد داد که فریم ها دارای اشکال هستند و TCP باعث ارسال مجدد داده ها از مبدأ به مقصد خواهد شد و بنابراین اترنت از وجود این ارسال مجدد داده ها آگاه نبوده و توجهی به آن ندارد .

***۲-۵-۵ پروتکل دسترسی چند گانه اترنت CSMA/CD**

زمانی که نودها از طریق هاب بهم متص می شود (و نه از طریق سوئیچ) همانند شکل ۲۱-۵ اترنت درست یک شبکه محلی با پخش گسترده می باشد . یعنی اینکه زمانی که یک آداپتور فریمی را ارسال می کند ، تمام آداپتورهای دیگر در شبکه آن را دریافت می دارند . برای همین منظور اترنت از پروتکل CSMA/CD استفاده می نماید .

مکانیزم CSMA/CD کارایی بهتری را نسبت به آلوهای اسلاتی شده می دهد . در واقع اگر حداکثر تأخیر انتشاربین ایستگاه ها ، بسیارکم باشد ، آنگاه کارایی آن می تواند نزدیک به ۱۰۰٪ باشد .

آداپتورهای اترنت در هنگام بروز تصادم می تواند آن را با اندازه گیری سطوح ولتاژ و یا توان خط قبل و بعد از ارسال بدست آورند .

پروتکل CSMA/CD در درون هر آداپتور به صورت زیر عمل می نماید :

www.it98.ir

۱- آداپتور دیتاگرامی را از لایه شبکه دریافت کرده و فریمی را آماده کرده و فریم را برای ارسال در بافر آداپتور قرار می دهد .

۲- اگر آداپتور حس کند که کانال بیکار است (یعنی اینکه برای زمان ۹۶ بیت هیچ انرژی روی خط نباشد) شروع به ارسال فریم می نماید . اگر آداپتور حس کند که کانال مشغول است صبر می نماید که حس کند هیچ انرژی سیگنال (برای مدت زمان ۹۶ بیت) نباشد وسپس شروع به ارسال فریم می نماید .

۳- در حالیکه ارسال می دارد ،خط را برای حضور انرژی سیگنال که از طرف آداپتورهای دیگر تولید شده باشد ، مانیتور می نماید . اگر آداپتور تمام فریم را بدون شناسایی انرژی سیگنال از آداپتورهای دیگر ارسال نماید ، ارسال فریم را با موفقیت به پایان می رساند .

۴- اگر آداپتور در حین ارسال انرژی سیگنال دیگری را حس کند ، ارسال فریم را قطع کرده و بجای آن سیگنال خاصی به نام jam حاوی ۴۸ بیت را روی خط ارسال می دارد .

۵- بعد از قطع ارسال آداپتور وارد فاز عقب گردنمایی می شود .

به این معنی که اگر آداپتور به طور متوالی n تصادم را تجربه کند ، آن گاه بایستی به اندازه یک عدد تصادفی در بازه $m = \min(n,10)[0,1,2,...,2^{m-1}]$ صبر نماید . و سپس به مرحله ۲ برود .

ارسال سیگنال jam به این معنی است که تمام آداپتورها را از بروز تصادم آگاه نماید .

*** کارایی اترنت**

اگر فقط یک نود فعال در شبکه باشد ، می توان با نرخ کامل ارسال نماید . (۱۰Mbps , ۱۰۰Mbps یا ۱Gbps) اما اگر تعداد نود بخوهند فریم ارسال کنند ، نرخ ارسال مؤثر پایین تر خواهد شد . اگر dprop حداکثر زمان انتشار فریم اترنت بین دو نود باشد و dtrans زمان ارسال فریم با حداکثر طول باشد (حدود ۱۰۲ Ms برای ۱۰Mpbs) :

آن گاه رابطه کارایی به صورت زیر خواهد شد :

$$\text{کارایی} = \frac{1}{1+5d_{prap/}dTrans}$$

اگر $d_{prap}$ به سمت صفر میل نماید . کارایی به سمت ۱ میل خواهد نمود .



www.it98.ir

wWw.it98.ir

انجمن فناوری اطلاعات
www.it98.ir

و اگر $d_{trans}$ خیلی بزرگ شود ، کارایی به سمت ۱ خواهد رفت .

زیرا نودی کانال را گرفته و مرتباً فریم ارسال می نماید . و بهره وری بالا می رود .

۳-۵-۵ تکنولوژیهای اترنت

در بحث های قبلی ما اترنت را بعنوان یک پروتکل استاندارد واحد فرض می کردیم .

اما در واقع اترنت شامل انواع مختلفی می باشد . با اسامی گیج کننده ای نظیر ۱۰ Base-2 10 Base-T، 100 Base-T، 1000Base-Lx، 10GBase-T . تمام این و تکنولوژیهای دیگر در طول سالیان توسط گروه IEEE 802.3 استاندارد شده اند .

در حالی که ممکن است این کلمات گیج کننده باشد اما حاوی معنایی می باشند .

اولین بخش حاوی سرعت استاندارد است . ۱۰۰۰ , ۱۰۰ , ۱۰ و یا ۱۰G Base هم اشاره به باند پایه بودن ارسال سیگنال دارد .

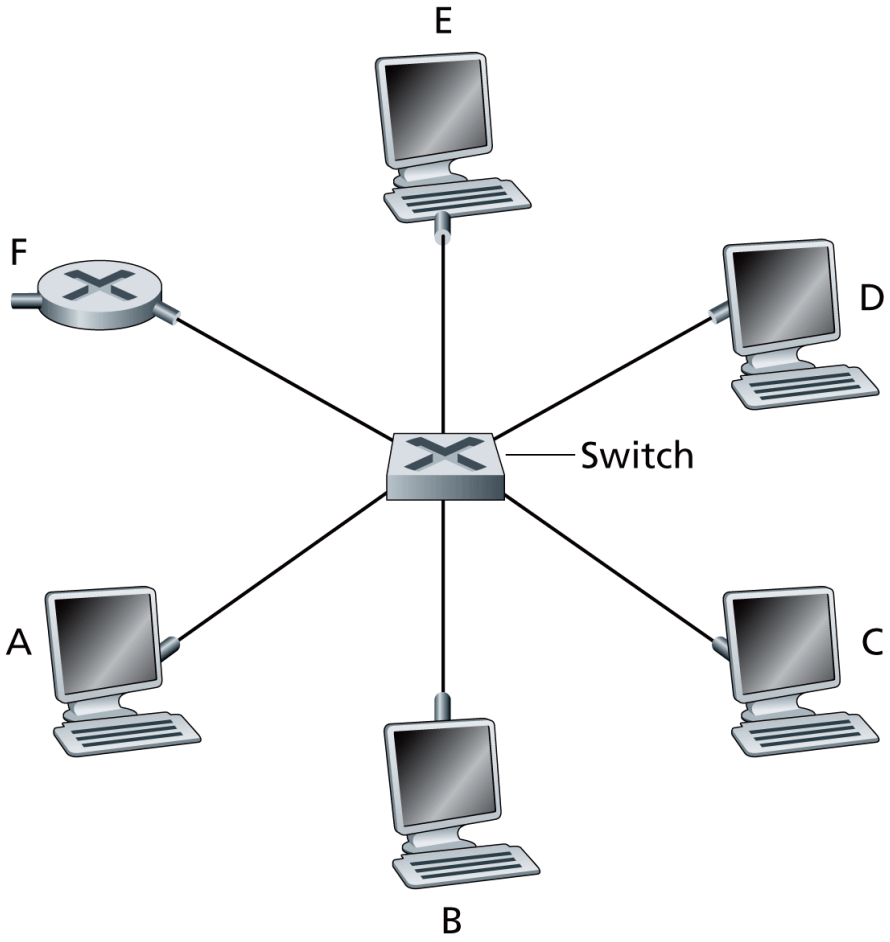
اترنت یک پروتکل دو لایه ای می باشد هم شامل لایه پیوند و هم شامل لایه فیزیکی قسمت سوم نام ها مربوط به رسانه ای است که بر روی آن سیگنال ارسال می شود .

رسانه ها می توانند کابل کواکسیال ، سیم مسی و فیبر نوری باشند . T اشاره به زوج سیم می باشد .

از نظر تاریخی اترنت با یک سگمنت کابل کواکسیال شروع شده شکل ۲۰-۵ استانداردهای ۲۱۰-Base و ۵۱۰-Base با دو نوع کواکسیال بودند و با سرعت ۱۰Mbps و حداکثر طول ۲۰۰ و ۵۰۰ متر

برای اجراهای طولانی تر می توان از دستگاه لایه فیزیکی بنام تکرار کننده

www.it98.ir




شکل **Figure 5.24** ♦ A link-layer switch inter-connecting six nodes

*۵,۲۴ یک سوئیچ لایه پیوند ۶ نود با ارتباط داخلی

که سیگنال را دریافت کرده و آن را بازسازی و تقویت نموده و ارسال می نماید ، استفاده نمود . شکل ۲۰-۵ بطور کامل رسانه پخش گسترده در اترنت را نشان می دهد . تمام فریم هایی که توسط یک آداپتور ارسال می شوند ، توسط تمام اینترفیس ها دریافت شده و پروتکل CSMA/CD به طور مناسب مسائل و مشکلات دسترسی چندگانه را حل می نماید .

نودها به طور ساده به کابل متصل شده و بفرمائید شما دارای یک شبکه محلی خواهید شد . اترنت در طول سالیان یکسری تکامل هایی پیدا کرده است و اترنت امروزی از طراحی اولیه آن با کابل کواکسیال و توپولوژی باس سیار متفاوت است .

در بیشتر اجراهای امروزی نودها از طریق ارتباط نقطه به نقطه با سیم های مسی زوج سیم و یا کابلهای فیبرنوری به سوئیچ متصل می شوند . همانند شکل ۲۴-۵ در اواسط دهه ۱۹۹۰ ، استاندارد جدید اترنت با سرعت ۱۰۰ Mbps، 10 برابر سریعتر از

www.it98.ir

انجمن فناوری اطلاعات
www.it98.ir

استاندارد اولیه به بازار آمده پروتکل MAC و قالب فریم بدون تغییر بودند اما سیم های زوج سیم و کابل نوری با سرعت جدیدی ارائه شده بودند .

Base-Fx 100 BaseT ۱۰۰

Base-Sx ۱۰۰

Base-Bx۱۰۰

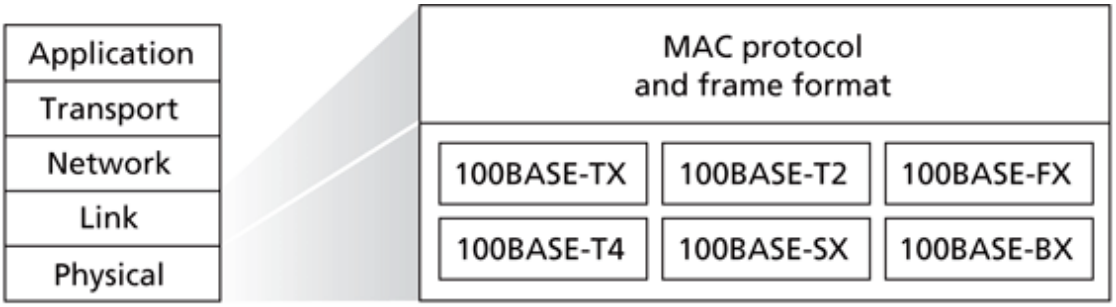



**Figure 5.25** ♦ 100 Mbps Ethernet standards: a common link layer, different physical layers

شکل ۲۵-۵* استانداردهای Mbps 100 اترنت: یک لایه پیوند معمول، لایه های فیزیکی مختلف

طول کانال برای زوج سیم هنوز هم ۱۰۰ متر ولی برای فیبرنوری تا چندین کیلومتر می باشد .

اترنت گیگابیت یک گسترش برای استاندارد کاملاً موفق Mbps۱۰ و Mbps۱۰۰ بود و با حفظ سازگاری سرعت Mbps۱۰۰۰ را ارائه می دهد . این استاندارد تحت عنوان ۸۰۲,۳۷ است .

مشخصات این استاندارد ۸۰۲,۳۲ به صورت زیر است :

- از قالب فریم اترنت استاندارد (شکل ۲۲-۵) استفاده کرده و با تکنولوژیهای Base-T۱۰ و Base-T۱۰۰ سازگاری دارد . این قابلیت باعث اجتماع اترنت گیگابیت با تجهیزات اترنت قدیمی فراهم می آورد .

www.it98.ir

- امکان لینک های نقطه به نقطه به همان خوبی کانال های پخش گسترده اشتراکی را فراهم می آورد . لینک های نقطه به نقطه از سوئیچ استفاده می کند در حالیکه کانال پخش گسترده از هاب .
- از CSMA/CD فقط برای کانال های پخش گسترده استفاده می شود .
- امکان عمل کردن در سرعت ۱۰۰۰ Mbps به صورت دو طرفه کامل برای کانالهای نقطه به نقطه را فراهم می آورد .
- سرعت ۱۰۰۰ Mbps در ابتدا فقط برای فیبرهای نودی بوده ولی امروزه برای کابلهای UTP cat-5 هم امکان پذیر است .

در تابستان ۲۰۰۶ اترنت ۱۰Gbps استاندارد شده و قول سرعت های بالاتر را در آینده داده است .

بحث خود را با مقایسه ای بین اترنت اولیه و اترنت امروزی به پایان می رسانیم .

در دوره های تکنولوژی باس و ستار مبتنی بر هاب ، اترنت لینک پخش گسترده بوده و فریم ها دچار تصادم می شدند . و از استاندارد CSMA/CD استفاده می نمود .

امروز از توپولوژی ستار مبتنی بر سوئیچ استفاده می شود ودیگر نیازی به پروتکل CSMA/CD نیست . سوئیچ های امروزی دو طرفه کامل بوده و تصادمی وجود ندارد .

همان طوری که ملاحظه شده در طول ۳۰ سال از اترنت اولیه تقریباً چیز زیادی باقی نمانده است . اترنت امروزی شاید تنها نام خود و فرمت فریم را از اترنت اولیه به ارث داشته باشد و بقیه را به کناری نهاده است .

*** ۶-۵- سوئیچ های لایه پیوند**

همان طوری که در شکل ۲۶-۵ دیده می شود ، شبکه های محلی مدرن اترنت از توپولوژی ستار ، همراه با سوئیچ استفاده می شود . نقش سوئیچ دریافت فریم ها از لینک ورودی و هدایت آنها به لینک خروجی می باشد . در این بخش می خواهیم درباره این نقش صحبت نمائیم .

