



دانشگاه پیام نور

شبکه‌های کامپیوتری پیشرفته

دکتر عباسعلی رضائی دکتر امیرحسین مهاجرزاده

دکتر داود کریمزادگان

«امروزه کتاب‌خوانی و علم‌آموزی، نه تنها یک وظیفه‌ی ملی، که یک واجب دینی است.»^۱

در عصر حاضر یکی از شاخصه‌های ارزیابی رشد، توسعه و پیشرفت فرهنگی هر کشوری میزان تولید کتاب، مطالعه و کتاب‌خوانی مردم آن مرز و بوم است. ایران اسلامی نیز از دیرباز تاکنون با داشتن تمدنی چندهزارساله و مراکز متعدد علمی، فرهنگی، کتابخانه‌های معتبر، علما و دانشمندان بزرگ با آثار ارزشمند تاریخی، سرآمد دولت‌ها و ملت‌های دیگر بوده و در عرصه‌ی فرهنگ و تمدن جهانی به‌سان خورشیدی تابناک همچنان می‌درخشد و با فرزندان نیک‌نهاد خویش هنرنمایی می‌کند. چه کسی است که در دنیا با دانشمندان فرزانه و نام‌آور ایرانی همچون ابوعلی سینا، ابوریحان بیرونی، فارابی، خوارزمی و ... همچنین شاعران برجسته‌ای نظیر فردوسی، سعدی، مولوی، حافظ و ... آشنا نباشد و در مقابل عظمت آنها سر تعظیم فرود نیاورد. تمامی این افتخارات ارزشمند، برگرفته از میزان عشق و علاقه فراوان ملت ما به فراگیری علم و دانش از طریق خواندن و مطالعه منابع و کتاب‌های گوناگون است. به شکرانه‌ی الهی، تاریخ و گذشته ما، همیشه درخشان و پربار است. ولی اکنون در این زمینه در چه جایگاهی قرار داریم؟ آمار و ارقام ارائه‌شده از سوی مجامع و سازمان‌های فرهنگی در مورد سرانه‌ی مطالعه‌ی هر ایرانی، برایمان چندان امیدوارکننده نمی‌باشد.

کتاب، دروازه‌ای به سوی گستره‌ی دانش و معرفت است و کتاب خوب، یکی از بهترین ابزارهای کمال بشری است. همه‌ی دستاوردهای بشر در سراسر عمر جهان، تا آنجا که قابل کتابت بوده است، در میان دست‌نوشته‌هایی است که انسان‌ها پدید آورده و می‌آورند. در این مجموعه‌ی بی‌نظیر، تعالیم الهی، درس‌های پیامبران به بشر، و همچنین علوم مختلفی است که سعادت بشر بدون آگاهی از آنها امکان‌پذیر نیست. کسی که با دنیای زیبا و زندگی‌بخش کتاب ارتباط ندارد بی‌شک از مهم‌ترین دستاورد انسانی و نیز از بیشترین معارف الهی و بشری محروم است. با این دیدگاه، به‌روشنی می‌توان ارزش و مفهوم رمزی عمیق در این حقیقت تاریخی را دریافت که اولین خطاب خداوند متعال به پیامبر گرامی اسلام (ص) این است که «بخوان!» و در اولین

۱. پیام مقام معظم رهبری به مناسبت آغاز هفته کتاب ۷۲/۱۰/۴

سوره‌ای که بر آن فرستاده‌ی عظیم‌الشان خداوند، فرود آمده، نام «قلم» به تجلیل یاد شده‌است: «اقْرَأْ وَ رَبُّكَ الْأَكْرَمُ. الَّذِي عَلَّمَ بِالْقَلَمِ» در اهمیت عنصر کتاب برای تکامل جامعه‌ی انسانی، همین بس که تمامی ادیان آسمانی و رجال بزرگ تاریخ بشری، از طریق کتاب جاودانه مانده‌اند.

دانشگاه پیام‌نور با گستره‌ی جغرافیایی ایران‌شمول خود با هدف آموزش برای همه، همه‌جا و همه‌وقت، به‌عنوان دانشگاهی کتاب‌محور در نظام آموزش عالی کشورمان، افتخار دارد جایگاه اندیشه‌سازی و خردورزی بخش عظیمی از جوانان جویای علم این مرز و بوم باشد. تلاش فراوانی در ایام طولانی فعالیت این دانشگاه انجام پذیرفته تا با بهره‌گیری از تجربه‌های گرانقدر استادان و صاحب‌نظران برجسته کشورمان، کتاب‌ها و منابع آموزشی درسی شاخص و خودآموز تولید شود. در آینده هم، این مهم با هدف ارتقای سطح علمی، روزآمدی و توجه بیشتر به نیازهای مخاطبان دانشگاه پیام‌نور با جدیت ادامه خواهد داشت. به‌طور قطع استفاده از نظرات استادان، صاحب‌نظران و دانشجویان محترم، ما را در انجام این وظیفه‌ی مهم و خطیر یاری‌رسان خواهد بود. پیشاپیش از تمامی عزیزانی که با نقد، تصحیح و پیشنهادهای خود ما را در انجام این وظیفه‌ی خطیر یاری می‌رسانند، سپاسگزاری می‌نماییم. لازم است از تمامی اندیشمندانی که تاکنون دانشگاه پیام‌نور را منزلگاه اندیشه‌سازی خود دانسته و ما را در تولید کتاب و محتوای آموزشی درسی یاری نموده‌اند، صمیمانه قدردانی گردد. موفقیت و بهروزی تمامی دانشجویان و دانش‌پژوهان عزیز آرزوی همیشگی ما است.

