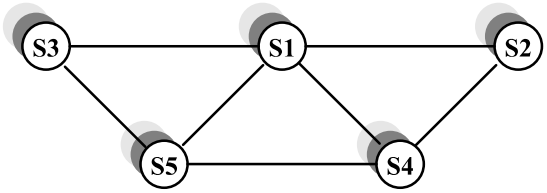
شبکه‌های محلی حذف شده و فقط وجود یا عدم وجود ارتباط بین مسیریابها نشان داده شده است. مثلاً اگر چه ارتباط S_1 و S_4 از طریق شبکهٔ محلی LAN3 برقرار می‌شود ولی در شکل (۵-۳) فقط وجود ارتباط (بوسیلهٔ یک خط مستقیم) نشان داده شده است. حال وقتی تعداد شبکه‌های متصل بهم را متعدّد فرض کنید شکل بصورت گرافی پیچیده در خواهد آمد؛ این گراف زیرساخت ارتباطی شبکه‌ها را تشکیل می‌دهد که "زیرشبکه"[1] نامیده می‌شود.



شکل (۵-۳) زیرساخت ارتباطی مسیریابها

در زیرساخت ارتباطی شبکه‌ها ، مسیرهای متعددی بین دو مسیریاب وجود دارد و بنابراین هر یک از مسیریابها به غیر از وظیفهٔ هدایت بسته‌ها بایستی راهی را برای طی مسیر بسته به سمت مقصد برگزینند که بهینه باشد.

در ساده‌ترین تعریف، مسیریاب ماشینی است که تعدادی ورودی / خروجی داشته و بسته‌های اطلاعاتی را از ورودیها تحویل گرفته و براساس آدرس مقصد، یکی از کانالهای خروجی را برای انتقال بسته انتخاب می‌کند؛ به نحوی که بسته را به مقصد نزدیک نماید.

ماشینی را که هیچ نقشی در هدایت بسته‌های اطلاعاتی روی شبکه ندارد و فقط تولید کننده یا مصرف کنندهٔ بسته‌های اطلاعاتی است ، "ماشین میزبان"[2] می‌گویند.

از این به بعد هرگاه ساختار زیرشبکهٔ ارتباطی را در قالب یک گراف نشان دادیم، گره‌های این گراف ، مسیریابها را تصویر می‌کند و خطوط بین دو گره در گراف ، کانال ارتباطی بین دو مسیریاب را نشان می‌دهد و بنابراین ماشینهای میزبان شبکه را نشان نخواهیم داد.

1-Subnet

مجموعهٔ مسیریابها و کانالهای ارتباطی بین آنها ، توپولوژی زیر شبکه را تشکیل می‌دهد و خرابی یکی از مسیریابها یا یکی از کانالهای ارتباطی، توپولوژی زیر شبکه را تغییر داده و در نتیجه ، عملِ مسیریابی در شبکه تحت تأثیر قرار می‌گیرد.

در بیانی ساده ترافیکِ یک کانال ، متوسط تعداد بسته‌های اطلاعاتی است که در واحد زمان روی یکی از کانالهای ورودیِ یک مسیریاب ارسال شده و مسیریاب موظّف به دریافت و

---

[1] Subnet
[2] Host Machine

پردازش آن می‌باشد. با توجّه به آنکه تولید بسته‌های اطلاعاتی کاملاً تصادفی و نامعین است بنابراین ترافیک لحظه‌ای هر کانال کاملاً متغیر با زمان خواهد بود.

با این مقدمه ابتدا لایهٔ اینترنت (لایهٔ شبکه) از مدل TCP/IP را معرفی کرده و در فصلی مجزّا به الگوریتمهای مسیریابی در شبکهٔ اینترنت خواهیم پرداخت.

۲) لایهٔ اینترنت

جوهرهٔ اینترنت به گونه ای شکل گرفته است که مجموعه ای از شبکه‌های خودمختار[۱] را به همدیگر وصل می‌نماید . هیچگونه ساختار حقیقی و ثابتی نمی‌توان برای اینترنت متصوّر شد . این نکته را بایستی یادآور شویم که در قسمت "زیرشبکه" از شبکهٔ اینترنت تعدادی از خطوط ارتباطی با پهنای باند (نرخ ارسال) بسیار بالا و مسیریابهای بسیار سریع و هوشمند ، برای پیکرهٔ شبکهٔ جهانیِ اینترنت یک "ستون فقرات"[۲] تشکیل داده است. شبکه‌های منطقه ای و محلّی پیرامون این ستون فقرات شکل گرفته و ترافیک دادهٔ آنها به نحوی از این ستون فقرات خواهد گذشت . ستون فقرات در شبکهٔ اینترنت که با سرمایه گذاری عظیمی در آمریکا، اروپا و قسمتهایی از اقیانوسیه و آسیا ایجاد شده است حجم بسیار وسیعی از بسته‌های اطلاعاتی را در هر ثانیه حمل می‌کنند و اکثر شبکه‌های منطقه‌ای و محلی یا ارائه دهندگان سرویسهای اینترنت[۳] به نحوی با یکی از گره‌های این ستون فقرات در ارتباطند . در شکل (۶-۳) سیمای کلّی و ساده از مفهوم ستون فقرات را می‌بینید.