سوئیچ خودش برای نودها شفاف است ، یعنی اینکه نودها فریم ها را بین خود آدرس دهی می نمایند (و نه از نود به سوئیچ و از سوئیچ به نود) و بدون توجه به سوئیچ عملیات ارسال و دریافت فریم را انجام می دهند .



www.it98.ir

wWw.it98.ir

انجمن فناوری اطلاعات
www.it98.ir

نرخی که فریم ها به سوئیچ وارد می شوند ممکن است به طور موقت از ظرفیت لینک خروجی بیشتر باشد ، در آن صورت سوئیچ نیاز به بافر دارد . همان طوری که روزها برای ارسال دیتاگرام بافر داشتند .

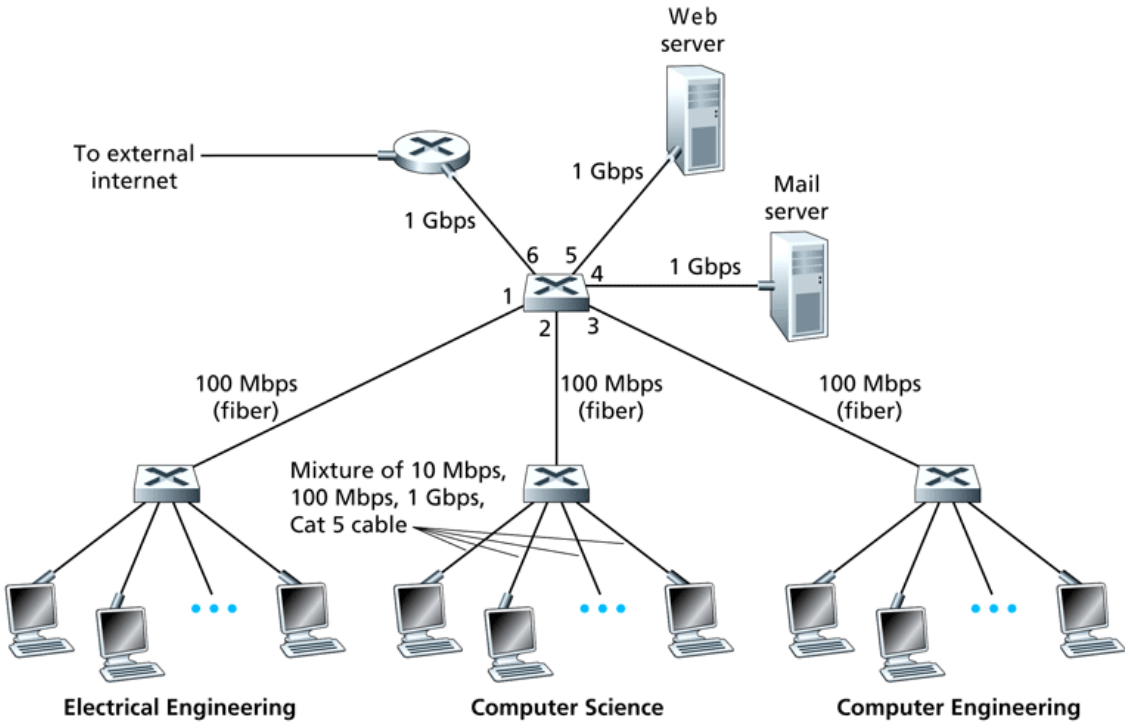



**Figure 5.26** ♦ An institutional network using a combination of hubs, Ethernet switches, and a router

شکل ۵,۲۶* یک شبکه سازمانی با بهره گیری از ترکیب هاب ها، سوئیچ های اترنت و یک روتر

### ۱-۶-۵ هدایت به جلو و فیلتر کردن

فیلتر کردن یک عمل سوئیچ است که تعیین می کند یک فریم ماشین به سوی برخی اینترفیس ها ارسال شود و یا حذف شود .

هدایت کردن عمل دیگر سوئیچ است که تعیین می کند فریم به کدام اینترفیس بایستی هدایت و ارسال شود .

عمل فیلتر کردن و هدایت کردن در سوئیچ توسط جدول سوئیچ انجام می شود .

جدول سوئیچ شامل ورودیهایی برای برخی از نودهای شبکه (و نه همه آنها) می باشد .

هر ورودی شامل :



www.it98.ir

۱) آدرس MAC نود

۲) شماره اینترفیس سوئیچ ها به سمت نود می رود .

۳) مدت زمانی که ورودی برای نود در جدول باقی می ماند .

به شکل ۲۷-۵ دقت شود .

| Address | Interface | Time |
|---|---|---|
| 62-FE-F7-11-89-A3 | 1 | 9:32 |
| 7C-BA-B2-B4-91-10 | 3 | 9:36 |
| .... | .... | .... |

**Figure 5.27** ♦ Portion of a switch table for the uppermost switch in Figure 5.26

شکل

۵,۲۷* بخشی از یک جدول سوئیچ برای بالاترین سوئیچ در شکل ۵,۲۶

اگر چه این توضیحات هدایت کردن ممکن است مشابه هدایت در روتر باشد اما برخی تفاوتهای مهم وجود دارد .

تفاوت مهم اول اینکه سوئیچ ها ، عمل هدایت را براساس آدرس MAC انجام می دهند و نه آدرس IP .

دوم اینکه ساخته شدن این جداول در سوئیچ متداول از جداول هدایت روترها می باشد .

برای درک کارکرد فیلتر و هدایت ، فرض کنید که فریمی با آدرس مقصد DD----DD از طریق اینترفیس x وارد سوئیچ می شود .

سوئیچ این آدرس را در جدول بررسی کرده و حالات زیر ممکن است پیش آید :

۱) در جدول هیچ ورودیی متناظر با آدرس DD----DD وجود ندارد .

در این حالت سوئیچ فریم را به تمام اینترفیس های خود کپی و ارسال می نماید . (به جز اینترفیس ورودی x) یعنی اینکه اگر سوئیچ ورودی در جدول نداشته باشد به صورت پخش فراگیر عمل می نماید .



www.it98.ir

wWw.it98.ir

انجمن فناوری اطلاعات
www.it98.ir

۲) یک ورودی متناظر با DD----DD با اینترفیس x در جدول موجود است .

در این حالت فریم از یک سگمنت LAN حاوی آداپتور DD----DD می آید .

نیازی به هدایت فریم به هیچ کدام از اینترفیس های سوئیچ نیست عمل فیلتر را انجام می دهد و از بسته صرفنظر می نماید .

۳) یک ورودی در جدول متناظر با آدرس DD----DD با اینترفیس $y \neq x$ وجود دارد . در این حالت لازم است فریم به سگمنت متصل به اینترفیس y هدایت شود .

در این حالت ، سوئیچ عمل هدایت را با قرار دادن فریم در بافر خروجی متناظر اینترفیس y انجام می دهد .

)استفاده از فیلم Switch.swf

برای نمایش کارکرد سوئیچ(

***۲-۶-۵- خودآموزی**

سوئیچ دارای یک ویژگی عالی (مخصوصاً برای میدان گرفتار شبکه) در ساختن اتوماتیک جدول و بدون نیاز به تعامل با مدیر شبکه دارد . به عبارت دیگر سوئیچ ها خود یاد می گیرند با مکانیزم زیر :

۱) جدول سوئیچ در ابتدا خالی است .

۲) برای هر فریم ورودی روی یک اینترفیس ، سوئیچ آدرس MAC فرستنده فریم را با شماره اینترفیس که وارد شده به همراه زمان جاری در جدول ذخیره می نماید .

بدین ترتیب سوئیچ در جدول خود موقعیت نودهای ارسال کننده روی سگمنت ها را ثبت می نماید .

۳) سوئیچ یک آدرس در جدول را بعد از اینکه برای مدتی از آن آدرس فریمی دریافت نکند حذف می نماید . (به این مدت زمان agingtime می گویند )

بدین ترتیب اگر یک Pc توسط pc دیگر جایگزین شود (با کارت آداپتور دیگری) آدرس MAC: pc اولیه از جدول حذف خواهد شد .

www.it98.ir

| Address | Interface | Time |
|---|---|---|
| 01-12-23-34-45-56 | 2 | 9:39 |
| 62-FE-F7-11-89-A3 | 1 | 9:32 |
| 7C-BA-B2-B4-91-10 | 3 | 9:36 |
| .... | .... | .... |

**Figure 5.28** ♦ Switch learns about the location of an adapter with address 01-12-23-34-45-56

شکل ۲۸-۵* سوئیچ راجع به محل یک آداپتور با آدرس ۰۱-۱۲-۲۳-۳۴-۴۵-۵۶ آموزش می دهد.

بنابراین سوئیچ یک دستگاه plug and play است یعنی اینکه آن را نصب کنید و از آن استفاده کنید و نیازی به نصب و پیکربندی توسط مدیر شبکه ندارد .

### ۳-۶-۵ ویژگیهای سوئیچینگ لایه شبکه

* حذف کامل تصادم ها – سوئیچ فریم های ورودی را دریافت کرد . (در بافر خود) و هرگز بیش از یک فریم را روی یک سگمنت ارسال نمی نماید .

* لینک های نامتجانس

از آنجایی که سوئیچ یک لینک را از دیگران ایزوله نماید ، بنابراین لینک های مختلف در یک LAN می توانند با سرعتهای مختلف روی رسانه های مختلف کار نمایند .

بعنوان مثال در شکل ۲۴-۵ ، نود A می تواند با Base-T۱۰ مسی ، b با Base-Fx۱۰۰ فیبر نوری و C با Base-T۱۰۰۰ سیم مسی به سوئیچ متصل شده باشند . بنابراین سوئیچ برای ترکیب تجهیزات قدیمی با جدید مورد استفاده قرار گیرد .

- مدیریت – علاوه بر فراهم آوردن امنیت بالاتر ، سوئیچ می تواند باعث سادگی مدیریت شبکه شود . بطور مثال اگر یک آداپتور بد کار کند و مرتباً فریم های اترنت تولید کند (آداپتور وراج!) سوئیچ می تواند مشکل را شناسایی کرده و به طور داخلی آداپتور خود را از آن قطع نماید .



wWw.it98.ir

انجمن فناوری اطلاعات
www.it98.ir

علاوه بر آن خرابی یک کابل فقط باعث قطع خود آن نود خواهد شد . (در دوران کابل کواکسیال ، مدیر شبکه ساعت ها کابل پیمایی کرده تا با یافتن قطعی کابل ، مشکل کل شبکه را رفع نمایند . سوئیچ همچنین آمار استفاده از پهنای باند ، تصادم ها و نوع ترافیک را جمع آوری کرد . و این اطلاعات را در اختیار مدیر شبکه قرار دهد تا بتواند مشکلات شبکه را درک و رفع نماید .

**۴-۶-۵ سوئیچ یا روتر ؟**

همان طوری که در فصل ۴ ملاحظه کردیم ، روتر ها سوئیچ های بسته از نوع ذخیره و هدایت می باشند که بسته ۵ را با استفاده از آدرس های لایه شبکه هدایت می کنند .

اگر چه سوئیچ هم یک سوئیچ بسته ذخیره و هدایت می باشد ، اما با مکانیزم متفاوت و براساس آدرس های MAC ابتکار را انجام می دهد .

روتر سوئیچ لایه۳ بوده و سوئیچ در لایه ۲ عمل می نماید .

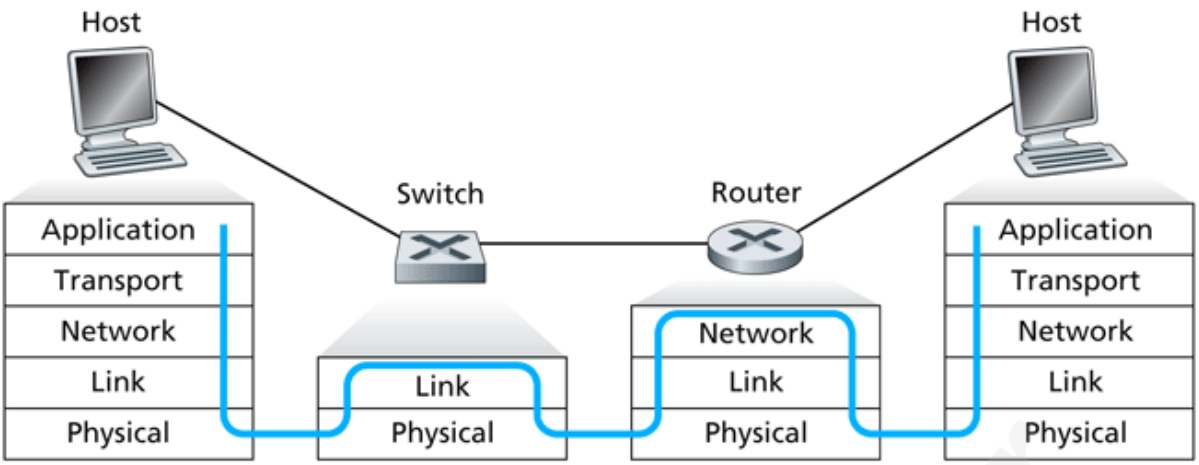
بااینکه سوئیچها و روترها متفاوت هستند ، مدیران شبکه اغلب بایستی انتخاب کنند که از کدام دستگاه استفاده نمایند . به عنوان مثال در شبکه شکل ۲۶-۵ ، مدیر شبکه می تواند بجای سوئیچ از روتر برای ارتباط LAN ها ، سرورها و روتر اینترنت استفاده نماید . در صورت لزوم روتر می تواند ارتباطات درون بخش را با فراهم آوردن ارتباط بدون تصادم ، ایجاد نماید . بنابراین هم سوئیچ و هم روتر کاندیدی برای ارتباط دستگاهها در شبکه می باشند . مزایا و معایب هر کدام کدام است ؟

ایتدا سوئیچ را بررسی می نمائیم : همان طوری که دیدیم سوئیچ دستگاهی است به صورت نصب و استفاده که قابلیتی است که از طرف مدیران پر مشغله شبکه بسیار رضایت بخش است .

سوئیچ ها دارای نرخ فیلترینگ و هدایت کردن نسبتاً بالایی هستند .

همان طوری که در شکل ۲۹-۵ نشان داده شده است ، سوئیچ ها مجبورند فریم را در لایه ۲ پردازش کنند در حالی که روترها دیتاگرم را در لایه ۳ پردازش می کنند .

www.it98.ir




شکل **Figure 5.29** ♦ Packet processing in switches, routers, and hosts

۵،۲۹* پردازش بسته ها در سوئیچ ها، روترها، و میزبان ها

از طرف دیگر برای جلوگیری از انتشار فریم های چرخشی ، توپولوژی فعال یک شبکه سوئیچی ، محدود به درخت پوشا می باشد . در شبکه های بزرگ (با نودهای زیاد) جداول ARP بسیار بزرگ شد و ترافیک و پردازش آن سنگین می شود .