دانشگاه پیام‌نور

فهرست مطالب

پیشگفتار	هفده
فصل اول. مفاهیم TCP/IP	۱
هدف کلی	۱
هدف‌های یادگیری	۱
مقدمه	۱
۱-۱ تعاریف مقدماتی شبکه	۲
۲-۱ تقسیم‌بندی براساس نوع ارتباط سخت‌افزاری	۳
۱-۲-۱ وسعت ناحیه جغرافیایی تحت پوشش	۴
۱-۲-۱-۱ شبکه محلی LAN	۴
۱-۲-۱-۲ شبکه شهری MAN	۴
۱-۲-۱-۳ شبکه گسترده WAN	۴
۱-۲-۱-۴ شبکه اینترنت Internet	۴
۲-۲-۱ فناوری انتقال	۴
۱-۲-۲-۱ راه‌گزینی مداری (Circuit Switching)	۵
۲-۲-۲-۱ راه‌گزینی بسته‌ای (Packet Switching)	۵
۳-۲-۲-۱ راه‌گزینی پیام (Message Switching)	۵
۳-۱ تقسیم‌بندی براساس نوع ارتباط نرم‌افزاری	۶
۴-۱ مدل مرجع OSI	۷
۱-۴-۱ لایه فیزیکی Physical Layer	۸
۲-۴-۱ لایه پیوند داده Data Link Layer	۹
۳-۴-۱ لایه شبکه Network Layer	۹

۱۰	Transport Layer انتقال لایه ۴-۴-۱
۱۰	Session Layer جلسه لایه ۵-۴-۱
۱۰	Presentation Layer نمایش لایه ۶-۴-۱
۱۱	Application Layer کاربرد لایه ۷-۴-۱
۱۱	TCP/IP مدل چهار لایه‌ای ۵-۱
۱۲	Network Interface Layer رابط شبکه لایه ۱-۵-۱
۱۲	Internet Layer اینترنت لایه ۲-۵-۱
۱۳	Transport Layer انتقال لایه ۳-۵-۱
۱۴	Application Layer کاربرد لایه ۴-۵-۱
۱۵	IP در اینترنت لایه ۶-۱
۱۵	IP قرارداد اینترنت ۱-۶-۱
۱۶	IP آدرس‌دهی ۲-۶-۱
۱۷	IP آدرس‌های مبتنی بر کلاس ۱-۲-۶-۱
۱۸	IP آدرس‌های رزرو شده ۲-۲-۶-۱
۱۹	IP آدرس‌های خاص ۳-۲-۶-۱
۱۹	زیرشبکه‌ها ۳-۶-۱
۲۲	انواع زیر شبکه‌ها ۱-۳-۶-۱
۲۴	تعیین نقاب زیر شبکه ۲-۳-۶-۱
۲۴	آدرس‌دهی مسیریاب‌ها و میزبان‌هایی با چند کارت شبکه ۳-۳-۶-۱
۲۵	روش‌های پخش ۴-۶-۱
۲۵	Broadcasting همه پخش ۱-۴-۶-۱
۲۶	Multicast چندپخش ۲-۴-۶-۱
۲۷	Anycasting هر پخش ۳-۴-۶-۱
۲۷	مسئله تمام شدن آدرس IP ۵-۶-۱
۲۸	ایترانت‌ها ۶-۶-۱
۲۸	آدرس‌های خصوصی ۱-۶-۶-۱
۲۸	ترجمه آدرس شبکه NAT ۷-۶-۱
۲۹	NAT ایستا ۱-۷-۶-۱
۳۰	NAT پویا ۲-۷-۶-۱
۳۲	ترجمه آدرس درگاه (PAT) ۳-۷-۶-۱
۳۳	ترجمه آدرس‌های هم‌پوشان ۴-۷-۶-۱
۳۴	CIDR آدرس‌دهی بدون کلاس ۸-۶-۱
۳۶	IP بسته ۹-۶-۱
۳۶	IP قالب بسته ۱-۹-۶-۱
۴۰	تکه‌سازی ۲-۹-۶-۱
۴۲	ICMP قرارداد کنترل پیام‌های اینترنتی ۱۰-۶-۱

۴۳	ICMP پیام‌های ۱-۱۰-۶-۱
۴۵	ARP قرارداد تحلیل آدرس ۱۱-۶-۱
۴۷	ARP پروکسی ۱-۱۱-۶-۱
۴۹	۷-۱ لایه انتقال در اینترنت
۵۰	۱-۷-۱ قرارداد UDP
۵۰	۱-۷-۱-۱ قالب بسته UDP
۵۱	۱-۷-۲ قرارداد TCP
۵۲	۱-۷-۲-۱ طرز کار TCP
۵۳	۱-۷-۲-۲ مدیریت پنجره لغزان
۵۶	۱-۷-۲-۳ قالب بسته TCP
۵۸	۱-۷-۲-۴ برقراری ارتباط TCP
۵۹	۱-۷-۲-۵ کنترل ازدحام در TCP
۶۳	خلاصه فصل اول
۶۳	خودآزمایی چهارگزینه‌ای فصل اول
۶۴	خودآزمایی تشریحی فصل اول
۶۵	فصل دوم. مقدمه‌ای بر شبکه‌های چندرسانه‌ای
۶۵	هدف کلی
۶۵	هدف‌های یادگیری
۶۵	مقدمه
۶۷	۱-۲ آمار فعلی و آینده VoIP
۶۸	۲-۲ روند کلی پیاده‌سازی VoIP
۶۹	۳-۲ مقدمه‌ای بر SIP
۷۰	۲-۳-۱ اجزای SIP
۷۱	۲-۳-۱-۱ عامل کاربر
۷۱	۲-۳-۱-۲ پراکسی سرور
۷۲	۲-۳-۱-۳ سرور ثبت‌نام
۷۲	۲-۳-۱-۴ سرویس‌دهنده تغییر مسیر
۷۲	۲-۳-۱-۵ سرویس‌دهنده محلی
۷۲	۲-۳-۲ بررسی یک مدل ساده
۷۷	۲-۳-۳ بررسی مدل متداول در حالت عادی
۷۹	۲-۳-۴ پروتکل انتقال بلادرنگ
۷۹	۲-۳-۴-۱ ساختار پروتکل RTP
۸۱	۲-۳-۵ پروتکل کنترل انتقال بلادرنگ
۸۲	۲-۳-۶ Secure RTP/SRTP
۸۳	۲-۳-۷ پروتکل‌های کنترل تماس VoIP

