

session-2

مقدمه: لبه شبکه (Network Edge) و راه‌های ارتباطی

در این جلسه به بررسی **لبه شبکه (Network Edge)** و روش‌های مختلف اتصال به اینترنت می‌پردازیم. لبه شبکه به بخشی از شبکه گفته می‌شود که کاربران نهایی از طریق آن به دنیای اینترنت متصل می‌شوند. اولین و رایج‌ترین دستگاه برای این اتصال، **مودم** است.

۱. مودم‌های Dial-up (دایال‌آپ)

این مودم‌ها نسل اولیه مودم‌های خانگی بودند که از طریق زیرساخت شبکه تلفن ثابت کار می‌کردند.

مکانیزم عملکرد

کاربر کامپیوتر خود را از طریق مودم به خط تلفن متصل می‌کرد و مودم با شماره‌گیری یک شماره خاص متعلق به **سرویس‌دهنده اینترنت (ISP)** که معمولاً شرکت مخابرات بود، ارتباط را برقرار می‌کرد. این اتصال با یک صدای مشخص و معروف همراه بود.

ویژگی‌ها و معایب

- سرعت بسیار پایین:** حداکثر سرعت تئوری این مودم‌ها حدود **۵۶ کیلوبیت بر ثانیه (Kbps)** بود که در مقایسه با استانداردهای امروزی بسیار ناچیز است.
- اشغال بودن خط تلفن:** هنگام اتصال به اینترنت، خط تلفن به طور کامل اشغال می‌شد و امکان برقراری یا دریافت تماس وجود نداشت.
- عدم اتصال دائم (Not Always-On):** برای هر بار استفاده، لازم بود فرآیند شماره‌گیری و اتصال مجدداً انجام شود. این مودم‌ها فاقد ویژگی **"Always On"** یا "همیشه متصل" بودند.

ساختار اتصال

ساختار ساده‌ای داشت:

شبکه تلفن ↔ مودم سمت سرور ↔ روتر ↔ Dial-up مودم ↔ PC

۲. مودم‌های DSL (Digital Subscriber Line)

برای رفع مشکلات مودم‌های Dial-up، فناوری **DSL** معرفی شد که انقلابی در دسترسی به اینترنت خانگی ایجاد کرد.

مکانیزم عملکرد

نیز از خط تلفن استفاده می‌کند، اما با یک تفاوت کلیدی: این فناوری فرکانس خط تلفن را به دو بخش مجزا تقسیم **DSLAM** می‌کند؛ یکی برای **مکالمات صوتی** و دیگری برای **انتقال داده (اینترنت)**. این جداسازی از طریق دستگاهی به نام **(DSL Access Multiplexer)** در مرکز مخابرات انجام می‌شود.

ویژگی‌ها و مزایا

1. **سرعت بالاتر:** سرعت این مودم‌ها به مراتب بیشتر از Dial-up بود.
2. **اتصال دائم (Always-On):** کاربر همیشه به اینترنت متصل بود و نیازی به شماره‌گیری مجدد نبود.
3. **عدم اشغال خط تلفن:** امکان استفاده همزمان از تلفن و اینترنت فراهم شد.

انواع مختلف DSL

فناوری DSL دارای زیرشاخه‌های متعددی است که هر کدام ویژگی‌های خاص خود را دارند. تفاوت اصلی آن‌ها در **سرعت دانلود و آپلود، محدوده پوشش‌دهی (فاصله تا مرکز مخابرات) و پهنای باند** است.

- **ADSL (Asymmetric DSL):** رایج‌ترین نوع برای کاربران خانگی که در آن سرعت دانلود به مراتب بیشتر از سرعت آپلود است.
- **ADSL2/2+:** با سرعت و پایداری بیشتر ADSL نسخه‌های بهبودیافته.
- **HDSL (High-bit-rate DSL):** با سرعت دانلود و آپلود متقارن.
- **VDSL (Very-high-bit-rate DSL):** ارائه می‌دهد و اغلب در کنار زیرساخت فیبر نوری ADSL سرعتی بسیار بالاتر از ADSL استفاده می‌شود.

۳. مودم‌های فیبر نوری (Fiber Optic)

این فناوری جدیدترین و سریع‌ترین روش برای اتصال به اینترنت است که داده‌ها را از طریق پالس‌های نوری در کابل‌های شیشه‌ای یا پلاستیکی منتقل می‌کند.

ویژگی اصلی

سرعت بسیار بالا: به دلیل ماهیت انتقال نوری، این فناوری قادر به ارائه سرعت‌های بسیار بالاتری نسبت به فناوری‌های مبتنی بر کابل مسی است.

نکته مهم: با وجود برتری فیبر نوری، **طراحی شبکه** اهمیت فوق‌العاده‌ای دارد. یک شبکه مسی که به خوبی طراحی شده باشد، ممکن است عملکرد بهتری از یک شبکه فیبر نوری با طراحی ضعیف داشته باشد. عواملی مانند تجهیزات، شرایط محیطی و هدف استفاده در عملکرد نهایی شبکه تأثیرگذارند.

ساختار اتصال

1. به اینترنت متصل است **OLT (Optical Line Terminal)** در این مرکز یک دستگاه **(مرکز مخابرات Central Office)**.
2. به یک اسپلیتر ارسال شده و بین چندین کاربر یا خانه تقسیم **OLT** سیگنال نوری از **(جداکننده نوری Optical Splitter)** می‌شود.
3. قرار دارد که سیگنال **ONT** در خانه کاربر، یک مودم مخصوص فیبر نوری به نام **(ONT Optical Network Terminal)** نوری را دریافت و به سیگنال قابل استفاده برای دستگاه‌ها تبدیل می‌کند.