علاوه بر آن سوئیچ ها ، هیچ حفاظتی در مقابل طوفان پخش فراگیر ندارند ، یعنی اینکه اگر یک میزبانی به سیم آخر بزند ! و جریانی از فریم های بی پایان را تولید کند ، سوئیچ تمام این فریم ها را هدایت کرده و باعث فرو ریختن کل شبکه خواهد شد .

حال به مزایا و معایب روتر بپردازیم : از آنجایی که آدرس های شبکه عموماً سلسله مراتبی هستند (و نه مانند آدرس های MAC که خطی هستند) بسته ها به طور نرمال بین روترها به طور چرخشی حرکت نمی کنند (زمانی که مسیرهای افزونه در شبکه موجود است) البته اگر جداول مسیریابی به تنظیم شده باشند ممکن است حرکت چرخشی داشته باشند که آن هم با بودن فیلدی در دیتاگرام محدود خواهد شد .

از آنجایی که روترها محدود به درخت های پوشا نیستند ، می توان با استفاده از آنها توپولوژی های متنوع ایجاد نموده به طور مثال چندین لینک فعال بین اروپا و آمریکای شمالی موجود است . ویژگی دیگر روترها آن است که آنها می توانند حفاظت دیوار آتش در مقابل طوفانهای پخش فراگیر لایه داشته باشند .

شاید مهمترین عیب روترها «نصب و کارکن» نبودن آنها است . not pnp



www.it98.ir
wWw.it98.ir

انجمن فناوری اطلاعات
www.it98.ir

روترها همچنین زمان پردازش طولانی تری نسبت به سوئیچ ها دارند .

و نهایتاً اینکه روترها به دو صورت تلفظ می شوند روتر و راوتر و مردم زمان زیادی را صرف تلفظ صحیح آن می نمایند .

با این صحبتها و تفاسید ، برای شبکه دانشگاهی از سوئیچ بایستی استفاده نمائیم و یا از روتر ؟ عموماً شبکه های کوچک که شامل چند صد میزبان است و چندین سگمنت در LAN موجود است ، سوئیچ مناسب تر می باشند .

اما برای شبکه های بزرگ شامل هزاران میزبان ، علاوه بر سوئیچ از روتر هم استفاده می شود .

روترها جداسازی ترافیک بهتری را نسبت به سوئیچ انجام می دهند و همچنین کنترل روی طوفانهای پخش فراگیر مؤثرتری انجام می دهند و در مجموع مسیرهای هوشمندانه تری را در شبکه خود مورد استفاده قرار می دهند .

جدول ۱-۵ خلاصه ای از این ویژگی های هر کدام را نمایش می دهد.

| | Hubs | Routers | Switches |
|---|---|---|---|
| Traffic isolation | No | Yes | Yes |
| Plug and play | Yes | No | Yes |
| Optimal routing | No | Yes | No |
| Cut-through | Yes | No | Yes |

**Table 5.1** ♦ Comparison of the typical features of popular interconnection devices

جدول

۵,۱* مقایسه خصوصیات نوعی دستگاه های ارتباط داخلی رایج

### *۷-۵ پروتکل نقطه به نقطه (PPP)

بیشتر بحث ما در این فصل معطوف کانال های پخش فراگیر شد . در این بخش پروتکل نقطه به نقطه را مورد بررسی قرار خواهیم داد . از آنجایی که این پروتکل (PPP) ، عموماً انتخابی برای لینک های تماس تلفنی از منازل می باشد ، امروز یکی از پر کاربردترین پروتکل های لایه پیوند می باشد .



www.it98.ir

پروتکل مهم دیگری که امروزه مورد استفاده قرار می گیرد پروتکل HDLC می باشد . همان طور که از نام PPP برمی آید ، این پروتکل بر روی لینک های نقطه به نقطه مورد استفاده قرار می گیرد . لینک ها ستقیماً دو نود را بهم متصل می نماید .

لینک های نقطه به نقطه که PPP روی آنها عمل می کند از جمله می تواند خط تلفن شماره گیری dial-up (برای مثال یک اتصال مودمی k۵۶) ، لینک SONET/SDH ، یک ارتباط x.25 و یا مدار ISDN باشد .

ابتدا به نیازمندیهای ارائه شده توسط IETF برای این پروتکل می پردازیم :

- فریم بندی بسته . پروتکل PPP بایستی قادر باشد در فرستنده بسته ای از لایه شبکه دریافت داشته و آن را درون فریم لایه پیوند PPP کپوها و جاسازی نماید . به طوری که گیرنده بتواند ابتدا و انتهای هم فریم و هم بسته لایه شبکه را شناسایی نماید .
- شفافیت ، پروتکل PPPنبایستی هیچ محدودیتی روی داده های ظاهر شده از طف بسته لایه شبکه اعمال نماید . برای مثال نبایستی برای استفاده یک یا چند بیت در هدر بسته لایه شبکه حساب کند .
- پروتکل های لایه شبکه چند گانه . بایستی بتواند از پروتکل های مختلف لایه شبکه پشتیبانی نماید ، (به طور مثال از IP و DECnet) روی همان خط فیزیکی و در همان زمان . همان طوری که پروتکل IP می توانست پروتکل های مختلف لایه انتقال را (نظیر TCP , UDP) روی یک اتصال انتها به انتها انجام دهد .

این نیازمندی ، الزام به داشتن فیلدی درون پروتکل PPP را نشان می دهد که در آن بتوان نوع پروتکل لایه شبکه ارسال را مشخص نمود . به طوری که بتواند در مقصد هم عمل جداسازی Demux روی بسته بین پروتکل های مختلف را انجام دهد .

- انواع مختلف از لینک ها . علاوه بر قابلیت حمل پروتکل های لایه بالاتر متنوع ، بایستی بتواند روی انواع مختلفی از لینک ها از جمله لینک سریال یا موازی ، سنکرون و یا آسنکرون ، کم سرعت وپرسرعت ، الکتریکی و یا نوری ، عمل نماید .
- شناسایی خطا . باید بتواند بروط خطا در فریم دریافتی را شناسایی نماید .
- زنده بودن ارتباط . بایستی بتواند یک خرابی در سطوح لینک را شناسایی کرده (برای مثال بتواند عدم قابلیت ارسال داده توسط فرستنده بر روی لینک را تشخیص دهد) و این شرایط خطا را به لایه شبکه گزارش دهد .

www.it98.ir



wWw.it98.ir

- مذاکره روی آدرس های لایه شبکه . PPP بایستی بتواند مکانیزمی برای ارتباط لایه های شبکه در طرف برای مثال IP) جهت آموزش و یا پیکربندی آدرس هر کدام از لایه ها در دو طرف داشته باشد .
- سادگی . PPP نیاز بود که تعداد بیشتری از نیازمندیهای ارائه شده در بالا را داشته باشد (که خارج از بحث کتاب است) . اما مهمترین این نیازمندیها «سادگی» می باشد . البته ذکر این نکته جالب است که بیش از آن RFC هم اکنون جنبه های مختلف این پروتکل ساده را تعریف می نمایند !

طراحان نیازمندیهای فوق را ارائه دادند اما به طور صنعتی قبول کردند که نیازمندیهای زیر مورد نیاز نمی باشد :

- اصلاح خطا
- کنترل جریان
- ترتیب بندی
- لینک های چندگانه

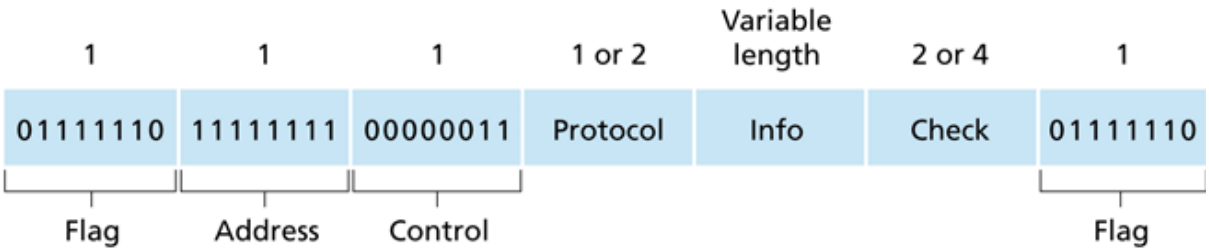
www.it9a.ir
انجمن فناوری اطلاعات پیام نور

***۱-۷-۵ فریم بندی داده ها در PPP**

شکل ۳۰-۵ یک فریم داده PPP را نشان می دهد که از فریم بندی مشابه HDLC استفاده می نماید . فیلدهای آن .

- فیلد Flag : هر فریمی با یک بایت پرچم حاوی ۰۱۱۱۱۱۱۰ شروع و پایان می یابد .
- فیلد آدرس : تنها مقدار ممکن برای این فیلد ۱۱۱۱۱۱۱۱ است .
- فیلد کنترل : تنها مقدار ممکن برای این فیلد ۰۰۰۰۰۰۱۱ است .

از آن جایی که هم فیلد آدرس و هم کنترل حاوی یک مقدار هستند ، ممکن است سؤال شود که برای چه تعریف شده اند ، جواب این است برای آینده اما تاکنون هیچ استفاده ای از آن ها نشده است .




شکل **Figure 5.30** ♦ PPP data frame format

۵,۳۰* قالب فریم داده PPP

- پروتکل . این فیلد به گیرنده PPP می گوید که داده کپسوها شده را به کدام پروتکل لایه بالایی خود تحویل دهد .

این فیلد ۱۶ بیتی است و یکی از مقادیر مهم آن برای ما مقدار H۲۱ است که نشاندهنده پروتکل IP می باشد . پروتکل های لایه شبکه دیگر می توانند DECnet . (29) Applettalk (۲۷) باشند.

- اطلاعات (info) . شامل داده هایی که این پروتکل بسته بندی نموده و قرار است ارسال کند .که از لایه بالاتر تحویل گرفته . حداکثر طول پیش فرض این فیلد ۱۵۰۰ بایت می باشد . البته این مقدار می تواند در زمان پیکربندی خط تغییر نماید .
- چک مجموع . برای شناسایی خطا در فریم ارسال شده استفاده می شود . از CRC استاندارد ۲ و یا ۴ بایتی HDLC استفاده می نماید .

- **لاگذاری بایت**

در فریم PPP که از فیلد پرچم برای شروع و پایان استفاده می شود . اگر چنین بایت پرچمی در درون داده ها ظاهر شود ، آن گاه چکار باید نمود . در آن صورت گیرنده پایان فریم را به درستی تشخیص نخواهد داد .

راه حل این کار استفاده از تکنیک لاگذاری بایت می باشد . PPP از یک بایت کنترلی گریز خاص با هزار ۰۱۱۱۱۱۰۱ استفاده می نماید. اگر رشته پرچم (که برای شروع و پایان فریم استفاده می شود و مقدار ۰۱۱۱۱۱۱۰ دارد) در هر جای درون فریم ظاهر شود ، PPP لازم می دارد که همراه با بایت کنترل گریز ظاهر شود . در واقع قبل از قرار دادن بایت پرچم



www.it98.ir
wWw.it98.ir

انجمن فناوری اطلاعات
www.it98.ir

درون داده ابتدا بایت گریز می آید . به این معنی که این بایت ، بایت پایان فریم نیست . گیرنده زمانی که بایت پرچم را درون فریم

رفته و ملاحظه می کند که همراه بایت گریز است ، بایت گریز را حذف کرده و از داده ها استفاده می نماید .

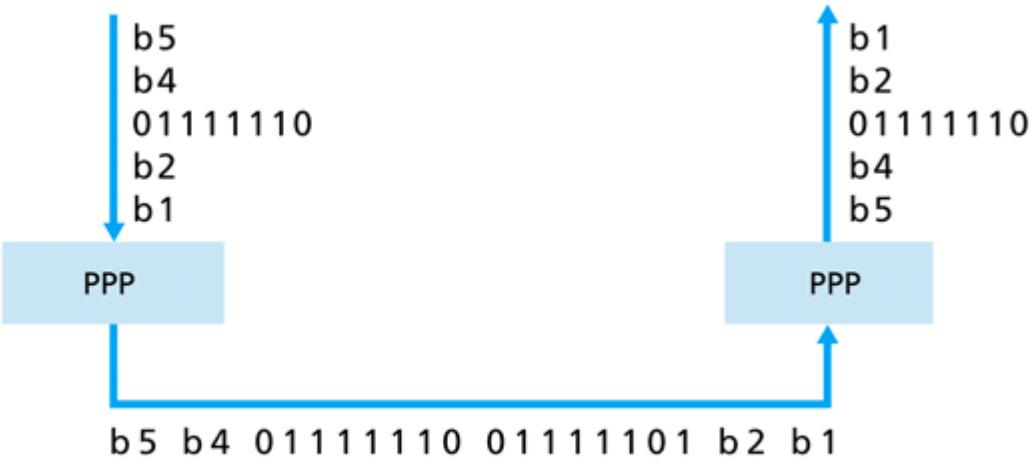



**Figure 5.31** ♦ Byte stuffing

شکل ۳۱-۵* لاگذاری بایت

*** ۸-۵ مجازی سازی لینک : یک شبکه بعنوان لایه پیوند**

اجازه دهید حال که به پایان این فصل (لایه پیوند) نزدیک می شویم ، سیر تکامل درک خود از مفهوم لینک را مرور نمائیم .

- در ابتدای فصل لینک را به عنوان یک سیم فیزیکی که دو میزبان را بهم مرتبط می کند دیدیم ، همان طوری که در شکل ۲-۵ دیدیم .
- در بررسی پروتکل های دسترسی چندگانه (کل ۹-۵) دیدیم که چندیم میزبان توانستند توسط یک سیم اشتراکی بهم مرتبط شوند و آن سیم می تواند طیف رادیویی و یا رسانه های دیگر باشد .
- این موضوعات به ما کمک می کند که لینک را کمی انتراعی تر از کانال تصور نمائیم .

در بررسی شبکه های اترنت ، دیدیم که رسانه های ارتباطی می توانند زیر ساختی پیچیده و سوئیچی داشته باشند .



www.it98.ir

- همچنین دیدیم که میزبانهای خوش بخت اترنت از اینکه میزبان از طریق یک سگمنت LAN به میزبان دیگری متصل است و یا از طریق LAN سوئیچی با فاصله جغرافیایی زیاد ، آگاهی ندارند (شکل ۲۶-۵)
- در بخش ۷-۵ دیدیم که پروتکل PPP عموماً برای ارتباط میزبانها از طریق مودم استفاده می شود و از این رو لینک ارتباط دهند . آنها واقعاً شبکه تلفن می باشد .

(یک شبکه مجزایی که به صورت شبکه ارتباطات جهانی است با ساختار و سوئیچ های مخصوص بخود و پشته پروتکل خود برای انتقال و سیگنال دهی داده ها)

از دیدگاه لایه پیوند اینترنتی ، به هر حال ارتباط dial up از طریق شبکه تلفن به عنوان یک سیم دیده و تلقی می شود .