۸۴	SGCP ۱-۷-۳-۲
۹۱	VoIP های codec ۴-۲
۹۲	۱-۴-۲ مؤلفه‌های یک موج
۹۳	۲-۴-۲ نمونه‌برداری و عددی‌سازی:
۹۵	۳-۴-۲ معرفی و مشخصات codec های ITU-T سری G
۹۵	G.711 ۱-۳-۴-۲
۹۶	G.722 ۲-۳-۴-۲
۹۶	G.723.1 ۳-۳-۴-۲
۹۷	G.726 ۴-۳-۴-۲
۹۷	G729 ۵-۳-۴-۲
۹۸	۵-۲ معیارهای اندازه‌گیری کیفیت ارتباطات صوتی
۹۸	MOS ۱-۵-۲
۹۸	PESQ ۲-۵-۲
۹۹	۶-۲ تبدیل یک codec به codec دیگر
۹۹	۷-۲ تلفات بسته‌ها و مخفی‌سازی آن‌ها
۱۰۰	۸-۲ کیفیت سرویس
۱۰۰	MOS ۱-۸-۲ کیفیت سرویس و
۱۰۱	۲-۸-۲ نویز
۱۰۲	۳-۸-۲ تأخیر، تلفات بسته، تغییرات تأخیر
۱۰۲	۴-۸-۲ کیفیت سرویس و پروتکل‌های کیفیت سرویس
۱۰۲	۹-۲ امنیت
۱۰۳	۱-۹-۲ امنیت در تلفن سنتی
۱۰۳	۱-۱-۹-۲ کنترل دسترسی
۱۰۳	۲-۱-۹-۲ اطلاعات حسابداری و پرداخت تماس
۱۰۳	۳-۱-۹-۲ ویژگی‌ها و خدمات ارائه‌شده
۱۰۴	۲-۹-۲ امنیت تلفن مبتنی بر IP
۱۰۴	۱-۲-۹-۲ کنترل دسترسی
۱۰۵	۲-۲-۹-۲ رمزنگاری رسانه
۱۰۵	۳-۲-۹-۲ نگه‌داری نرم‌افزاری
۱۰۶	۴-۲-۹-۲ جلوگیری از نفوذ
۱۰۶	۱۰-۲ تلویزیون اینترنتی
۱۰۷	۱-۱۰-۲ امنیت در IPTV
۱۰۹	۱۱-۲ تکنولوژی‌های انتقال
۱۱۰	۱-۱۱-۲ ویژگی‌های تصویر
۱۱۰	۲-۱۱-۲ تصاویر ویدئویی
۱۱۴	۱۲-۲ فشرده‌سازی

۱۱۷	۱-۱۲-۲ مزایا و معایب فشرده‌سازی برای سیگنال‌های ویدیویی.....
۱۱۹	۲-۱۲-۲ فناوری‌های فشرده‌سازی MPEG.....
۱۲۵	خلاصه فصل دوم.....
۱۲۵	خودآزمایی چهارگزینه‌ای فصل دوم.....
۱۲۶	خودآزمایی تشریحی فصل دوم.....
۱۲۷	فصل سوم. طراحی شبکه فیبر نوری.....
۱۲۷	هدف کلی.....
۱۲۷	هدف‌های یادگیری.....
۱۲۷	مقدمه.....
۱۲۸	۱-۳ قوانین نور.....
۱۲۸	۱-۱-۳ ضریب شکست.....
۱۲۹	۲-۱-۳ پدیده‌های تابش، انعکاس و انکسار.....
۱۳۰	۳-۱-۳ قوانین اسنل.....
۱۳۱	۴-۱-۳ نور لیزر و نور معمولی.....
۱۳۱	۲-۳ فیبر نوری.....
۱۳۱	۱-۲-۳ انتقال نور در فیبر نوری.....
۱۳۲	۲-۲-۳ مزایای فیبر نوری در مقایسه باسیم‌های مسی.....
۱۳۲	۱-۲-۲-۳ قیمت پایین.....
۱۳۲	۲-۲-۲-۳ پهنای باند بسیار زیاد.....
۱۳۲	۳-۲-۲-۳ وزن کم و قطر کوچک.....
۱۳۲	۴-۲-۲-۳ ایزولاسیون کامل الکتریکی.....
۱۳۳	۵-۲-۲-۳ مصونیت در برابر تداخل و هم‌شنوایی.....
۱۳۳	۶-۲-۲-۳ تضعیف پایین.....
۱۳۴	۷-۲-۲-۳ امنیت.....
۱۳۴	۸-۲-۲-۳ مقاوم در مقابل محیط.....
۱۳۴	۹-۲-۲-۳ فرستنده‌های باقیمت کمتر.....
۱۳۴	۱۰-۲-۲-۳ غیرقابل اشتعال بودن.....
۱۳۴	۱۱-۲-۲-۳ انعطاف‌پذیری.....
۱۳۵	۳-۲-۳ سیستم انتقال داده در فیبر نوری.....
۱۳۵	۴-۲-۳ انواع کابل فیبر نوری.....
۱۳۶	۵-۲-۳ انواع کابل فیبر نوری از نظر شیوه انتقال.....
۱۳۶	۱-۵-۲-۳ فیبر چندحالتی (MMF).....
۱۳۷	۲-۵-۲-۳ کابل فیبر نوری تک‌حالتی (SMF).....
۱۳۸	۶-۲-۳ انواع کابل فیبر نوری از نظر حفاظت.....
۱۳۸	۱-۶-۲-۳ LooseBuffer.....