تکنولوژی‌های اصلی در شبکه نوری

- **AON (Active Optical Network):** شبکه نوری فعال که در آن ارتباط بین تمام خطوط به صورت پیوسته برقرار است.
- **PON (Passive Optical Network):** شبکه نوری غیرفعال که در آن ممکن است تمام خطوط در لحظه فعال نباشند و از تجهیزات پسیو (بدون نیاز به برق) مانند اسپلیترها برای توزیع سیگنال استفاده می‌شود.

۴. اترنت (Ethernet)

اترنت یک فناوری برای ایجاد **شبکه‌های محلی (LAN)** است و نباید با اینترنت اشتباه گرفته شود.

مکانیزم عملکرد

در این روش، دستگاه‌ها (کامپیوترها، پرینترها و...) در یک محدوده مشخص (مانند یک ساختمان یا دانشگاه) از طریق کابل به یکدیگر و به یک سویچ یا سرور مرکزی متصل می‌شوند. این شبکه‌ها می‌توانند به اینترنت نیز دسترسی داشته باشند، اما کارکرد اصلی آن‌ها ارتباط داخلی بین دستگاه‌هاست.

مثال: شبکه‌های داخلی دانشگاه‌ها یا بیمارستان‌ها که حتی در صورت قطعی اینترنت، سامانه‌های داخلی آن‌ها با یکدیگر در ارتباط هستند.

مزایا و معایب

مزایا:

- **قابلیت اطمینان و پایداری بالا**
- **سرعت بالا** (می‌تواند تا ۱۰ گیگابیت بر ثانیه یا بیشتر برسد)
- **امنیت بالا** (به دلیل ماهیت بسته و کابلی شبکه)
- **هزینه نسبتاً کم**

معایب:

- **محدودیت در جابجایی:** به دلیل استفاده از کابل، قابلیت تحرک وجود ندارد.
- **مناسب برای فواصل کوتاه:** معمولاً برای شبکه‌های کوچک استفاده می‌شود.
- **آسیب‌پذیری فیزیکی:** قطع شدن یا آسیب دیدن کابل باعث اختلال در شبکه می‌شود.
- **کاهش سرعت با افزایش ترافیک**

تفاوت اترنت و وای-فای

اصلی‌ترین تفاوت این است که **اترنت یک اتصال کابلی (Wired)** است، در حالی که **وای-فای یک اتصال بی‌سیم (Wireless)** است. اترنت پایدارتر و سریع‌تر است، اما وای-فای قابلیت جابجایی و انعطاف‌پذیری بیشتری را فراهم می‌کند.

۵. شبکه‌های بی‌سیم (Wireless Networks)

وای-فای (Wi-Fi) در مقابل وایرلس (Wireless)

- یک مفهوم کلی و به معنای **نوع اتصال** است (اتصال بدون سیم): **بی‌سیم (Wireless)**
- یک **استاندارد** یا فناوری مشخص است که از اتصال بی‌سیم برای ایجاد شبکه استفاده می‌کند. وای-فای مخفف **Wi-Fi** کلمه خاصی نیست و صرفاً یک نام تجاری است.

نسل‌های مختلف تلفن همراه (Cellular Networks)

- **1G (نسل اول):** (Voice) آنالوگ و فقط برای تماس صوتی.
- **2G (نسل دوم):** دیجیتال، برای تماس صوتی و پیامک.
- **3G (نسل سوم):** معرفی اینترنت همراه.
- **4G/LTE (نسل چهارم):** سرعت بسیار بالاتر برای اینترنت.
- **(IoT) 5G:** سرعت فوق‌العاده بالا، تأخیر کم و پشتیبانی از **اینترنت اشیاء (نسل پنجم)**.

نمادهای اینترنت همراه روی گوشی

این نمادها نشان‌دهنده نسل و سرعت شبکه متصل شده هستند:

- **G:** (GPRS) نسل دوم (2G).
- **E:** (EDGE) نسل دو و نیم (2.5G).
- **3G:** نسل سوم.
- **H/H+:** (HSPA) 3 و 4 نسل بین G.
- **4G/LTE:** نسل چهارم.

نکته: سرعت‌های اعلام شده برای هر نسل، سرعت در **شرایط ایده‌آل** است. عواملی مانند فاصله از دکل، موانع فیزیکی، تعداد کاربران متصل و مشکلات دستگاهی می‌توانند سرعت واقعی را به شدت کاهش دهند.

۶. رسانه‌های فیزیکی (Physical Media)

رسانه فیزیکی، محیطی است که بیت‌ها (کوچک‌ترین واحد داده، صفر یا یک) در آن منتقل می‌شوند.

انواع رسانه‌های فیزیکی

1. **رسانه هدایت‌شده (Guided Media):** سیگنال در یک مسیر فیزیکی مشخص حرکت می‌کند.
 - **کابل زوج به‌هم‌تابیده (Twisted Pair):** کابل‌های مسی رایج در شبکه‌های اینترنت.
 - **کابل کوآکسیال (Coaxial Cable):** مانند کابل‌های آنتن تلویزیون.
 - **کابل فیبر نوری (Fiber Optic Cable):** رشته‌های نازک شیشه برای انتقال نور.
2. **رسانه هدایت‌نشده (Unguided Media):** سیگنال به صورت آزاد در فضا منتشر می‌شود.
 - **امواج رادیویی (Radio Waves):**
 - **زمینی (Terrestrial):** مانند ارتباط بین دو آنتن روی زمین.
 - **ماهواره‌ای (Satellite):** ارتباط از طریق ماهواره در فضا.
 - **شبکه‌های محلی (LAN):** مانند وای-فای.
 - **شبکه‌های گسترده (WAN):** مانند شبکه‌های تلفن همراه (Cellular).