در این حالت در واقع اینترنت ، شبکه تلفن را به عنوان فراهم آورنده ای که ارتباط لایه پیوند دو میزبان اینترنتی را برقرار نماید ، مجازی سازی می نماید .

در این بخش ما شبکه های در انتقال غیرهمزمان (ATM) و سوئیچینگ برچسب چند پروتکل (MPLS) را بررسی خواهیم نمود . هر دوی این شبکه ها ، برخلاف شبکه تلفن که سوئیچینگ مداری بود ، سوئیچینگ بسته ای هستند و در واقع شبکه های مدار مجازی می باشند .

دارای قالب بسته مخصوص به خود و تکنیکهای هدایت به جلوی خود می باشند .

از دیدگاه روش آموزشی ، بحث این دو شبکه در لایه شبکه و یا لایه پیوند می باشد . اما از دیدگاه اینترنتی ، به هر حال ATM و MPLS ، نظیر شبکه تلفن و اترنت سوئیچی ، به عنوان تکنولوژیهای لایه پیوند که برای ارتباط دستگاه های IP سرویس می دهند ، می باشند . بنابراین ما این دو را به عنوان بحث لایه پیوند خواهیم داشت .

- **۵-۸-۱ شبکه های در انتقال غیر همزمان (ATM)**

استاندارد شبکه های ATM برای اولین بار در اواسط دهه ۱۹۸۰ توسعه داده شده با این هدف که یک شبکه ای تنها ساخته شود که به عنوان انتقال دهنده بی درنگ صدا ، تصویر ، متن ، ایمیل و فایلهای تصویری مورد استفاده قرار گیرد .

دو گروه ATM Forum و ITU درگیر توسعه این استاندارد بودند .



www.it98.ir

wWw.it98.ir

انجمن فناوری اطلاعات
www.it98.ir

آنها به طور کامل یک استاندارد انتها به انتها را تعریف نمودند با جزئیاتی از اینترفیس کاربرد تا سطح پائین ییت ، برای انواع فیبرها ، سیم های مسی و رادیویی . اما در عمل ATM عموماً بر روی تلفن و شبکه های IP که به عنوان تکنولوژی لایه پیوند برای ارتباط روترهای IP است ، تبدیل شد .

*** ویژگی های اساسی ATM**

همان طوری که در بخش ۱-۴ دیدیم ، ATM مدلهای سرویس مختلفی را پشتیبانی می کند . شامل سرویس نرخ بیت ثابت (CBR) ، سرویس نرخ بیت متغیر (VBR) ، سرویس نرخ بیت در دسترس (ABR) و سرویس نرخ بیت نامشخص (مشخص نشده) ATM یک معماری شبکه سوئیچ بسته ای ومدار مجازی (VC) می باشد .

معماری کلی ATM در سه لایه ،شکل ۲۲-۵ ، سازماندهی می شود .

لایه تطبیق (AAL) ATM تقریباً مشابه لایه انتقال اینترنت است و تنها در دستگاههای به مرز شبکه ATM موجود است (و نه در زیر ساخت و هسته شبکه) در سمت فرستنده AAL داده را از کاربردهای سطح بالا و یا پروتکل های بالاتر (نظیر IP ، اگر ATM برای اتصال دستگاههای IP استفاده شده باشد) دریافت می دارد . و در سمت گیرنده نیز داده دریافتی را به پروتکل لایه بالایی و یا کاربرد تحویل می دهد . AAL ها برای سرویس های با نرخ ثابت تعریف شده اند و AAl1 برای شبیه سازی مداری ، برای سرویس نرخ متغیر نظیر ویدئو با نرخ بیت ثابت AAL2 و برای سرویس داده نظیر انتقال دیتاگرام IP از AAL3 استفاده می شود .

سرویس شناسایی خطا و بخش کردن و سر هم کردن نیز جزو سرویس های AAL می باشد .واحد داده ای که توسط AAL مورد استفاده قرار می گیرد ، تحت عنوان AAL PDU است که تقریباً معادل سگمنت VP و یا TCP می باشد .

این واحد داده در شکل ۳۳-۵ نشان داده شده است . و فیلدهای آن تقریباً سر راست هستند PAD باعث می شود که PDU مضرب صحیحی از ۴۸ بایت باشد ، زیرا PDU به داده های ۴۸ بایتی تقسیم شده و بسته های ATM (بنام سلولهای ATM) را فراهم می آورد . فیلد طول هم ، طول payload را نشان می دهد . CRC هم روشن است .

www.it98.ir

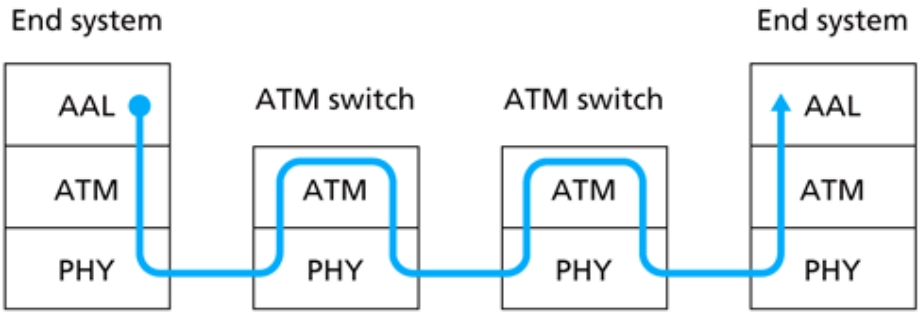



**Figure 5.32** ♦ The three ATM layers. The AAL layer is only present at the edges of the ATM network.

شکل

شکل ۵,۳۲ سه لایه ATM. لایه AAL تنها در لبه شبکه ATM ارائه شده است.

| 0-65535 | 0-47 | 2 | 4 |
|---|---|---|---|
| CPCS-PDU payload | PAD | Length | CRC |

**Figure 5.33** ♦ AAL5 PDU

شکل

شکل ۵,۳۳ AAL5 PDU

حال به لایه پایین تر که لایه ATM و قلب معماری ATM است برویم .

این لایه ساختار سلول ATM و معانی فیلدها را مشخص می نماید .

همان طور که دیتاگرام IP برای شبکه های IP مهم است ، سلول ATM نیز برای شبکه های ATM مهم می باشد . اولین ۵ بایت سلول شامل هدر ATM است و بقیه ۴۸ بایت شامل داده های حملی ATM می باشد . شکل ۳۴-۵ ساختار هدر سلول ATM را نشان می دهد . با فیلدهای زیر :

- شماره شناسایی کانال مجازی (VCI) . نشان دهنده کانال مجازی است که سلول به آن تعلق دارد . همانند اکثر تکنولوژی های شبکه که از مدارهای مجازی استفاده می کنند . VCI یک سلول از لینکی به لینک دیگر ترجمه و تغییر می نمایند .



www.it98.ir
wWw.it98.ir

انجمن فناوری اطلاعات
www.it98.ir

شکل ۱-۲-۴-

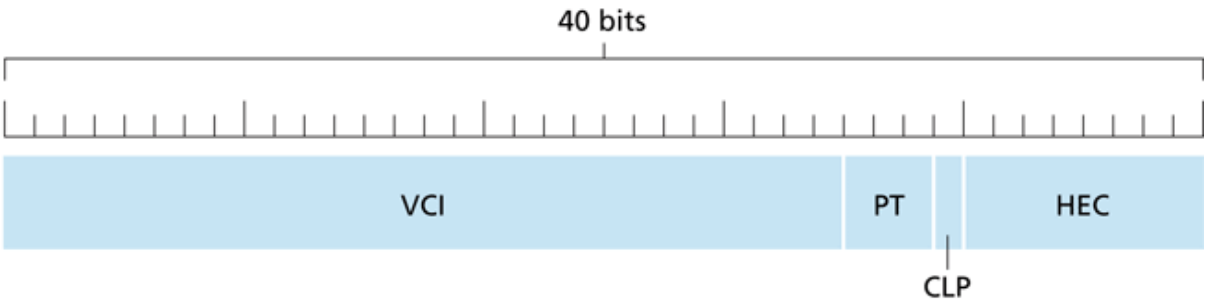
- نوع داده حملی (pT) نشان دهنده نوع داده حملی می باشد که در سلول انواع مختلف قابل حمل وجود دارد . حتی نوع داده بیکار (idle) نیز وجود دارد . بیتی در PT وجود دارد که نشان دهنده آخرین نقطه PDU می باشد .
- بیت اولویت از دست دادن سلول cell-loss priority (CLP)

می تواند توسط فرستنده بین اولویت ترافیک بالا و اولویت ترافیک پایین تنظیم شود .اگر به دلیل ازدحام ، سوئیچ ATM مجبور به حذف سلولها باشد ، سوئیچ می تواند از داده های با اولویت ترافیک پایین استفاده و ابتدا آنها را حذف نماید .

- بایت کنترل خطای هدر Header error control byte (HEC)

بیت های کشف خطا که برای حفاظت از هدر سلول می باشد .

قبل از اینکه مبدأ بتواند سلولی را به مقصد ارسال کند ، شبکه ATM بایستی اقدام به ایجاد کانال مجازی (VC) نماید . یک کانال مجازی چیزی بیش از یک مدار مجازی نیست . همان طوری که در بخش ۱-۲-۴ توضیح داده شد هر VC در واقع مسیری است که شامل دنباله ای از لینک ها از مبدأ به مقصد می باشد . به هر لینک در VC یک شماره شناسایی کانال مجازی (VCI) اختصاص داده می شود . هر زمانی که یک VC پایه گذاری و یا قطع می شود . جدول ترجمه VC بایستی به روز شود .




شکل **Figure 5.34** ♦ The format of the ATM cell header

شکل ۵,۳۴* قالب سلول هدر ATM

اگر از VC دائمی استفاده شود ، دیگر نیازی به برقراری VC های دینامیک نیست .

www.it98.ir

لایه فیزیکی ATM در پایین ترین پشته پروتکلی قرار دارد ، که با ولتاژها ، زمان بندی بیت ها و فریم بندی روی رسانه فیزیکی سرو کار دارد .

دو نوع گسترده از لایه فیزیکی موجود می باشد . آن هایی که یک ساختار فریمی انتقال هستند و (نظیر T1 , T3 , SONET , SDH) و آنهایی که نیستند . اگر لایه فیزیکی دارای ساختار فریمی است آن مسئول تولید و تعیین فریم می باشد . استفاده از واژه فریم دراینجا نبایستی با اصطلاح فریم در لایه پیوند اشتباه شود .

در اینجا فریم انتقالی یک مکلنیزم شبیه TDM لایه فیزیکی است که برای سازماندهی ارسال بیت روی لینک کاربرد دارد .

- **IP روی ATM**

اجازه دهید ببینیم که یک شبکه ATM چگونه می تواند ارتباط بین دستگاههای IP را فراهم آورد . شکل ۳۵-۵ یک ستون فقرات ATM را نشان می دهد با چهار نقطه ورود / خروج برای ترافیک IP . توجه داشته باشید که هر نقطه ورودی / خروجی در واقع یک روتر می باشد .

یک ستون فقرات ATM ممکن است شامل دهها و یا صدها سوئیچATM باشد . اکثر ستون فقرات ATM ها یک مدار مجازی دائمی بین هر جفت نقطه ورودی / خروجی می باشند . با استفاده از VC های دائمی ، سلول های ATM از نقطه ورودی به نقطه خروجی بدون نیاز به برقراری و حذف VC دینامیک ارسال می شوند .

اما به هر حال زمانی VC های دائمی امکان پذیر است که تعداد نقاط ورودی / خروجی محدود و کم باشد . برای n نقطه ورودی ، نیاز به n(n-1) مدار مجازی واقعی می باشد . هر روتری که به شبکه ATM متصل است نیاز به دو آدرس می باشد .

همان طوری که یک میزبان IP دارای هر آدرس برای اینترفیس اترنت می باشد . یک آدرس IP و یک آدرس ATM . به طور مشابه یک اینترفیس ATM دارای آدرس IP و آدرس ATM می باشد . توجه داشته باشید که دیتاگرام IP از شبکه ATM عبور می نماید . (شکل ۳۵-۵) در ساده ترین حالت ، شبکه ATM همانند یک لینک منطقی عمل می کند . همان



www.it98.ir

wWw.it98.ir

انجمن فناوری اطلاعات
www.it98.ir

طوری که یک شبکه اترنت می تواند این چهار روتر را بهم مرتبط نماید . اجازه دهید به روترهایی که دیتاگرام را وارد شبکه می کنند «روتر ورودی» و روترهایی که دیتاگرام شبکه را ترک می کند «روتر خروجی» بنامیم .

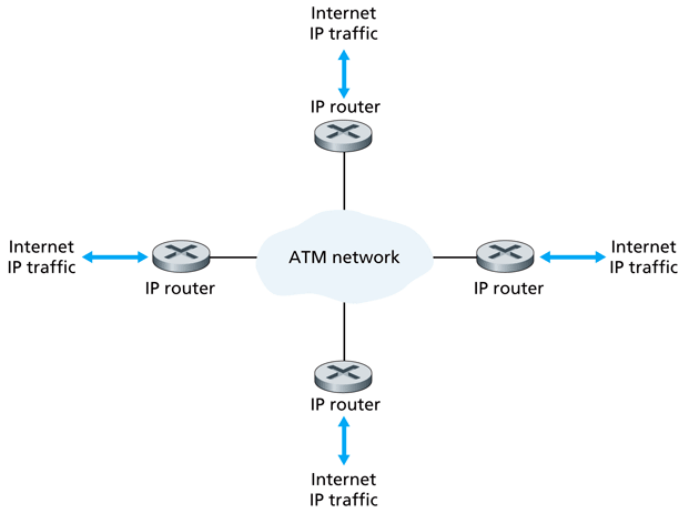



**Figure 5.35** ♦ ATM network in the core of an Internet backbone

شکل ۵,۳۵* شبکه ATM در هسته ستون فقرات اینترنت

روتر ورودی عملیات زیر را انجام می دهد :

۱) بررسی آدرس مقصد دیتاگرام

۲) اندیس کردن جدول مسیریابی خودش و تعیین --- آدرس IP روتر خروجی (که روتر بعدی در مسیر دیتاگرام می باشد)

۳) برای رساندن دیتاگرام به روتر خروجی ، روتر ورودی ATM را به عنوان یک پروتکل لایه پیوند می بیند . برای انتقال دیتاگرام به روتر بعدی ، ما بایستی آدرس فیزیکی روتر بعدی را بدست آوریم . اگر به خاطر بیاوریم ، در بخش ۲-۴-۵ این کار توسط پروتکل ARP انجام می شود . در این حالت یک اینترفیس ATM روتر ورودی در جدول ARP ATM با داشتن آدرس IP روتر خروجی می توان به دنبال آدرس ATM روتر خروجی می گردد .