۱۳۸	Tight Buffer ۲-۶-۲-۳
۱۳۸	۷-۲-۳ انواع کابل فیبرنوری از نظر روکش
۱۳۹	۱-۷-۲-۳ کابل داخلی
۱۳۹	۲-۷-۲-۳ کابل خارجی
۱۳۹	۳-۷-۲-۳ کابل داخلی - خارجی
۱۳۹	۸-۲-۳ انواع کابل فیبر نوری از نظر جنس هسته
۱۳۹	۱-۸-۲-۳ کابل فیبرنوری شیشه‌ای (GOF)
۱۴۰	۲-۸-۲-۳ کابل فیبرنوری پلاستیک
۱۴۱	۳-۸-۲-۳ کابل فیبرنوری با پوشش پلیمر سخت (H-PCF)
۱۴۲	۹-۲-۳ تلفات در فیبرنوری
۱۴۲	۱۰-۲-۳ عوامل ایجاد تلفات در فیبرنوری
۱۴۲	۱-۱۰-۲-۳ تلفات جذبی
۱۴۲	۲-۱۰-۲-۳ تلفات پراکندگی، به علت ناهمگونی ضریب شکست هسته
۱۴۳	۳-۱۰-۲-۳ تلفات پراکندگی، به علت ناهمواری‌های مرز میان هسته و غلاف فیبر (تلفات مرزی)
۱۴۴	۴-۱۰-۲-۳ تلفات ناشی از خمش فیبرنوری
۱۴۴	۵-۱۰-۲-۳ تلفات ناشی از اتصال فیبرها به یکدیگر (در اتصال دائم یا ساده)
۱۴۴	۱۱-۲-۳ کانکتورهای فیبرنوری
۱۴۵	۱-۱۱-۲-۳ انواع کانکتورهای فیبرنوری
۱۴۸	۲-۱۱-۲-۳ انواع روش‌های نصب کانکتور
۱۴۹	۱۲-۲-۳ سمباده زدن فیبرنوری
۱۵۱	۱۳-۲-۳ اتصالات فیبرنوری
۱۵۲	۱-۱۳-۲-۳ اتصال موقت
۱۵۲	۲-۱۳-۲-۳ اتصال دائم
۱۵۴	۱۴-۲-۳ ماژول‌های فیبرنوری
۱۵۵	۱-۱۴-۲-۳ ماژول استاندارد GBIC
۱۵۷	۱۵-۲-۳ تست‌گرهای فیبرنوری
۱۵۷	Main frame OTDR ۱-۱۵-۲-۳
۱۵۷	Mini-OTDR ۲-۱۵-۲-۳
۱۵۸	۳-۳ اجرای یک پروژه نمونه
۱۵۹	۱-۳-۳ شبکه پیشنهادی
۱۵۹	۱-۱-۳-۳ انتخاب پیکربندی مناسب
۱۵۹	۲-۱-۳-۳ هزینه و پهنای باند مناسب
۱۶۰	۳-۱-۳-۳ انتخاب رسانه انتقال
۱۶۰	۴-۱-۳-۳ تجهیزات مورد نیاز
۱۶۰	۵-۱-۳-۳ اجرای شبکه
۱۶۲	خلاصه فصل سوم

۱۶۲	خودآزمایی چهارگزینه‌ای فصل سوم.....
۱۶۳	خودآزمایی تشریحی فصل سوم.....
۱۶۵	فصل چهارم. کیفیت سرویس (QoS).....
۱۶۵	هدف کلی.....
۱۶۵	هدف‌های یادگیری.....
۱۶۵	مقدمه.....
۱۶۶	۱-۴ نگاهی به گذشته.....
۱۶۷	۲-۴ حساسیت به کیفیت شبکه.....
۱۶۸	۳-۴ نیاز به کیفیت سرویس.....
۱۶۹	۴-۴ کیفیت سرویس چیست؟.....
۱۷۰	۱-۴-۴ اولویت ترافیک.....
۱۷۰	۲-۴-۴ رزرو پهنای باند.....
۱۷۱	۵-۴ اندازه‌گیری کیفیت سرویس.....
۱۷۲	۶-۴ عوامل تخریب کیفیت سرویس.....
۱۷۲	۱-۶-۴ نویز.....
۱۷۳	۲-۶-۴ تأخیر.....
۱۷۳	۳-۶-۴ گم‌شدن بسته‌ها.....
۱۷۴	۴-۶-۴ تغییرات تأخیر.....
۱۷۴	۷-۴ راه‌کارهای کیفیت سرویس.....
۱۷۵	Integrated Services ۱-۷-۴.....
۱۷۵	IntServ ۱-۱-۷-۴ اجزا.....
۱۷۶	IntServ ۲-۱-۷-۴ نحوه عملکرد.....
۱۷۸	RSVP ۳-۱-۷-۴.....
۱۸۰	IntServ ۴-۱-۷-۴ مقیاس‌پذیری.....
۱۸۰	Differentiated Services ۲-۷-۴.....
۱۸۱	DiffServ ۱-۲-۷-۴ نحوه عملکرد.....
۱۸۳	DiffServ ۲-۲-۷-۴ مقیاس‌پذیری.....
۱۸۴	Multiprotocol Label Switching ۸-۴.....
۱۸۵	۱-۸-۴ پس‌زمینه.....
۱۸۶	۱-۱-۸-۴ مدل جایگشت.....
۱۸۶	۲-۱-۸-۴ مدل یکپارچه.....
۱۸۷	۲-۸-۴ معماری MPLS.....
۱۸۸	۱-۲-۸-۴ جداسازی کنترل و سطح داده.....
۱۸۹	(FEC) Forward Equivalent Class ۲-۲-۸-۴.....
۱۹۰	۳-۲-۸-۴ برچسب.....

