درسنامه جامع شبکه‌های کامپیوتری - جلسه شانزدهم

موضوعات: مسیریابی سلسله‌مراتبی (Hierarchical Routing)، سیستم‌های خودمختار (AS)، و پروتکل‌های مسیریابی اینترنت (RIP, OSPF, BGP).

---

۱. مسیریابی سلسله‌مراتبی (Hierarchical Routing)

با گسترش شبکه اینترنت، استفاده از الگوریتم‌های ساده (مانند Link State یا Distance Vector) به صورت مسطح (Flat) پاسخگو نبود. به همین دلیل، ساختار شبکه به صورت لایه‌لایه یا سلسله‌مراتبی طراحی شد.

ساختار سطوح (از بالا به پایین)

شبکه به بخش‌های زیر تقسیم می‌شود:

1. ناحیه (Region): بالاترین سطح تقسیم‌بندی.
2. دسته (Cluster): هر ناحیه به تعدادی کلاستر تقسیم می‌شود.
3. حوزه (Zone): هر دسته شامل چندین حوزه است.
4. گروه (Group): هر حوزه به گروه‌هایی تقسیم می‌شود که مسیریاب‌ها در آن قرار دارند.

مزیت اصلی: مدیریت جداول مسیریابی

مهم‌ترین دلیل استفاده از این روش، کاهش اندازه جداول مسیریابی است.

- مثال بدون سلسله‌مراتب: فرض کنید شبکه‌ای با 700 روتر داریم. هر روتر باید جدولی با 700 سطر داشته باشد تا مسیر رسیدن به بقیه را بداند. (مدیریت سخت و حافظه زیاد).
- مثال با سلسله‌مراتب: اگر همان 700 روتر را به 24 ناحیه تقسیم کنیم (که در هر ناحیه حدود 30 روتر باشد):
  - مسیریاب به جای ۷۰۰ رکورد، فقط نیاز دارد اطلاعات ناحیه‌های دیگر (24) و روترهای ناحیه خود (30) را بداند.
  - محاسبه: $24(\text{Regions}) + 30(\text{Internal Routers}) - 1(\text{Self}) = 53$ رکورد.
  - نتیجه: کاهش چشمگیر جدول از 700 به 53 رکورد.

> *نکته: تقسیم‌بندی شبکه (تعداد نواحی و ...) فرمول خاصی ندارد و به نظر ادمین شبکه، ترافیک و توپولوژی بستگی دارد.*

---

۲. ساختار اینترنت و سیستم‌های خودمختار (AS)

اینترنت به عنوان "شبکه‌ای از شبکه‌ها" شناخته می‌شود. این شبکه‌های تشکیل‌دهنده را سیستم خودمختار یا AS (Autonomous System) می‌نامند.

- تعریف AS: شبکه‌ای که تحت نظارت و مدیریت یک سازمان یا مجموعه خاص (مثل یک دانشگاه، ISP، یا یک کشور) اداره می‌شود و سیاست‌های مسیریابی داخلی مستقل خود را دارد.
- مثال: شبکه ملی اطلاعات ایران، شبکه دانشگاه، یا شبکه یک دیتاسنتر بزرگ.

---

۳. پروتکل‌های مسیریابی در اینترنت

پروتکل‌های مسیریابی مجموعه‌ای از قوانین و الگوریتم‌ها هستند که مثل یک "نقشه راهنما"، بهترین مسیر را برای انتقال داده از مبدأ به مقصد پیدا می‌کنند. در ادامه ۳ پروتکل اصلی بررسی شدند:

الف) پروتکل RIP (Routing Information Protocol)

- **نوع:** Distance Vector (بردار فاصله).
- **معیار مسیریابی (Metric):** تعداد گام (Hop Count).
- **نحوه عملکرد:** کوتاه‌ترین مسیر، مسیری است که از روترهای کمتری عبور کند. اطلاعات به صورت دوره‌ای (مثلاً هر ۳۰ ثانیه) به همسایگان ارسال می‌شود.
- **محدودیت:** حداکثر تعداد گام مجاز ۱۵ است (عدد ۱۶ به معنی بی‌نهایت/غیرقابل دسترس است). بنابراین فقط برای شبکه‌های کوچک کاربرد دارد.
- **مزایا:**
  1. سادگی بسیار زیاد.
  2. سازگاری بالا با اکثر تجهیزات.
- **معایب:** عدم توجه به سرعت لینک یا ترافیک (فقط تعداد روتر را می‌شمارد).

ب) پروتکل OSPF (Open Shortest Path First)

- **نوع:** Link State (حالت لینک).
- **الگوریتم:** از الگوریتم دایجسترا (Dijkstra) استفاده می‌کند.
- **کاربرد:** برای شبکه‌های بزرگ و پیچیده (داخل یک AS).
- **معیار مسیریابی:** هزینه (Cost) که می‌تواند شامل پهنای باند، تأخیر (Delay) و قابلیت اطمینان باشد (نه فقط تعداد روتر).
- **نحوه عملکرد:** اطلاعات مسیریابی را فقط در صورت تغییر (و یا دوره‌های طولانی) و فقط برای روترهای مشخص پخش می‌کند (Multicast). از ناحیه‌بندی (Area) پشتیبانی می‌کند.
- **مزایا:**
  1. انتخاب مسیر هوشمندانه و بهینه (بر اساس سرعت و کیفیت لینک).
  2. همگرایی سریع‌تر نسبت به RIP.
  3. مقیاس‌پذیری بالا.
- **معایب:**
  1. پیچیدگی در پیاده‌سازی و تنظیمات.
  2. مصرف منابع بالا (CPU و RAM) در روترها.

ج) پروتکل BGP (Border Gateway Protocol)

- **نوع:** Path Vector (بردار مسیر).
- **کاربرد:** پروتکل بین‌المللی و اصلی اینترنت برای اتصال سیستم‌های خودمختار (AS) به یکدیگر (Inter-domain Routing).
- **نحوه عملکرد:** مسیریابی بر اساس سیاست‌های مدیریتی (Policy) انجام می‌شود، نه صرفاً سرعت یا مسافت. (مثلاً: ترافیک کشور A نباید از کشور B عبور کند).
- **ویژگی:** به عنوان "ستون فقرات اینترنت" شناخته می‌شود.
- **مزایا:**
  1. کنترل کامل و دقیق بر مسیریابی.
  2. مقیاس‌پذیری بسیار بالا (برای کل اینترنت).
  3. انعطاف‌پذیری در اعمال سیاست‌ها.
- **معایب:**
  1. بسیار پیچیده و تخصصی.
  2. کندی در همگرایی (Convergence) به دلیل وسعت شبکه.

3. حساسیت امنیتی بالا (تنظیمات اشتباه می‌تواند بخش بزرگی از اینترنت را مختل کند).

---

۴. مقایسه و انتخاب پروتکل

برای انتخاب "بهترین" پروتکل، باید به پارامترهای زیر توجه کرد:

1. **اندازه شبکه:** (کوچک: RIP / بزرگ: OSPF / جهانی: BGP).
2. **امنیت:** BGP و OSPF امکانات امنیتی بهتری دارند.
3. **سرعت همگرایی:** OSPF معمولاً سریع‌تر است.
4. **منابع سخت‌افزاری:** RIP کمترین منابع را نیاز دارد.