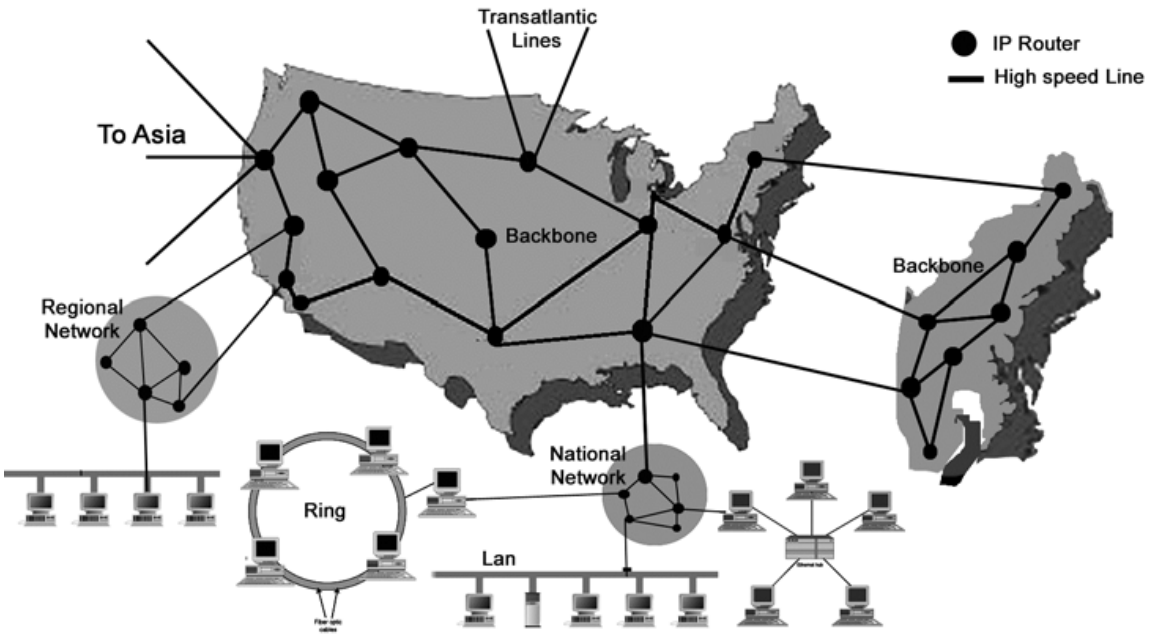
1-backbone

به گونه ای که در بخش قبلی اشاره شد قراردادی که حمل و تردّد بسته‌های اطلاعاتی و همچنین مسیریابی صحیح آنها را از مبدأ به مقصد ، مدیریّت و سازماندهی می‌نماید پروتکل IP[۴] نام دارد. درحقیقت پروتکل IP که روی تمامی ماشینهای شبکه اینترنت وجود دارد بسته‌های اطلاعاتی را (بسته‌های IP) از مبداء تا مقصد هدایت می‌نماید ، فارغ از آنکه آیا ماشینهای مبدأ و مقصد روی یک شبکه هستند یا چندین شبکهٔ دیگر بین آنها واقع شده است.

1-IP Protocol

---

۱ Autonomous .این اصطلاح در فصل بعدی معرفی شده است
۲ Backbone
۳ Internet Service Provider (ISP)
۴ Internet protocol



شکل (٦-٣) سیمای کلّی و تجسّمی ستون فقرات در شبکهٔ اینترنت

1-Datagram

1-Fragment

ساده ترین تعریف برای پروتکل IP روی شبکهٔ اینترنت بصورت زیر خلاصه می‌شود :