۱۹۱	کپسوله سازی برچسب.....۴-۲-۸-۴
۱۹۲	تعویض برچسب.....۵-۲-۸-۴
۱۹۲	پشته سازی برچسب.....۶-۲-۸-۴
۱۹۳	(LSR) Label Switch Router.....۷-۲-۸-۴
۱۹۵	LDP.....۸-۲-۸-۴
۱۹۶	(LSP) Label Switched Path.....۹-۲-۸-۴
۱۹۷	LDP فرایند عملکرد.....۱۰-۲-۸-۴
۱۹۷	LDP حالت های کاری.....۱۱-۲-۸-۴
۱۹۷	MPLS شبکه های IP با.....۱۲-۲-۸-۴
۱۹۸	MPLS هدف.....۱۳-۲-۸-۴
۱۹۸	MPLS مزایای.....۱۴-۲-۸-۴
۱۹۹	MPLS در برابر ATM.....۱۵-۲-۸-۴
۱۹۹	MPLS ساختار سرآیند و برچسب در.....۱۶-۲-۸-۴
۲۰۱	VRF.....۳-۸-۴
۲۰۱	VRF اجزای.....۱-۳-۸-۴
۲۰۲	خلاصه فصل چهارم.....
۲۰۲	خودآزمایی چهارگزینه ای فصل چهارم.....
۲۰۳	خودآزمایی تشریحی فصل چهارم.....
۲۰۵	فصل پنجم. لایه کاربرد و برنامه نویسی سوکت.....
۲۰۵	هدف کلی.....
۲۰۵	هدف های یادگیری.....
۲۰۵	مقدمه.....
۲۰۶	۱-۵ پروتکل HTTP.....
۲۰۹	۲-۵ پروتکل Telnet.....
۲۱۱	۱-۲-۵ ساختار دستور telnet.....
۲۱۲	۱-۱-۲-۵ دستورهای telnet.....
۲۱۴	۳-۵ پروتکل FTP.....
۲۱۵	۴-۵ پروتکل TFTP.....
۲۱۶	۵-۵ سرویس های تحلیل نام.....
۲۱۸	۱-۵-۵ سرویس WINS.....
۲۱۹	۲-۵-۵ سرویس DNS.....
۲۲۰	۱-۲-۵-۵ فرایند تحلیل نام در سرویس DNS.....
۲۲۲	۲-۲-۵-۵ نواحی موجود در سرویس DNS.....
۲۲۴	۶-۵ پروتکل های پست الکترونیکی.....
۲۲۵	۱-۶-۵ SMTP. پروتکل انتقال نامه الکترونیکی ساده.....

۲۲۵	SMTP ۱-۱-۶-۵ پیام‌های
۲۲۶	SMTP ۲-۱-۶-۵ روند تراکنش نامه الکترونیکی در
۲۲۸	MIME ۲-۶-۵ سیستم نامه الکترونیکی چندمنظوره
۲۲۹	MIME ۱-۲-۶-۵ طرز کار
۲۳۰	۳-۶-۵ پروتکل‌های دریافت نامه
۲۳۱	POP3 ۱-۳-۶-۵ پروتکل
۲۳۲	IMAP4 ۲-۳-۶-۵ پروتکل
۲۳۴	۷-۵ دیواره آتش
۲۳۴	۱-۷-۵ وظایف دیواره آتش
۲۳۶	۸-۵ برنامه‌نویسی سوکت
۲۳۷	۱-۸-۵ انواع سوکت
۲۴۰	خلاصه فصل پنجم
۲۴۱	خودآزمایی چهارگزینه‌ای فصل پنجم
۲۴۱	خودآزمایی تشریحی فصل پنجم
۲۴۳	فصل ششم. مسیریابی در اینترنت
۲۴۳	هدف کلی
۲۴۳	هدف‌های یادگیری
۲۴۳	مقدمه
۲۴۶	۱-۶ سیستم‌های خودمختار
۲۴۶	۲-۶ انواع قراردادهای مسیریابی
۲۴۸	۱-۲-۶ مسیریابی پویا
۲۴۸	۱-۱-۲-۶ قراردادهای دروازه داخلی
۲۴۹	۲-۱-۲-۶ قراردادهای دروازه خارجی
۲۴۹	۳-۱-۲-۶ مسیریابی بردار فاصله
۲۵۰	۲-۲-۶ مسیریابی ایستا
۲۵۱	۳-۲-۶ روش ارسال سیل آسا Flooding
۲۵۲	۴-۲-۶ مسیریابی وضعیت پیوند
۲۵۳	۵-۲-۶ الگوریتم کوتاه‌ترین مسیر
۲۵۴	۶-۲-۶ مسیریابی ترکیبی
۲۵۴	۷-۲-۶ مسیریابی بردار مسیر
۲۵۶	۳-۶ قرارداد RIP
۲۵۶	۱-۳-۶ انواع بسته‌ها
۲۵۶	۱-۱-۳-۶ بسته‌های درخواست
۲۵۷	۲-۱-۳-۶ بسته‌های پاسخ
۲۵۷	۲-۳-۶ قالب بسته