۴) سپس IP روتر ورودی ، دیتاگرام را همراه با آدرس ATM روتر خروجی به لایه پیوند (که در اینجا ATM است) می دهد .

www.it98.ir

بعد از اینکه این چهار مرحله کامل شدند ، وظیفه انتقال دیتاگرام به روتر خروجی از دوش IP برداشته شده و به عهده ATM گذاشته می شود . هم اکنون ATM بایستی دیتاگرام را به آدرس ATM مقصد (که در مرحله سوم بدست آورد . شده است) تحویل دهد . این کار در دو مرحله انجام می شود :

۱) تعیین VCI برای VC یی که آدرس مقصد ATM هدایت می کند .

۲) سگمنت کردن (قطعه کردن) دیتاگرام به سلول ها در سمت فرستنده VC که روتر ورودی است) و جمع کردن سلول ها به شکل دیتاگرام اولیه در سمت گیرنده VC (که روتر خروجی می باشد)

کار اول به راحتی انجام پذیر است زیرا اینترفیس ارسال کننده دارایجدول است که نگاشت بین آدرس های ATM بهVCI ها را دارد . زیرا ما فرض کرده ایم که VC ها دائمی هستند و این جدول به روز است . (اگر VC ها دائمی نباشند ، در آن صورتATM Q.2931 (پروتکل سیگنال دهی) بایستی این VC را برقرار و قطع نماید – به طور اتوماتیک)

کار دوم نیاز به دقت و توجه ویژه ای دارد یک روش استفاده از قطعه کردن IP می باشد . که در بخش ۴-۴ بحث شد . در این روش روتر فرستنده بایستی دیتاگرام را به قطعات کمتر از ۴۸ بایتی شکسته تا بتوانند درون فیلد حمل داده ATM قرار بگیرند هدر ATM جمعاً ۲۵ بایت سربار و تنها ۲۸ بایت داده مفید منتقل می شود .

برای حل این مشکل ATM از روش مؤثر AAL5 استفاده می نماید .

سپس شبکه ATM هر سلول را در شبکه از مبدأ به مقصد هدایت می نماید .

در هر سوئیچ ATM بین فرستنده و گیرنده ، سلول ATM توسط لایه های فیزیکی ATM پردازش شده (و نه توسط لایه AAL) در هر سوئیچ VCI معمولاً ترجمه شده و HEC دوباره محاسبه می شود . زمانی که سلول به آدرس ATM مقصد می رسد ، به سوی بافر AAL هدایت شده و توسط PDU AL5 باسازی شده و دیتاگرام IP از درون آن استخراج شده و در پشته پروتکلی به لایه IP تحویل داده می شود .

- **۵,۸,۲ سوئیچینگ برچسب چند پروتکلی (MPLS)**



wWw.it98.ir

www.it98.ir

انجمن فناوری اطلاعات
www.it98.ir

(MPLS) برگرفته از یک عدد می باشد که مربوط به تلاش های صنعتی در اواسط تا اواخر دهه ۱۹۹۰ میلادی است برای بالا بردن سرعت ارسال روتر های IP بوسیله برگزیدن و قبولاندن مفهوم کلید برگرفته از مدار های شبکه های مجاز ی دنیا : یک برچسب با طول ثابت . هدف رهاسازی مقصد – اطلاعات IP مستقر – زیر ساخت های ارسال برای یک مورد بر اساس برچسب با طول ثابت و مدارهای مجازی نبود ، اما برای تکمیل آن بوسیله دیتاگرام ها ی برچسبی انتخابی و پذیرفتن روترها برای ارسال دیتاگرام ها بر اساس برچسب هایی با طول ثابت (ترجیحاً آدرس های آی پی مقصد) هنگامی که ممکن باشد . این مهم است که این تکنیک ها بصورت دست به دست با آی پی ، آی پی آدرس یابی ، آی پی مسیر یابی کار کنند. IETF تلاش ها را درون پروتکل MPLS متحد می کند .

اجازه بدهید مطالعه خودمان در مورد MPLS را با تمرکز بر یک فریم از لایه لینک که بوسیله روتر MPLS-Capable جابجا می شود آغاز کنیم . شکل ۵,۳۶ نشان می دهد که یک فریم از لایه لینک که بر روی یک لینک PPP یا LAN (مانند شبکه اترنت) جابجا می شود دارای یک هدر mpls کوچک است که بین هدر لایه ۲ و هدر لایه ۳ اضافه شده است .

RFC 3032 فرم هدر MPLS را برای چنین لینک های تعریف می کند ؛ هدر ها برای ATM و شبکه های فریم – رله شده به همان خوبی که در RFC های دیگر هست تعریف می شوند . در میان فیلد هایی که در هدر های MPLS برچسب هستند ۳ بیت برای آزمایش و تجربه نگه داشته می شوند، یک بیت S ،که برای نشان دادن پایان یک سری ازهدر های MPLS دسته (Stacked) بکار می رود . و یک زمان به فیلد زنده .

این کاملاً از شمای ۵,۳۶ مشهود است که فریم پیشرفته MPLS می تواند به تنهایی بین روتر هایی که هم MPLS capable هستند فرستاده شود .

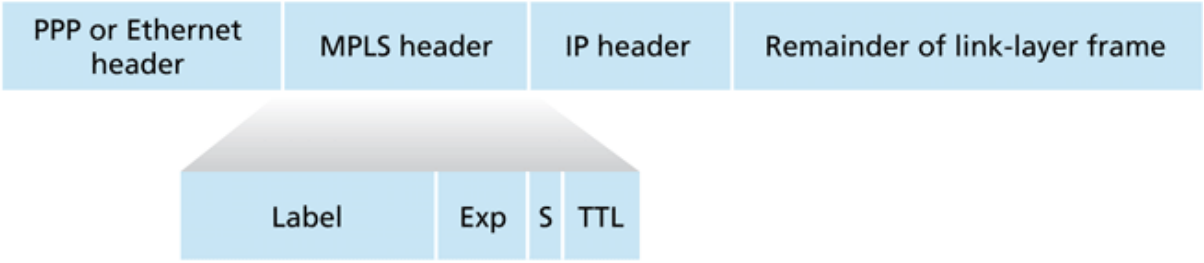



**Figure 5.36** ♦ MPLS header: Located between link- and network-layer headers

شکل

۵,۳۶* هدر MPLS: بین هدر های لایه پیوند و لایه شبکه جای گرفته است.



www.it98.ir

روتر سردرگم خواهد شد هنگامی که هدر MPLS را بیابد جایی که انتظار مـی بـوده کـه ip هـدر را پیـدا کنـد . روتـور MPLS-CAPABle اغلب مراجعه داده می شود بعنوان یک (label- switcher router) (روتر برچسب - سوئیچ) . از زمانیکه فـریم MPLS با تکیه بر برچسب MPLS در جدول ارسال هایش ، ارسال می شود و سپس دیتاگرام به منظور خط اتصال خروجـی بـه سـرعت پاس داده میشود . بنابراین . روتور MPLS-CAPABle احتیاج به استخراج آی پی آدرس های مقصد ندارد و یـک مراجعـه (بـرای مسابقه طولانی ترین پیشوند در جدول ارسال ) را انجام می دهد . اما چطور روتر تشخیص می دهد که آیا مجاور آن بـه MPLS-CAPABle احتیاج دارد و چگونه تشخیص می دهد آنچه چه برچسبی باید اضافه کند به آی پی مقصد داده شده ؟

برای پاسخ دادن به سئوالات ما به احتیاج داریم تا نگاهی بیاندازیم به اثرات متقابل روتر ها در یک گروه MPLS .

در این مثال در شمای ۵,۳۷ ، روتر R1 از طریق روتر MPLS-CAPABle R4 هستند . R5 و R6 روتر های آپی استاندارد هسـتند . R1 به R2 و R3 اعلام می گردد که می تواند به مقصد A مسیر یابی کنـد . و اینکـه یـک فـریم دریـافتی بـا برچسـب ۶ MPLS فرستاده خواهد شد به مقصد A .

روتر R3 برای روتر R4 اعلام می گردد که می تواند به مسیر های A, D مسیر دهی کند . و اینکه فریم های وروردی بـا برچسـب MPLS 10 و ۱۲ ، به ترتیب به سمت آن مقاصد سودیچ خواهند شد .

روتر R2 هم همچنین به روتر R4 اعلام گشته است که می تواند مقصد A را بدست آورد و اینکه یک فریم دریافتی با بـر چسـب ۸ MPLS به سمت A سوئیچ خواهد شد .

توجهکنید که روتر R4 اکنون در موقعیت جالب توجه ای است که دارای ۲ مسیر MPLS- برای رسید به A مـی باشـد . بوسـیله خط اتصال ۰ با خروجی راه دور برچسب ۱۰ MPLS-

و از طریق خط اتصال ۱ با برچسب ۸ MPLS. تصویر بزرگ کشیده شده در شمای ۵,۳۷ نشان مـی دهـد کـه تجهیـزات آی پـی R5,R6,A,d به یکدیگر متصل هستند بوسیله MPLS- مادون قرمز (روتر MPLS-CAPABle R1,R2,R3 , R4) که بیشتر به همـان شیوه که شبکه های داخلی سوئیچ شده (switched lan) یا شبکه های ATM می توانند با هم به تجهیزات Ip متصـل شـوند. و



www.it98.ir

wWw.it98.ir

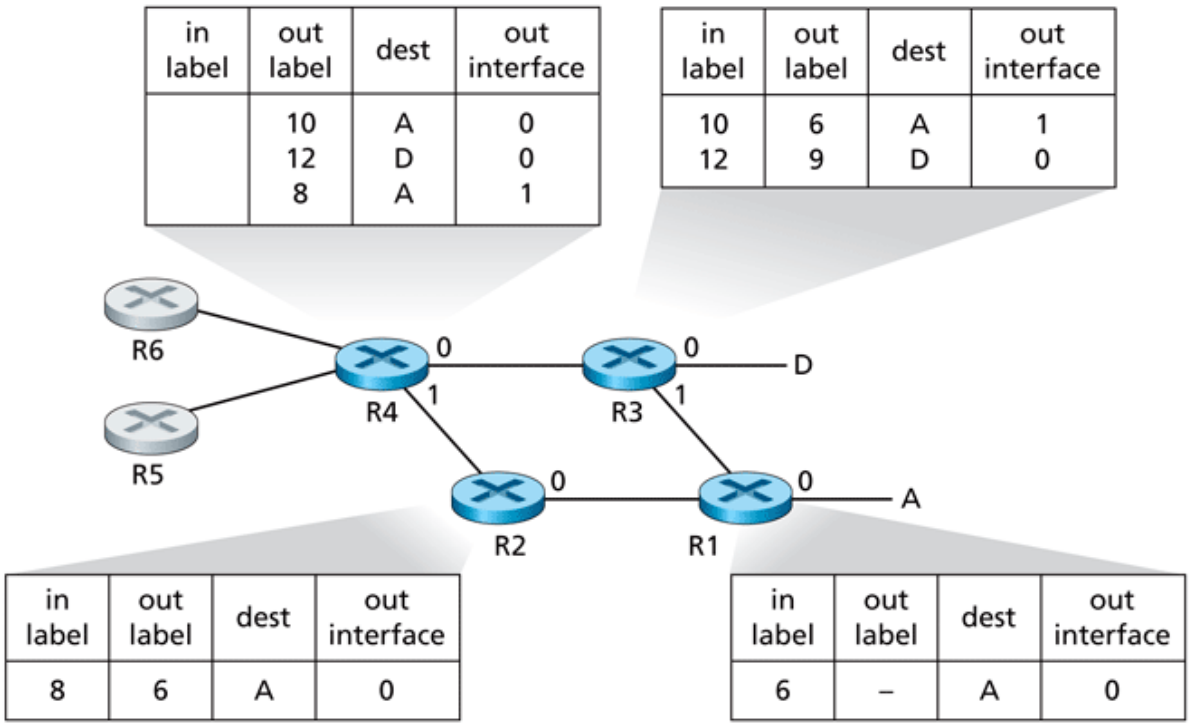
انجمن فناوری اطلاعات
www.it98.ir

مانند شبکه های داخلی سوئیچ شده (switched lan) یا شبکه های ATM ،روتر های MPLS-CAPABle، R1 از طریق R4 این کار را بدون دانستن و دریافت هدر آی پی یک بسته انجام می دهد .

در بحث بالایی مشخصاً پروتکل ویژه ای را برای تقسیم برچسب ها در میان روتر های MPLS-CAPABle مشخص ننمودیم . جزئیات سیگنالینگ خارج از مباحث این کتاب است .

ما باید توجه کنیم که بهر حال گروه کاری IETF که بر روی MPLS مشخص شده اند و در [RFC 3468] که گسترش یافته پروتکل RSVP می باشد ، بعنوان

RSVP-TE[RFC 3209] شناخته می شود بر روی سیگنالینگ MPLS تمرکز خواهد کرد.




شکل **Figure 5.37** ♦ MPLS-enhanced forwarding

۵,۳۷* حرکت به جلو MPLS ارتقا یافته

تا کنون بحث ما بر روی MPLS- بر این حقیقت استوار بوده است که MPLS سوئیچینگ را بر پایه ی برچسب ها انجام می دهد بدون نیاز به تمرکز بر روی آی پی آدرس های یک بسته .



www.it98.ir

مزایای حقیقی MPLS و دلیل علاقمندی جاری به MPLS بهر حال بدلیل پتانسیل آن ها برای افزایش سرعت سئویچینگ نیست ، بلکه بدلیل ظرفیت های جدید مدیریت ترافیک است که MPLS دارا می باشند . همانطور که در بالا اشاره شد،R4 دارای دو مسیر MPLS- به A است .اگر ارسال اجرا می شد در لایه آی پی بر اساس آدرس آی پی ف پروتکل های روتر آی پی که در فصل چهارم مطالعه کردیم تنها یک سیگنال را از مسیر حداقلی A مشخص می نمود . بنابراین MPLS این توانایی را فراهم می کند تا مسیر های همراه پاکت ها که ممکن است پروتکل های مسیر یابی آی پی استاندارد را استفاده نکنند ارسال کند. این تنها یک نمونه از بکاربردن مهندسی ترافیک MPLS است که در آن یک اپراتور شبکه می تواند مسیر دهی آی پی نرمال را باطل کند ونوک ترافیک را به سمتی مقصد داده شده همراه با یک مسیر بکشاند .و ترافیک دیگر را به سمت همان مقصد با مسیر دیگر ببرد.