لایهٔ IP یک واحد از داده‌ها را از لایهٔ بالاتر تحویل می‌گیرد؛ به این واحد اطلاعات معمولاً یک "دیتاگرام" گفته می‌شود[1] امکان دارد طول این دیتاگرام بزرگ باشد ، در چنین موردی لایهٔ IP آنرا به واحدهای کوچکتری که هر کدام "قطعه"[2] نام دارد شکسته و با تشکیل یک بستهٔ IP به ازای هر قطعه ، اطلاعات لازم برای طی مسیر در شبکه را به آنها اضافه میکند و سپس آنها را روی شبکه به جریان می‌اندازد؛ هر مسیریاب با بررسی و پردازش بسته‌ها ، آنها را تا مقصد هدایت می‌کند . هر چند طول یک بسته IP می‌تواند حداکثر 64Kbyte باشد و لیکن در عمل عموماً طول بسته‌ها حدود ۱۵۰۰ بایت است. (این قضیه به دلیل آنست که اکثر شبکه‌های محلی دنیا اعمّ از Bus، حلقه ، ستاره ، ... طول فریمی نزدیک به یک تا چند کیلو بایت دارند) پروتکل IP مجبور است هنگام قطعه قطعه کردن یک دیتاگرام ، برای کلّ آن یک شمارهٔ مشخصه و برای هر قطعه یک شمارهٔ ترتیب در نظر بگیرد تا آن دیتاگرام بتواند در مقصد برای تحویل به لایهٔ بالاتر یعنی لایهٔ انتقال بازسازی شود .

---

[1] اصطلاح دیتاگرام در ادبیّات شبکه‌های کامپیوتری به معانی متفاوت و در موارد متعدّد استفاده شده است. لذا به مورد استفادهٔ آن دقّت داشته باشید.

[2] Fragment

(مجدداً تأکید می‌کنیم که در این مبحث ، دیتاگرام یک واحد اطلاعات است که به صورت یکجا از لایهٔ IP به لایهٔ انتقال تحویل داده می‌شود یا بالعکس لایه انتقال آنرا جهت ارسال روی شبکه به لایهٔ IP تحویل داده و ممکن است شکسته شود)

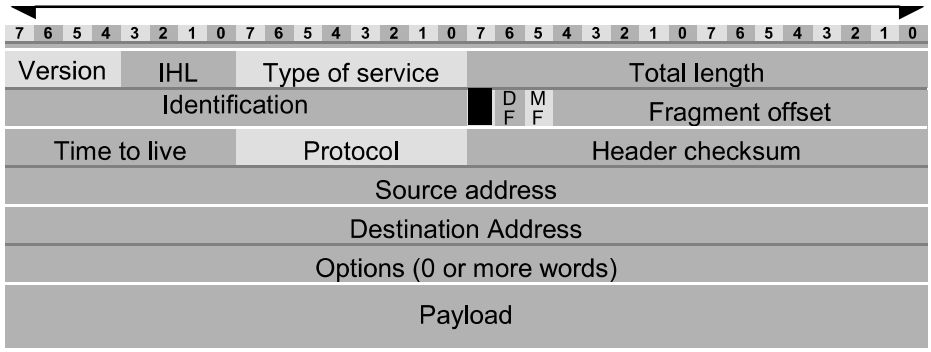
در کنار پروتکل IP چندین پروتکل دیگر مثل ICMP, ARP , RARP, RIP و ... تعریف شده که پروتکل IP را در عملکرد بهتر ، مسیریابی صحیح، مدیریت خطاهای احتمالی یا کشف آدرسهای ناشناخته کمک می‌کنند.

تواناییهایی که پروتکل IP و پروتکلهای جانبی آن عرضه می‌کنند این امکان را فراهم آورده است که تمامی شبکه‌ها و ابزارهای شبکه ای (مثل ماشینهای میزبان ، مسیریابها ، پلها ، و...) فارغ از نوع ماشین و نوع سخت افزار و حتی با وجود تفاوت در سیستم عامل مورد استفادهٔ آنها ، بتوانند بسته‌های IP را با یکدیگر مبادله کنند . پروتکل IP ساختاری استاندارد دارد و به هیچ سخت افزار یا سیستم عامل خاصّ وابسته نیست.

بعنوان اولین گام در شناخت پروتکل IP لازم است قالب یک بستهٔ IP را کالبد شکافی کرده و در گامهای بعدی چگونگی آدرس دهی ماشینها و انواع کلاسهای آدرس در شبکهٔ اینترنت را معرفی نموده و نهایتاً به روشهای مسیریابی و همچنین تعریف پروتکلهای وابسته به IP بپردازیم.

۱-۲) قالب یک بستهٔ IP

شکل (۷-۳) قالب یک بسته IP را به تصویر کشیده است. یک بستهٔ IP از دو قسمت سرآیند و قسمت حمل داده تشکیل شده است. مجموعهٔ اطلاعاتی که در سرآیند بستهٔ IP درج می‌شود توسط مسیریابها مورد استفاده و پردازش قرار می‌گیرد.



شکل (۷-۳) قالب یک بستهٔ IP