۲۵۷	۳-۳-۶ حالت‌های عملیاتی.....
۲۵۸	۴-۳-۶ محدودیت‌های RIP.....
۲۵۸	۱-۴-۳-۶ محدودیت‌های هزینه مسیر.....
۲۵۸	۲-۴-۳-۶ به‌روزرسانی‌های حجم جدول‌های مسیریابی.....
۲۵۸	۳-۴-۳-۶ همگرایی به‌نسبت کم.....
۲۵۸	۴-۴-۳-۶ عدم پشتیبانی از زیرشبکه‌سازی با طول متغیر.....
۲۵۸	۵-۳-۶ محاسبه بردارهای فاصله.....
۲۵۹	۱-۵-۳-۶ حلقه مسیریابی در الگوریتم بردار فاصله.....
۲۶۲	۴-۶ مقابله با حلقه‌های مسیریابی شبکه.....
۲۶۲	۱-۴-۶ سمی کردن مسیر.....
۲۶۴	۲-۴-۶ Split Horizon.....
۲۶۶	۳-۴-۶ Poison Reverse and Triggered Updates.....
۲۶۷	۴-۴-۶ Holddown در محیط‌های چندگانه.....
۲۶۹	۵-۶ قرارداد مسیریابی RIP2.....
۲۶۹	۱-۵-۶ پشتیبانی از CIDR و VLSM.....
۲۶۹	۲-۵-۶ پشتیبانی از چندپخش.....
۲۶۹	۳-۵-۶ پشتیبانی از احراز هویت.....
۲۶۹	۴-۵-۶ پشتیبانی از RIP1.....
۲۶۹	۵-۵-۶ قالب بسته RIP2.....
۲۷۱	۶-۶ RIPng برای IPV6.....
۲۷۲	۷-۶ قرارداد مسیریابی OSPF.....
۲۷۳	۱-۷-۶ ناحیه‌های OSPF.....
۲۷۳	۲-۷-۶ ناحیه ستون فقرات و ناحیه صفر.....
۲۷۵	۳-۷-۶ مسیرهای مجاور و همسایه.....
۲۷۵	۴-۷-۶ پایگاه داده وضعیت پیوند.....
۲۷۵	۵-۷-۶ اعلان‌های وضعیت پیوند.....
۲۷۶	۱-۵-۷-۶ مسیرهای Router LSAs.....
۲۷۶	۲-۵-۷-۶ اعلان‌های شبکه یا Network LSAs.....
۲۷۶	۳-۵-۷-۶ اعلان‌های خلاصه (نوع ۳ و ۴) یا Summary LSAs.....
۲۷۶	۴-۵-۷-۶ اعلان‌های خارجی منطقه خودمختار AS یا External LSAs.....
۲۷۶	۶-۷-۶ انواع بسته OSPF.....
۲۷۸	۷-۷-۶ ارتباط همسایه.....
۲۷۸	۸-۷-۶ خلاصه‌سازی مسیر.....
۲۷۸	۸-۶ قرارداد مسیریابی EIGRP.....
۲۸۰	۱-۸-۶ الگوریتم مسیریابی EIGRP.....
۲۸۲	۹-۶ قرارداد دروازه مرزی BGP.....

۲۸۲	۶-۹-۱ مفاهیم و اصطلاحات BGP
۲۸۴	۶-۹-۲ ارتباط بین IBGP و EBGP
۲۸۶	۶-۹-۳ طرز کار قرارداد
۲۸۷	۶-۹-۳-۱ انتخاب مسیر
۲۸۹	۶-۹-۴ اجتماع در BGP
۲۹۰	۶-۹-۵ هم‌پیمانی در BGP
۲۹۱	۶-۹-۶ انعکاس‌دهنده‌های مسیر در BGP
۲۹۲	۶-۱۰-۱ انتخاب الگوریتم مسیریابی
۲۹۳	۶-۱۰-۱-۱ قابلیت گسترش در محیط‌های بزرگ
۲۹۳	۶-۱۰-۲ پایداری در زمان قطعی
۲۹۳	۶-۱۰-۳ سرعت همگرایی
۲۹۳	۶-۱۰-۴ معیارها
۲۹۳	۶-۱۰-۵ پشتیبانی از VLSM
۲۹۳	۶-۱۰-۶ سازگاری بین سازنده‌ها
۲۹۳	۶-۱۰-۷ پیاده‌سازی ساده
۲۹۴	۶-۱۱-۱۱ دستورهای خط فرمان TCP/IP
۲۹۴	۶-۱۱-۱۱-۱ دستور IPconfig
۲۹۴	۶-۱۱-۱۱-۲ دستور Ping
۲۹۵	۶-۱۱-۱۱-۳ دستور Arp
۲۹۵	۶-۱۱-۱۱-۴ دستور Tracert
۲۹۵	۶-۱۱-۱۱-۵ دستور Netstat
۲۹۶	خلاصه فصل ششم
۲۹۶	خودآزمایی چهارگزینه‌ای فصل ششم
۲۹۷	خودآزمایی تشریحی فصل ششم
۲۹۹	فصل هفتم. شبکه‌های نوین 5G و SDN
۲۹۹	هدف کلی
۲۹۹	هدف‌های یادگیری
۲۹۹	مقدمه
۳۰۰	۷-۱ نسل پنجم شبکه‌های سلولی
۳۰۱	۷-۲ روند تکامل نسل‌های مختلف تلفن همراه
۳۰۳	۷-۲-۱ نسل اول
۳۰۳	۷-۲-۱-۱ ویژگی‌های کلیدی و امکانات 1G
۳۰۴	۷-۲-۱-۲ معایب اساسی 1G
۳۰۴	۷-۲-۲ نسل دوم
۳۰۶	۷-۲-۲-۱ ویژگی‌های کلیدی و امکانات 2G
۳۰۶	۷-۲-۲-۲ معایب اساسی 2G