بکاربری MPLS برای بسیاری از اهداف دیگرنیز می تواند مفید باشد . این می تواند بکار برده شود برای ترمیم سریع مسیر های ارسال MPLS . برای مثال برای مسیر دهی ترافیک بر روی یک مسیر شکسته شده در پاسخ به لینک از کار افتاده شده . MPLS هم می تواند برای انجام سرویس فریم ورک متفاوت بکار برده شود . توجه کنید که MPLS می تواند و توانسته است برای انجام این کار شبکه خصوصی مجازی (VPNs)را اجرا کند. برای پیاده سازی یک VPN برای مشتری، ISP از شبکه اش کهMPLS فعال دارد برای اتصال به یکدیگر شبکه های مختلف مشتری، استفاده می کند. MPLS می تواند برای جدا کردن هر دو منبع و آدرس دهی استفاده شده توسط VPN مشتری از آن دیگر کاربرانی که شبکه ISP را گذرگاه قرار داده اند، استفاده شود؛ برای مشاهده جزئیات به [DeClercq 2002] رجوع کنید.

بحث ما درباره MPLS لزوماً خلاصه شده است، و شما را برای کنکاش در منابعی که نام برده ایم، تشویق می کنیم. توجه داریم که این همه استفاده ممکن برای MPLS، مشخص است که این به سرعت شایسته چاقوی ارتش سوئیس (Swiss Army knife) مهندسی ترافیک اینترنت است!

- **۵,۹ خلاصه**

در این فصل، لایه پیوند، سرویس هایش، قواعد اساسی عملکردش و تعدادی از پروتکل های خاص و مهم که از این قواعد اساسی در پیاده سازی سرویس های لایه پیوند، بهره می گیرند، را بررسی کرده ایم.



www.it98.ir

wWw.it98.ir

انجمن فناوری اطلاعات
www.it98.ir

دیدیم که سرویس اصلی لایه پیوند برای انتقال یک دیتگرام لایه شبکه از یک نود (مسیریاب یا میزبان) به یک نود مجاوراست. دیدیم که همه پروتکل های لایه شبکه با کپسوله کردن یک دیتاگرام لایه شبکه در یک فریم لایه پیوند، قبل از انتقال فریم به سوی دیگر لینک، به نود مجاور عمل می کنند. فراتر از این فریم بندی معمول، به هر حال آموختیم که پروتکل های مختلف لایه پیوند دسترسی لینک بسیار متنوعی را ارائه می دهند: سرویس های تحویل (اطمینان بخشی، تشخیص و تصحیح خطا)، کنترل جریان و انتقال ( مانند دو طرفه همزمان در مقابل دو طرفه غیر همزمان). این تفاوت ها به گونه ای که تنوع وسیع انواع لینک روی پروتکل های لایه پیوند باید انجام شود، مقرر می شود. یک لینک نقطه به نقطه یک تک فرستنده و گیرنده دارد که از طریق یک تک "سیم" با هم در ارتباطند. یک لینک دسترسی چندگانه بین فرستنده ها و گیرنده های بسیاری با اشتراک گذاشته می شود، در نتیجه پروتکل لایه پیوند برای یک کانال دسترسی چند گانه یک پروتکل (پروتکل دسترسی چندگانه اش) برای هماهنگ کردن دسترسی لینک دارد. در موارد ATM و MPLS، "لینک" دو نود مجاور (برای مثال دو مسیریاب IP که در یک مفهوم IP –که آن ها مسیریاب های IP پرش به بعد برای چندین مقصد هستند) را به هم متصل می کند، ممکن است در واقع یک شبکه در خودش باشد. در یک لحظه، ایده یک شبکه که به عنوان یک لینک ملاحظه می شود، نباید عجیب به نظر آید. برای مثال یک لینک تلفن که یک مودم یا کامپیوتر خانگی را به یک مودم یا روتر راه دور متصل می کند، در واقع یک مسیر بین مسیر سطح بالا و پیچیده و شبکه تلفن پیچیده است.

در میان قواعد اساسی ارتباطات لایه پیوند، تشخیص خطا و تکنیک های تصحیح، پروتکل های دسترسی چندگانه، آدرس دهی لایه پیوند و ساختمان LANهای توسعه یافته از طریق هاب ها و سوئیچ ها را بررسی کردیم. در مورد تشخیص و تصحیح خطا، بررسی کردیم که چگونه ممکن است بیت های اضافی را به هدر فریم بر اساس شناسایی و در موارد تصحیح بسیاری را اضافه کردbit-flip. خطاهایی که ممکن است وقتی که فریم روی لینک انتقال داده می شود، رخ دهد. ما بیت توازن و طرح چک افزونه را به خوبی چک افزونه ی چرخشی قدرتمندی بیشتری را پوشش دادیم. سپس به سوی موضوع پروتکل های دسترسی چندگانه رفتیم. سه رویکرد پهناور برای هماهنگ کردن دسترسی به یک کانال انتشاری را بررسی و مطالعه کردیم: رویکردهای قسمت بندی کانال (TDM, FDM)، رویکرد های دسترسی تصادفی (پروتکل های ALOHA و پروتکل های CSMA) و پروتکل های نوبتی (پرسش و گذراندن نشانه (polling and token passing)). دیدیم که نتیجه داشتن نود های چندگانه به اشتراک گذاشته شده در یک تک کانال، نیاز برای فراهم آوردن آدرس های نود در لایه پیوند بود. آموختیم که آدرس های فیزیکی کاملا با آدرس های لایه شبکه تفاوت دارد و آن، در موضوع اینترنت، یک پروتکل خاص (ARP – پروتکل تفکیک آدرس) برای ترجمه بین این دو فرم آدرس دهی مورد استفاده قرار می گیرد. سپس بررسی کردیم که چگونه نود های به اشتراک گذاشته شده یک کانال



www.it98.ir

انتشاری از یک LAN و چگونه LANهای چندگانه می توانند به یکدیگر به فرم LANهای وسیع تر متصل شوند- همه بدون دخالت مسیردهی لایه شبکه برای این نودهای محلی ارتباط داخلی دارند.

همچنین تعدادی از پروتکل های لایه پیوند - اترنت و PPP- را مفصلاً پوشش دادیم. درس لایه پیوند خود را با تمرکز کردن بر روی این که چگونه شبکه های ATM و MPLS، وقتی که آن ها با مسیریاب های IP ارتباط داخلی دارند، سرویس های لایه پیوند را مهیا می کنند، به پایان رساندیم. داشتن پوشش داده شده لایه پیوند، *سفرمان در پشته پروتکل اکنون به پایان رسیده است!* مطمئناً لایه فیزیکی زیر لایه پیوند داده می نشیند، ولی جزئیات لایه فیزیکی شاید بهترین چیزی باشد که برای دوره دیگری گذاشته شده باشد (مانند تئوری درون ارتباطی، نسبت به شبکه بندی کامپیوتر). هر چند در این فصل جنبه های مختلفی از لایه فیزیکی تماس هایی داشته ایم (برای مثال توضیح مختصرمان درباره کدگذاری منچستر در بخش ۵,۵) و در فصل ۱ (توضیحمان درباره رسانه فیزیکی در بخش ۱,۲). لایه فیزیکی را دوباره وقتی درباره ویژگی های لینک بیسیم در فصل بعد می خوانیم، مورد بررسی قرار خواهیم داد.

گرچه سفرمان در پشته پروتکل اکنون به پایان رسیده است، ولی مطالعه درباره شبکه بندی کامپیوتر هنوز به یک پایان نرسیده است. در چهار فصل پیش رو شبکه بندی بیسیم، شبکه بندی چند رسانه ای، امنیت شبکه و مدیریت شبکه پوشش می دهیم. این چهار موضوع هر کدام به راحتی برای یک لایه مناسب نیستند؛ در واقع، هر موضوع بسیاری از لایه ها را میان بر می زند. دانستن این موضوع ها (که به عنوان موضوعات پیشرفته در بعضی متون شبکه بندی ثبت شده اند) بنابراین به یک پایه استوار در همه لایه های پشته پروتکل نیاز دارد- یک پایه که درس ما درباره لایه پیوند داده اکنون کامل شده است!

## مسائل و سوالات کار در خانه:

---

سوالات مرور فصل ۵:

- بخش های ۵,۱ و ۵,۲:



www.it98.ir

wWw.it98.ir

انجمن فناوری اطلاعات
www.it98.ir

R1. اگر همه لینک های اینترنت سرویس انتقال مطمئن ارائه دهند، سرویس انتقال مطمئن TCP چیز اضافه ای خواهد بود؟ چرا و چرا نه؟

R2. چه سرویس های مطمئنی است که یک پروتکل لایه پیوندی را می تواند به به لایه شبکه ارائه دهد؟ کدام یک از این سرویس های لایه پیوندبر طبق سرویس های IP هستند؟ در TCP ؟

- بخش ۵,۳:

R3. دو گره را در نظر بگیرید که همزمان بسته ای را با طول L و نرخ ارسال R را روی یک کانال انتشار شروع به انتقال می کنند. تاخیر انتشار بین دو گره را $d_{prop}$ در نظر بگیرید. آیا اگر $d_{prop} >$ L/R باشد، تصادم وجود خواهد داشت؟ چرا و چرا نه؟

R4. در بخش ۵,۳، چهار ویژگی مطلوب یک کانال انتشار را لیست کردیم. کدام یک از این ویژگی ها را ALOHAی اسلات شده،دارد؟ کدام یک از این ویژگی های را گذراندن نشانه (token passing) دارد؟

R5. پروتکل های سر شماری و گذراندن نشانه (polling and token passing) با استفاده از تعامل در مهمانی را شرح دهید.

R6. چرا پروتکل نشانه حلقوی (token-ring) اگر یک LAN محیط خیلی وسیعی داشته باشد، ناکارآمد خواهد بود؟

- بخش ۵,۴:

R7. فضای آدرس MAC چقدر است؟ فضای آدرس IPv4 چطور؟ آدرس IPv6 چطور؟

R8. گره های B,A و C که هر کدام به یک LAN انتشاری واحد (توسط آداپتورهایشان) اتصال دارند.اگر A هزاران دیتاگرام به B با هر کپسوله سازی فریم آدرس دهی شده به آدرس MAC B ارسال کند، آیا آداپتور C این فریم ها را پردازش می کند؟ اگر چنین است، آیا آداپتور C دیتاگرام های IP در این فریم ها را به لایه شبکه C عبور می دهد؟ اگر A فریم ها را با آدرس انتشاری MAC ارسال کند، جواب های شما چگونه تغییر خواهند یافت؟

R9. چرا یک پرس و جو ARP در یک فریم انتشاری ارسال می شود؟ چرا یک پاسخ ARP در یک فریم با آدرس MAC مقصد معین ارسال می شود؟

www.it98.ir

R10. برای شبکه در شکل ۵,۱۹ ، مسیریاب دو ماژول ARP دارد، هر کدام با جدول ARP خودش است. آیا ممکن است که یک آدرس MAC یکسان در دو جدول ظاهر شود؟

- بخش ۵,۵:

R11. ساختارهای فریم ۱۰BASE-T،100BASE-T و Gigabit Ethernet را با هم مقایسه کنید. چگونه با هم تفاوت دارند؟

R12. یک آداپتور ۱۰ Mbps که در یک شبکه جریان نامحدود s۱ که از کد گذاری منچستر استفاده می کند، ارسال می کند را در نظر بگیرید. تک خروجی آداپتور چه تعداد انتقال در ثانیه دارد؟

R13. در CSMA/CD، بعد از تصادم پنجم، احتمال این که یک گره K=4 را انتخاب کند چقدر است؟ نتیجه K=4 با تاخیر چند ثانیه ای روی یک اترنت ۱۰Mbps مطابقت می کند؟

- بخش ۵,۶:

R14. شکل ۵,۲۶ را شرح دهید. چه تعداد زیر شبکه در مفهوم آدرس دهی بخش ۴,۴ وجود دارد؟

www.it98.ir

**مسائل:**

P1.فرض کنید اطلاعات یک بسته بصورت الگوی بیت زیر باشد :

۱۰۱۰۱۰۱۰۱۰۱۰۱۰۱۱

و حتی یک یکسان ساز نیز استفاده می شود. مقدار فیلد حاوی بیت های یکسان برای یک شم یکسان دو بعدی چقدر است؟ جواب شما باید طوری باشد که حداقل طول چکسام فیلد استفاده شده.

P2. نشان دهید که چک های یکسان دو بعدی می توانند یک خطای بیتی را تشخیص و رفع کنند.(مثالی غیر از شکل ۵,۶ بزنید)



wWw.it98.ir

انجمن فناوری اطلاعات
www.it98.ir

مثالی بزنید که یک خطای دوبیتی را می توان تشخیص داد ولی قابل تصحیح نیست.

P3.فرض کنید قسمت اطلاعات یک بسته ( Dدر شکلا ۵,۴) حاوی ۱۰بایت شامل ۸ بیت باینری علامت گذاشته نشده نشانگر اعداد ۰ تا ۹ است. چکسام اینترنتی را برای این دیتا محاسبه کنید.

P4. سوال قبل را در نظر بگیرید ولی به جای اعداد ۰ تا ۹ حالات زیر را جایگزین کنید:

الف) ۱ تا ۱۰.

ب) حروف بزرگ A تا J

پ) حروف کوچک a تا j

چکسام اینترنتی را برای این دیتا محاسبه کنید.

P5. یک مولد ۴ بیتی را در نظر بگیرید، G در شکل ۵,۸ ، و فرض کنید که D مقداری برابر ۱۰۱۰۱۰۱۰ دارد. مقدار R چقدر است؟

P6. سوال قبل را در نظر بگیرید ولی برای D مقادیر زیر را فرض کنید:

الف) ۱۰۰۱۰۰۰۱

ب) ۱۰۱۰۰۰۱۱

پ) ۰۱۰۱۰۱۰۱

P7. در بخش ۵,۳ یک طرح کلی برای استخراج بازده ALOHA اسلات شده مهیا کرده ایم. در این مسئله استخراج را کامل می کنیم.

a: به یاد آورید هنگامی که N گره فعال وجود دارد،بازده ALOHA ی اسلات شده برابر با $Np(1-p)^{N-1}$ است. بیشترین مقدار p که این عبارت را ماکزیمم کند، بیابید.



www.it98.ir

b: با استفاده از مقدار p که در (a) به دست آمد، بازدهی ALOHAی اسلات شده را وقتی N به سمت بینهایت میل می کند را بدست آورید. تذکر: $(1 - 1/N)^N$ وقتی که N به سمت بینهایت میل کند، e/۱ می شود.

P8. نشان دهید که کارایی حداکثرALOHA خالص برابر e2/1 است. توجه داشته باشید که اگر مسئله بالا را کاملا حل کرده باشید، این مسئله آسان است.

P9. سه گره را در نظر بگیرید، A-B-C در حال تلاش برای دسترسی به یک کانال از طریق ALOHA هستند. فرض کنید هر گره یک بسته بی نهایت برای فرستادن دارد.