۳۰۷	۳-۲-۷ نسل سوم.....
۳۰۸	۱-۳-۲-۷ ویژگی‌های کلیدی و امکانات 3G.....
۳۰۸	۲-۳-۲-۷ معایب اساسی 3G.....
۳۰۸	۴-۲-۷ نسل چهارم.....
۳۰۹	۱-۴-۲-۷ ویژگی‌های کلیدی و امکانات 4G.....
۳۰۹	۲-۴-۲-۷ معایب اساسی 4G.....
۳۱۰	۵-۲-۷ نسل پنجم.....
۳۱۰	۱-۵-۲-۷ مزایای 5G.....
۳۱۲	۳-۷ سلسله‌مراتب زیرساخت 5G.....
۳۱۲	۱-۳-۷ ریزسول‌ها.....
۳۱۳	۱-۱-۳-۷ مزایای ریزسول‌ها.....
۳۱۴	۴-۷ استانداردهای 5G.....
۳۱۴	۱-۴-۷ بخش دسترسی.....
۳۱۵	۲-۴-۷ بخش هسته شبکه.....
۳۱۶	۵-۷ چالش‌های طراحی برای شبکه 5G.....
۳۱۶	۶-۷ شبکه‌های نرم‌افزار محور.....
۳۱۸	۱-۶-۷ معرفی SDN.....
۳۲۱	۱-۱-۶-۷ رویکرد SDN.....
۳۲۴	۲-۱-۶-۷ پروتکل open flow.....
۳۲۵	۳-۱-۶-۷ امنیت در SDN.....
۳۲۶	۴-۱-۶-۷ نگرانی‌های درباره SDN.....
۳۲۸	۷-۷ اجزای SDN.....
۳۲۸	۱-۷-۷ کنترل‌کننده‌ها.....
۳۳۰	۲-۷-۷ سویچ‌های مجازی.....
۳۳۱	۳-۷-۷ شبکه‌های هم‌پوشان یا overlay.....
۳۳۲	۸-۷ پروتکل open flow.....
۳۳۴	۱-۸-۷ کار با open flow.....
۳۳۶	۲-۸-۷ اجزای open flow.....
۳۳۶	۱-۲-۸-۷ کنترل‌کننده.....
۳۳۶	۲-۲-۸-۷ جدول‌های جریان.....
۳۳۷	۳-۲-۸-۷ دستورات OpenFlow.....
۳۳۹	۳-۸-۷ پیام‌های پروتکل.....
۳۴۰	خلاصه فصل هفتم.....
۳۴۰	خودآزمایی چهارگزینه‌ای فصل هفتم.....
۳۴۱	خودآزمایی تشریحی فصل هفتم.....
۳۴۳	پاسخنامه.....
۳۴۵	منابع.....

پیشگفتار

شبکه‌های کامپیوتری، فناوری ارتباطات و اطلاعات (فاوا) و انقلابی که از آن به‌عنوان انقلاب سوم یاد می‌شود، تغییرات گسترده‌ای را در چند سال اخیر در ابعاد مختلف زندگی جوامع اعم از فرهنگی، اجتماعی و اقتصادی پدید آورده است. شیوه زندگی و نگرش انسان به جهان پیرامون با ظهور این فناوری به شکل چشمگیری تغییر پیدا کرده است.

شبکه‌های کامپیوتری نقشی اساسی در توسعه اقتصادی و فرهنگی بر عهده دارند. به‌عنوان مثال ظهور اینترنت به‌عنوان بزرگ‌ترین شبکه کامپیوتری بر روی کره زمین طراحی، مهندسی و اجرا شده است و مجموعه‌ای گسترده از شبکه‌ها را در برمی‌گیرد. آشنایی با مفاهیم این شبکه‌ها برای کلیه افراد و به‌طور خاص برای دانشجویان مرتبط با علوم مهندسی، اجتماعی و کامپیوتر ضروری است. در این کتاب مفاهیم پیشرفته شبکه‌های کامپیوتری مورد بحث قرار می‌گیرد؛ مفاهیم اساسی مانند مدل TCP/IP تا شبکه‌های نوین مانند 5G. در این کتاب تلاش شده است که ضمن بررسی تکنیکی مفاهیم اساسی شبکه با کاربردهای روزمره و فناوری‌های نوین در این زمینه نیز آشنا شویم.

کتاب حاضر براساس سرفصل درس شبکه‌های پیشرفته کامپیوتری تألیف و گردآوری شده است. فصل اول مفاهیم اساسی مدل TCP/IP، فصل دوم فناوری شبکه‌های چندرسانه‌ای، فصل سوم شبکه‌های فیبر نوری، فصل چهارم فناوری‌های مرتبط با ارائه کیفیت سرویس در شبکه، فصل پنجم لایه کاربرد، فصل ششم مفاهیم

اساسی مسیریابی در شبکه و فصل هفتم آشنایی با فناوری‌های نوین 5G و SDN را
مورد بحث قرار می‌دهد.

بر خود لازم می‌دانیم از زحمات آقای مهندس حمید چیت‌ساز و خانم مهندس
مریم نمازی تشکر و قدردانی نماییم.

گروه مؤلفان

فصل اول

مفاهیم TCP/IP

هدف کلی

هدف از ارائه این فصل آشنایی با مفاهیم مدل TCP/IP است. مدل TCP/IP مدل اصلی مورد استفاده در شبکه و اینترنت بوده و به عنوان مدلی کاربردی بر مبنای مدل OSI استفاده می شود. لذا در این فصل با مفاهیم پایه مدل OSI، مفاهیم سخت افزاری و نرم افزاری شبکه مبتنی بر مدل TCP/IP و در نهایت با لایه های آن آشنا می شویم.