هر نود سعی می کند از طریق یک اسلات اطلاعاتش را با احتمال p منتقل کند. اسلات اول شماره ۱، اسلات دوم شماره ۲ و به همین ترتیب نام گذاری شده اند.

a) احتمال این مساله چیست که گره a برای اولین بار در اسلات ۴ موفق می شود؟

b) احتمال این مساله چیست که بعضی از گره های a , b یا c در اسلات ۲ موفق می شود؟

c) احتمال این مساله چیست که اولین موفقیت در اسلات ۴ اتفاق می افتد

d) بازه این سیستم سه گره ای چیست؟

P10. بازه AL0HA شیاردار (شکاف دار) و AL0HA خالص را به عنوان عملکرد P برای مقادیر n برقرار ذیل ترسیم کنید:

a.n=10

b.n=25

c.n=50

P11. یک کانال پخش همگانی را با گروه ها N و یک مقدار انتقال Rbps در نظر بگیرید.

کانال پخش همگانی را فرض کنید که از نظرسنجی (با یک گره نظرسنجی اضافی) برای دسترسی چندگانه استفاده میکنند. مقدار زمان را از لحظه ای فرض کنید که یک گره انتقال را تا زمانی کامل میکند که گره نهایی برای انتقال مجاز می شود (یعنی تاخیر نظرسنجی d poll است).

فرض کنید که در یک دوره نظرسنجی ، یک گروه مشخص برای انتقال در بیشتر بیت های Q مجاز می شود.



www.it98.ir

wWw.it98.ir

در اکثر توان عملیاتی کانال پخش (همگانی) چیست؟

P12. سه LAN را در نظر بگیرید که به وسیله دو مسیر به هم متصل مش شوند همانگونه که در شکل ۵,۳۸ نشان داده شده است.

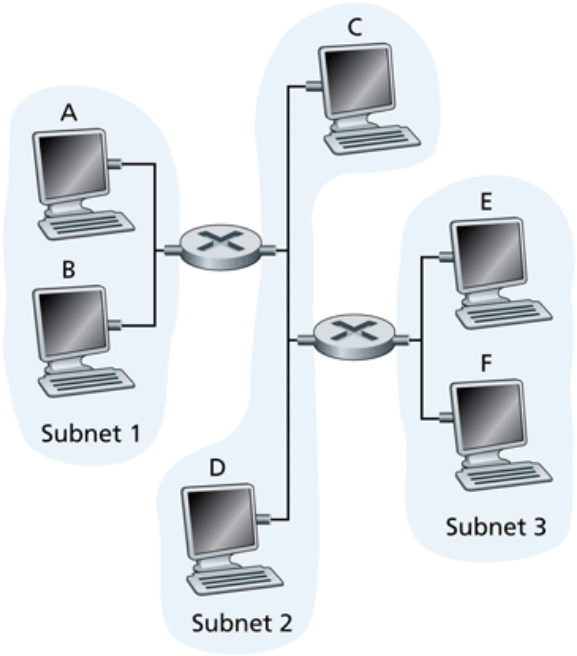



**Figure 5.38** ♦ Three subnets, interconnected by routers

شکل ۵,۳۸* سه زیر شبکه، با ارتباط داخلی به وسیله روتر ها

a) دیاگرام را برای شمول بر آداپتور دوباره ترسیم کنید.

b) آدرس های آی پی IP را برای همه اینترفیس ها تعیین کنید. برای subnet 1 از آدرس های شکل XXX.۱۱۱,۱۱۱,۱۱۱ استفاده کنید.

برای subnet 2 از آدرس شکل XXX.۱۲۲,۲۲۲,۲۲۲ استفاده کنید و برای subnet 3 از آدرس شکل XXX.۱۳۳,۱۳۳,۱۳۳ استفاده کنید.

c) آدرس های MAC برای همه آداپتور ها تعیین کنید.

d) آدرس یک دیاگرام IP را از Host A به Host F در نظر بگیرید. فرض کنید که همه جدول های ARP جدید هستید.همه در اول آنگونه که برای مثال تک مسیردر بخش ۵-۴-۲ انجام شده است، شمارش کنید.

e d) را تکرار کنید و فرض کنید که جدول APR در میزبان در حال ارسال خالی است و دیگر جدول های جدید هستند.

P13. مساله قبلی را در نظر بگیرید، اما اکنون در نظر فرض کنید که مسیر بین شبکه های ۳ و ۲ بوسیله یک سوییچ جایگزین میشود.به سوالات e و a در مساله قبلی در این متن جدید پاسخ دهید

P14. به خاطر داشته باشید که با پروتکل CSMA/CD، اداپتور، K 512 times بیت بعد از یک تصادم (برخورد) سرو میکند که در آنجا k به طور اتفاقی استنتاج می شود.

به دلیل اینکه k=100 است ، تا چه اندازه اداپتور و تا زمان بازگشت به مرجله ۲ برای Mbps Ethernet سرو میکند؟ برای Mbps Ethernet 100 چطور؟

P15. فرض کنید گروه های A و B در باس مشابه Mbps Ethernet 10 هستند و تاخیر تکثیر بین دو گره times 225 بیت است.

فرض کنید گره A انتقال یک چارچوب را شروع می کند و قبل از اینکه پایان یابد، گره B به انتقال یک چارچوب شروع می کند. آیا A می تواند به انتقال پایان بخشد قبل از اینکه این کشف کند که B منتقل شده است، چرا بله، چرا نه.

اگر جواب مثبت است، بنابراین A به طرو صحیحی معتقد است که چارچوبش به طورموفقیت آمیزی بدون یک تصادم منتقل شده بود.

نکته : زمان T=0 بیت را فرض کنید.A به انتقال یک چارچوب شروع می کند.

در سخت ترین مورد ، A ، چارچوب را با حداقل اندازه ۶۴+۵۱۲ times بیت منتقل می کند. بنابراین A انتقال چارچوب را در t=512+64 بیت را پایان می بخشد.

بنابراین پاسخ منفی است، اگر که سیگنال B به A می رسد قبل از اینکه زمان بیت t=512+64 بیت است. در بدترین مورد، چه موقع سیگنال B به A می رسد.

P16. فرض کنید گره های A و B در باس ۱۰ Mbps مشابه هستند و تاخیر تکثیر (انتشار) بین دو گره ۲۲۵ بیت است . فرض کنید A و B ،چارچوب هایی را در زمان مشابه ارسال می کنند و چارچوب ها تصادم دارند و سپس A و B مقادیر متفاوت K را در الگوریتم CSMA/CD انتخاب می کنند.

با فرض اینکه هیچ یک از گره های دیگر فعال نیستند آیا انتقالات مجدد در تصادم A و B می تواند ممکن باشد یا نه؟

باری اهداف ما ، این برای کارکردن مثال زیر کفایت می کند. فرض کنید ، A و B شروع به انتقال در t=0 بیت می کنند.آنها تصادم ها را در t=225 times بیت آشکار می کنند.

آنها به انتقال یک سیگنال فشردگی در t=225+48=273 times بیت پایان می بخشد.

فرض کنید KA=0 و KB=1 است. در چه زمانی ارسال مجددش را برنامه ریزی می کند؟ در چه زمانی A ، شروع به انتقال میکند؟ (توجه: این گره ها باید برای یک کانال بلااستفاده بعد از بازگشت به مرحله ۲ منتظر بماند.) در چه زمانی، سیگنال A به B می رسد.

آیا B از انتقال در زمان برنامه ریزی شده اش امتناع میکند.

P17. یک ۱۰۰ Mbps 100 BASE-T Ethernet با همه گره های پیوسته در طور مستقیم به یک مرکز(کانون) در نظر بگیرید. برای داشتن یک بازه ۵/۰ چه چیزی باید حداکثر فاصله بین یک گره و مرکز کانون باشد؟

طول چارچوب ۶۴ بیت را فرض کنید و فرض کنید که هیچ تکرار کننده ای وجود ندارد.

آیا این حداکثر فاصله همچنین تضمین می کند که یک گره انتقال دهنده A قادر به کشف این مساله است که آیا دیگر گره ها انتقال یافته بودند، درحالی که A در حال انتقال بود؟ چرا بله چرا نه.

چگونه حداکثر فاصله شما با معیار واقعی ۱۰۰ Mbps مقایسه می شود؟

P18. در این مساله شما بازه پروتکل دسترسی چند گانه مانند CSMA/CD را استنتاج خواهید کرد.

در این پروتکل زمان بخش بخش میشود و همه اداپتور ها با بخش ها همزمان می شوند. علیرغم AL0PHA بخش بخش شده. در عین حال طول یک بخش (به ثانیه) بسیار کمتر از زمان چارچوب است.(زمان برای انتقال چارچوب).

فرض کنید S طول بخش است. فرض کنید همه چارچوب ها ، دارای طول ثابت L=KRS هستند که در اینجا R مقدار انتقال کانال است و K یک عدد صحیح است.

فرض کنید گره های N وجود دارند که هر یک با یک مقدار از چارچوب ها برای ارسال هستند.

ما همچنین فرض میکنیم که dprop<s است، بنابراین همه گره ها یک تصادم را قبل از پایان زمان بخش بخش شده آشکار می کنند.

این پروتکل به قرار ذیل است.

اگه برای یک برش (بخش) مشخص، هیچ گرهی،دارای کانال نباشند، همه گره ها برای کانال رقابت می کنند بویژه هر گره در شکاف با P احتمالی منتقل می شود. اگر دقیقا یک گره به شکاف منتقل می شود، آن گره دارای کانال برای K-1 SLOTS می شود و کا چارچوبش را انتقال می دهد.

www.it98.ir

اگر بعضی از گره ها  دارای کانال هستند هر گره های  دگیر از انتقال  اجتناب می کنند تا زمانی که گرهی که دارای این کانال است ، النتقال قابش را پایان بخشیده است. زمانی که این گره چارچوبش را منتقل کرده است ، همه گره ها برای کانال رقابت می کنند.

توجه داشته باشید که کانال بین دو حالت متناوب می شود: حالت تولیدی که دقیقا شکاف های K را امتداد می دهد و حالت غیر تولیدی که برای یک تعداد تصادفی از شکاف ها باقی می ماند.

به طور واضع و آشکار، بازه کانال، مقدار K(K+X) است که در انجا  X تعداد پیش بینی شده شکاف های غیر تولیدی متوالی است.

a برای p و  n ثابت ، بازده این پروتکل را مشخص کنید.

b را مشخص کنید که بازده را به حداکثر می رساند.

با استفاده از p (که عملکرد N است) و در (b) یافت می شود، بازده را به هنگام نزدیک شدن N به بیکرانی مشخص کنید.

نشان دهید که این بازده به ۱ می رسد، زمانی که طول چارچوب بیشتر میشود.

P19. فرض کنید دو گره A و B به پایانه های متضاد کابل ۹۰۰ m جدب میشود وفرض کنید که آنها هر کدام  یک چارچوب ۱۰۰۰ بیت برای ارسال به همدیگر دارند (که شامل همه سرآغازها و دنباله های آغازین  می شوند. چهار تکرار کننده بین A و B وجود دارند.هر دو گره  برای انتقال در  زمان تاخیر t=0 تلاش می کنند. چهار تکرار کننده بین A  و B فرض کنید که هر کدام یک تاخیر ۲۰ بیت را درج می کنند. فرض کنید مقدار انتقال ۱۰ Mbps است و CSMA/CD با فواصل خلفی چندین ۵۱۲ بیت استفاده می شود. بعد از اولین تصادم، A منجربه استنتاج K=0 می شود و B منجربه استنتاج K=1 در پروتکل خلفی نمایی می شود. سیگنال فشردگی و تاخیر زمان ۹۶ بیت را نادیده بگیرید.

a. یک روش تاخیر تکثیر (که شامل تاخیر تکرار کننده میشود) بین A و B در ثانیه ها چیست ؟

فرض کنید که سرعت تکثیر سیگنال ۲  ۱۰n m/sec است.

b. در چه زمانی ( در ثانیه ها ) بسته A به طور کامل به B تحویل داده می شود.

c. اکنون فرض کنید که تنها A یک بسته برای ارسال دارد و فرض کنید که تکرار کنندگان  با سوییچ جایگزین می شوند.

فرض کنید که هر سوییچ یک تاخیر پیشرونده ۲۰ بیت علاوه بر یک تاخیر ذخیره و ارسال دارد.

در چه زمانی در ثانیه، بسته A به B تحویل داده می شود.

www.it98.ir



wWw.it98.ir

P20. شکل ۲۸-۵ را در مساله p12 در نظر بگیرید. آدرس های MAC و آدرس های IP را برای اینترفیس ها در میزبان A ، هر دو مسیر و میزبان F فراهم کنید.فرض کنید مزبان A یک دیتاگرام برای میزبان F می فرستد. مبدا و مقصد آدرس های MAC را در چارچوبی ارائه دهد که این دیتاگرام IP را در بر میگیرد، زمانی که این چهارقاب از A به مسیر چپ و از مسیر چپ به مسیر راست و از مسیر راست به F منتقل می شود همچنین مبدا و مقصد آدرس های IP را در دیتاگرام IP ارائه دهید که در این چهارچوب در هر یک از این نقاط در زمان احاطه می شود.

P21. اکنون فرض کنید که چپ ترین مسیر در شکل ۳۸-۵ به وسیله یک سوییچ جایگزین میشود . میزبان های A، B،C و D مسیر راست همگی ستارگانی هستند که به این سوییچ متصل می شوند.

مبدا و مقصد آدرس های MAC را در این چهار قاب مشخص کنید که این دیتاگرام آی پی را احاطه می کند ، زمانی که چهارقاب از A به سوییچ ، از سوییچ به مسیر راست و از مسیر راست به A منتقل می شود. مبدا و مقصد آدرس های IP را در دیتاگرام IP مشخص کنید که در چهارقاب در هر یک از این نقاط در زمان احاطه می شود.

P22. شکل ۲۶-۵ را در نظر بگیرید فرض کنید که همه لینک ها ۱۰۰ Mbps هستند حداکثر کد به توان عملیاتی چیست که می تواند در بین چهارده سیستم پایانی در این شبکه کسب شود؟ چرا؟

P23. فرض کنید که سه سوییچ بخش بخش در شکل ۲۶-۵ به وسیله هاب ها جایگزین می شود. همه لینک ها ۱۰۰Mbps هستند.حداکثر کل توان عملیاتی چیست که می تواند در بین چهارده سیستم پایانی در این شبکه کسب شود؟ چرا؟

P24. فرض کنید که هم سوییچ ها در شکل ۲۶-۵ با هاب ها جایگزین شود همه لینک ها ۱۰۰Mbps هستند حداکثر کل توان عملیاتی که میتواند بین چهارده سیستم پایانی در این شبکه کسب شود چقدر است؟ چرا؟

P25. بیایید عملکرد سوییچ یادگیری را در متن شکل ۲۴-۵ در نظر بگیرید فرض کنید که A یک فریم به D ارسال می کند D با یک فریم بهA پاسخ می دهد C یک فریم را به D میفرستد D با یک فریم به C پاسخ می دهد.جدول سوییچ در ابتدا خالی است .

حالت جدول سوییچ را قبل و بعد از هر یک ا وقایع نشان دهید برای هر یک از این وقایع لینک هایی را مشخص کنید که در آن فریم انتقال یافته ارسال خواهد شد و خلاصه جواب هایتان را توجیه کنید؟

P26. به خاطر داشته باشید که ATM از بسته های ۵۳ بایتی استفاده می کند که شامل ۵ بایت هدر و ۴۸ بایت، بار می شود. ۵۳ بایت به طور غیرعادی برای بسته هایی با طول ثابت کوچک است.بیشتر پروتکل های شبکه (IP،Ethernet،رله فریم و نظیر

www.it98.ir

forth) از بسته هایی استفاده می کند که بطور متوسط و چشمگیری بزرگتر هستند. یکی از نقاط ضعف بسته های کوچک، این است که یک بخش عمده از پهنای باند لینک بوسیله بایت های سربار مصرف می شود . در مورد ATM تقریبا ۱۰ درصد از پهنای باند به وسیله هدر از بین می رود. در این مساله ما بررسی می کنیم که چرا چنین بسته ای با اندازه کوچیک انتخاب شده بود در نهایت فرض کنید که سلول ATM شامل بایت های P (احتمالا متفاوت از ۴۸) و ۵ بایت هدر می شود.

(a ارسال یک منبع صدای رمزگذاری شده دیجیتالی بطور مستقیم روی ATM را در نظر بگیرید فرض کنید که هر یک از این سلول ها به طورکامل قبل از اینکه منبع سلول را به شبکه ارسال کند ، پر می شود. زمان مورد نیاز برای پر کردن یک سلول ، تاخیر بسته بندی سازی است  در مورد L تاخیر بسته بندی را بر حسب میلی ثانیه محاسبه کنید.

(b تاخیر های بسته بندی سازی بیش از ۲۰۰ میلی ثانیه می تواند منجر به یک بازتاب و انعکاس قابل توجه و ناخوشایند شود . تاخیر بسته بندی  را برای L=1500 byte (که به ندرت مطابق با بسته Ethernet با حداکثر اندازه) و برای L = 48  (مطابق با سلول ATM) مشخص کنید .

(C تاخیر ذخیره و ارسال را در یک سوییچ ATM برای یک مقدار لینک R=155Mbps (یک سرعت رایج لینک برای ATM) برای L=1500 byte و برای L=48 byte محاسبه کنید.

(d در مورد مزیت های استفاده از اندازه سلول کوچک توضیح دهید.

.P27 شبکه MPLS را در نظر بگیرید که در شکل ۳۷-۵ نشان داده شده است و فرض کنید که روترهای R5 و R6  اکنون MPLS فعال است.

فرض کنید که ما میخواهیم کنترل ترافیک را اجرا کنیم بنابراین بسته ها را از R6  اختصاص یافته به A که از طریق  R5، R4 ، R2، R1 به A متصل شده است .و بسته ها از R5 به سمت A که از طریق  R5، R4، R2، R1 متصل شده اند انتقال می یابند. جدول های MPLS را در R5 و R6 به به علاوه جدول تنظیم شده در R4 را نشان دهید که این را ممکن می سازد.

.P28  دوباره همان سناریو را مانند مسئله قبلی در نظر بگیرید اما فرض کنید که بسته ها از R6 اختصاص یافته برای D از طریق  R6، R4، R3 انتقال می یابد در حالی که بسته ها از R5 اختصاص یافته به D  از طریق  R4، R2، R1، R3 انتقال می یابند. جدول های MPLS را در همه مسیرهایی که این را ممکن می سازد نشان دهید .پ

## سوالات بحث و بررسی

شما را برای گشت و گذار در وب برای جستجوی پاسخ ها برای سوالات زیر تشویق و ترغیب میکنیم.

.D1 محدوده قیمت کنونی آداپتور ۱۰۰/۱۰ Mbps چقدر است؟ در مورد آداپتور Ethernet  گیگابیت چطور؟ چگونه این قیمت ها را با مودم دایل آپ ۵۶ Kbps و با یک مودم ADSL مقایسه می کنید؟



www.it98.ir

wWw.it98.ir

انجمن فناوری اطلاعات
www.it98.ir

D2. سوییچ ها غالبه به وسیله تعداد اینتر فیس ها قیمت گذاری می شوند (همچنین در زبان فنی LAN پورت نامیده می شوند) محدوده قیمت کنونی هر اینترفیس برای یک سوییچ که شامل تنها ۱۰۰ Mbps اینترفیس می شود چقدر است؟

D3. بسیاری از عملکرد های یک آداپتور در نرم افزار هایی که بر روی گره CPU اجرا می شوند، عمل می کنند. انتقال این قابلیت از آداپتور به گره چه مزایا و چه نقص هایی دارد؟

D4. در اینترنت جهت یافتن شماره های پروتکل هایی که در یک فریم اترنت برای یک IP دیتاگرام و برای یک بسته APR استفاده می شود، جستجو کنید.

D5. منابع مربوط به مهندسی(کنترل)ترافیک که از MPLS استفاده می کنند [RFC 3346, Huang 2002, Xiao 2000] را مطالعه کنید. مجموعه ای از اهداف مربوط به کنتل ترافیک را لیست کنید. کدام یک از این آدرس ها فقط می توانندبا MPLS مطابقت کند و کدام یک از این اهداف با استفاده از پروتکل های موجود (غیر از MPLS) مطابقت دارند؟ در موارد اخیر، چه مزایایی بر MPLS پیشنهاد می شود؟

<u>Ethereal Lab</u>

در وب سایت همراه (پشتیبان) این کتاب: http://www.awl.com/kurse-ross، شما می توانید یک نرم افزار Ethereal Lab که پروتکل IEEE 802.3 و قالب فریم اترنت را بررسی می کند، پیدا کنید.

---

سیمون اس لم: Simon S .Lam

سیمون اس لم پروفسور و دارای کرسی شورای علوم کامپیوتر دانشگاه تگزاس آوستین(Austin) از سال ۱۹۷۱ تا ۱۹۷۴ است. او مرکز اندازه گیری شبکه ARPA در UCLA ؛ جایی که روی سوئیچینگ بسته های ماهواره ای و رادیویی کار می کرد. او یک گروه تحقیقاتی که سوکت های مطمئن و به شکل اولیه را در سال ۱۹۹۳ ابداع کردند را رهبری کرد.. اولین لایه سوکت- های مطمئن، برنامه نویسی شبکه مطمئن نام گرفت که برنده جایزه سیستم نرم افزاری ACM در ۲۰۰۴ را شد. تحقیق وی روی



www.it98.ir

طراحی و تحلیل پروتکل های شبکه و امنیت سرویس ها متمرکز است. او مدرک کارشناسی خود را در رشته مهندسی الکترونیک از دانشگاه واشینگتون و کارشناسی ارشد و دکترا را از UCLA دریافت نمود.

- **چرا تصمیم به کسب تخصص در شبکه شدید؟**

زمانی که در پاییز ۱۹۶۹به عنوان یک دانشجوی فارغ التحصیل جدید وارد UCLA شدم، قصد من مطالع بر روی تئوری کنترل بود. سپس کلاس های تئوری صف بندی لئونارد کلین راک را گرفتم که بسیار تحت تاثیر وی قرار گرفتم . برای مدتی روی سیســـتم های صف بندی کنترل تطابقی ، به عنوان یک موضـــوع پـــایان نامه مناسب، کار می کردم. در ابتدای ۱۹۷۲ لری رابرتس پروژه سیستم ماهواره ای آرپانت (ARPAnet) را به راه انداخت(قبلا به آن ماهواره بسته ای می گفتند). پروفسور کلین راک از من خواست که به پروژه بپیوندم. اولین کاری که انجام دادیم، معرفی یک نمونه بود، که تا آن زمان واقع گرایانه، الگوریتم backoff (بازگشت) به قسمت جدا شده پروتکل ALOHA بود. اندکی پس از آن، مسائل تحقیقی جالب توجه بسیاری مانند مسئله ناپایداری ALOHA و نیاز برای و نیاز برای backoff انطباقی را یافتم که از هسته پایان نامه من بودند.

- **شما در روز های ابتدایی ظهور اینترنت در ۱۹۷۰ فعال بودید که همزمان با روز های ابتدایی دانشجویی شما در UCLA بود. در آن موقع اوضاع چگونه بود؟ آیا مردم آگاهی از چگونگی پیدایش اینترنت داشتند؟**

واقعاً جو نسبت به سایر پروژه های ساختمان سیستمی که در صنعت و دانشگاه دیده بودم، خیلی تفاوت نداشت. در ابتدا هدف تعیین شده ARPAnet انصافاً نسبتاً کم بود، که دسترسی به کامپیوتر های گران قیمت از راخ دور را فراهم می کرد به طوری که بسیاری از دانشمندان می توانستند از آن ها استفاده کنند. با این حال، به همراه شروع پروژه بسته ماهواره ای در ۱۹۷۲ و پروژه بسته رادیویی در ۱۹۷۳، هدف ARPAnet اساساً گسترش یافته بود. تا سال ۱۹۷۳ ARPAnet سه شبکه بسته ای متفاوت در آن واحد ایجاد می کرد و برای Vint Cerf و Bob Kahn جهت توسع یک استراتژی اتصال حائز اهمیت شده بود.

قبل از آن به همه پیشرفت های تدریجی در شبکه به عنوان مسئله ای منطقی نگاه می شد تا موضوعی جادویی.(من چنین فکر می کنم). کسی نمی توانست مقیاس اینترنت و قدرت کامپیوتر های امروزی را تصور کند. یک دهه قبل از ظهور اولین کامپیوتر شخصی بود. برای اینکه چیز ها در چشم انداز قرار گیرند، اکثر دانشجویان برنامه های کامپیوتریشان را در قالب دسته هایی از کارت های پانچ شده برای پردازش دسته ای ارائه می دادند. تنها عده ای از دانشجویان دسترسی مستقیم به کامپیوتر داشتند. مودم ها بسیار کم سرعت و کمیاب بودند. من به عنوان یک دانشجوی فارغ التحصیل، تنها یک تلفن بر روی میزم داشتم و از کاغذ و مداد برای انجام بیشتر کارهایم استفاده می کردم.

- **حوزه شبکه و مسیر حرکت اینترنت در آینده را به کجا می بینید؟**



www.it98.ir

wWw.it98.ir

در گذشته، سادگی پروتکلهای اینترنت بزرگترین قدرت برای درهم شکستن رقابت و تبدیل شدن به استاندارد بالفعل برای کارهای اینترنتی محسوب می شد. برخلاف رقیبانی همچون X.25 در دهه ی ۸۰ و ATM در دهه ی ۹۰، IP می تواند بر روی هر تکنولوژی شبکه لایه ی لینک اجرا شود زیرا تنها بهترین سرویس دیتاگرام را ارائه می دهد. بنابراین هر شبکه ی بسته به اینترنت متصل گردد.

متأسفانه بیشترین نقطه قوت IP حالا یک نکته ضعف است. IP همانند یک ژاکت تنگ است که توسعه ی اینترنت را به جهات مشخصی محبوس می کند. لایه ی IP از لحاظ اقتصادی بسیار مهم است که بخواهیم برایه پشتیبانی از عملکردهای جدید همچون multicast و QoS آن را سرهم بندی کنیم. در سالهای اخیر، تحقیقات بسیار سعی خود را بر مبنای لایه های انتقال و کاربرد برای پشتیبانی multicast و QoS قرار دادند. موضوع بسیاری از تحقیقات کنونی دیگرهمچون سیستمهای P2P تنها شامل لایه ی کاربرد هستند. همچنین تعداد زیادی از تحقیقات نیز درمورد شبکه های بیسیم تک کاره ( wireless ad hoc networks)، شبکه های سنسور (sensor networks) و شبکه های ماهواره ای (satellite networks) وجود دارند. این شبکه ها همچنین می توانند بعنوان سیستمهای مستقل یا سیستمهای لایه لینک نیز نشان داده شوند که می توانند گسترش پیدا کنند زیرا آنها خارج از محدوده ی استریت ژاکت IP قرار دارند.

افراد بسیاری در مورد امکان اینکه سیستمهای P2P بعنوان یک پلتفرم برای برنامه های اینترنتی مورد استفاده قرار گیرند، هیجان زده هستند. بهرحال، سیستمهای P2P در استفاده از منابع اینترنتی خود ناکارآمد عمل می کنند. یک نگرانی من اینست که آیا ظرفیت انتقال و سوئیچینگ هسته ی اینترنت از ترافیک موجود در اینترنت همانطور که برای تمام انواع وسایل که آنها را به اینترنت متصل می کند و تمامی برنامه های قادر به اتصال P2P آینده را پشتیبانی می کند و در حال رشد است، سریعتر افزایش پیدا می کند؟

بدون پیش بینی اساسی ظرفیت، اطمینان حاصل کردن از پایداری شبکه در حضور حمله های بد خواهانه و شلوغی یک وظیفه ی بزرگتر خواهد بود.

- **چالش برانگیزترین بخش کار شما چیست؟**

چالش برانگیزترین بخش کار من بعنوان یک استاد، تعلیم و برانگیخته کردن هر دانشجو در کلاس، و هر دانشجوی دوره ی دکترای تحت سرپرستی من، بجای فقط تحصیل کنندگان است. باهوشترین و برانگیخته ترین فقط نیاز به کمی راهنمایی دارد نه بیشتر. من اغلب از این دانشجویان بیشتر یاد می گیرم تا اینکه آنها از من یاد بگیرند. آموزش و برانگیخته کردن کم آموزان چالش بزرگی را می طلبد.

- **چه فشارهایی را پیش بینی می کنید که فناوری در مورد آموزش در آینده خواهد داشت؟**

سرانجام، تمام دانش بشری از طریق اینترنت قابل دسترس خواهد بود، که قدرتمندترین ابزار برای یادگیری خواهد بود. این پایه ی پهناور علمی قدرت سنجش میدان بازی برای دانش آموختگان را در تمام جهان خواهد داشت. بعنوان مثال، دانش آموختگان



www.it98.ir

باانگیزه در هر کشوری قادر خواهند بود که به بهترین وبسایتها، سخنرانیهای چندرسانه ای و مواد درسی دسترسی پیدا کنند. پیش از این، گفته شده است که کتابخانه های دیجیتال IEEE و ACM به توسعه ی تحقیقات علوم رایانه ای در چین سرعت بخشیده اند. بموقع، اینترنت از تمامی موانع جغرافیایی برای یادگیری سبقت خواهد گرفت.

www.it98.ir