هدف های یادگیری

۱. در این فصل دانشجویان با مفاهیم مدل OSI و چگونگی ارائه مدل TCP/IP آشنا می شوند.
۲. مفاهیم سخت افزاری و نرم افزاری مبتنی بر مدل TCP/IP شرح داده می شوند.
۳. مفاهیم مرتبط با لایه های مختلف شبکه شامل پیکربندی، لایه IP و لایه انتقال مطرح می شوند.

مقدمه

هدف از این فصل آشنایی با مفاهیم شبکه های کامپیوتری و به ویژه مدل TCP/IP است. دولایه مهم و حیاتی در این مدل، لایه اینترنت و انتقال است که به طور ویژه در این فصل بررسی می شود.

در سال های اخیر با گسترش سیستم های کامپیوتری و فراگیر شدن استفاده از کامپیوترهای شخصی و توسعه کاربردهای متنوع آن و نیاز به تبادل اطلاعات بین کامپیوترها و به اشتراک گذاشتن منابع موجود روی آن ها (مانند چاپگرها، دیسک های

سخت، درایوهای نوری، بانک‌های اطلاعاتی و مودم‌ها) لزوم شبکه‌سازی و اتصال کامپیوترها به یکدیگر احساس می‌شود.

اگر بخواهید اطلاعاتی را از یک کامپیوتر به کامپیوتر دیگری منتقل کنید، راه‌کارهای متفاوتی وجود دارد. می‌توان از یک دستگاه جانبی نظیر دیسک، لوح فشرده و یا حافظه قابل حمل استفاده کرد. این روش‌ها اگرچه امکان‌پذیر است اما زمانی که حجم اطلاعات زیاد باشد انتقال داده وقت‌گیر بوده و مقرون به صرفه نیست. ضمن اینکه سالم ماندن این دیسک‌ها در حین جابه‌جایی‌های مکرر نیز خود مشکل دیگری است. برای غلبه بر این مشکل به این نتیجه رسیدند که کامپیوترها را به هم متصل کرده و اطلاعات را از طریق خطوط ارتباطی بین کامپیوترها منتقل کنند. این فکر بعدها به ایجاد انواع شبکه‌های ارتباطی از جمله اینترنت امروزی منجر شد.

۱-۱ تعاریف مقدماتی شبکه

شبکه کامپیوتری از اتصال مجموعه‌ای از سخت‌افزارهای کامپیوتری (به همراه کارت شبکه و نرم‌افزارهای شبکه) با کمک مجموعه سخت‌افزارهای ارتباطی به یکدیگر که هدف مشترکی را دنبال می‌کنند، تشکیل می‌شود. هدف مشترک شامل اشتراک‌گذاری منابع، اشتراک‌گذاری اطلاعات و صرفه‌جویی در زمان است. پیام‌هایی که بین کامپیوترها یا وسایل کامپیوتری مبادله می‌شوند، می‌توانند حامل انواع داده‌ها از قبیل فایل، صوت، تصویر، فرمان کنترلی، گزارش خطا یا وضعیت دستگاه، درخواست برای دریافت این قبیل داده‌ها و غیره باشند. مبادله پیام غالباً بین برنامه‌هایی صورت می‌گیرد که بر روی کامپیوترهای مختلف اجرا می‌شوند؛ ولی مبدأ یا مقصد پیام ممکن است یک دستگاه ورودی مانند صفحه‌کلید و یا دستگاه خروجی مانند چاپگر باشد.

در یک شبکه به خطوط اختصاصی بین گره‌ها در یک اصطلاح عام پیوند و به مجموعه گره‌ها و پیوندهای بین گره‌ها گراف شبکه گفته می‌شود. کامپیوترهایی که تولیدکننده یا مقصد پیام‌ها هستند، گره‌ها یا سیستم‌های انتهایی (میزبان) و بقیه گره‌های میانی محسوب می‌شوند. در این بین گره‌های میانی نقش مراکز ترانزیت داده را برای پیام‌ها ایفا می‌کنند (مانند سوئیچ‌ها، مسیریاب‌ها و دروازه‌ها). عملیاتی که در گره‌های میانی برای هدایت پیام‌ها به سمت مقصد انجام می‌شود، راه‌گزینی^۱ نامیده شده که شامل

دریافت پیام در یک خط ورودی و ارسال آن به روی یک یا حتی چند خط خروجی است. به مجموعه گره‌های میانی و پیوندهای متصل‌کننده گره‌ها، زیر شبکه ارتباطی یا شبکه راه‌گزینی اطلاق می‌شود.

برای برقراری پیوند و عبور سیگنال‌های مخابراتی باید یک رسانه انتقال مانند زوج سیم مسی، فیبر نوری و یا بی‌سیم وجود داشته باشد. داده‌ها در بستر فیزیکی به شکل سیگنال‌هایی الکتریکی در رسانه انتقال حمل می‌شوند. اتصال نقطه‌به‌نقطه، ارتباط دو گره و اتصال چندنقطه‌ای، ارتباط چند گره را برقرار می‌کند.

کانال‌های ارتباطی مبتنی بر پیوند مورد استفاده به سه نوع تقسیم می‌شوند: در روش اول، روش ارسال یک‌طرفه^۱ انتقال داده در یک‌جهت میسر است. کانال‌های پخش رادیوتلوویزیونی از این روش استفاده می‌کنند. در روش بعدی، روش نیمه دوطرفه^۲ ارسال و دریافت به‌صورت نوبتی و یک‌درمیان و به‌صورت غیر هم‌زمان انجام می‌گیرد. دستگاه‌های بی‌سیم پلیس یا تاکسی بی‌سیم از این روش استفاده می‌کنند؛ و در روش دوطرفه کامل^۳ مانند تلفن، هم‌زمان ارسال و دریافت داده انجام می‌شود.

با توجه به ظرفیت محدود رسانه‌های انتقال و برای استفاده مؤثر از پهنای باند، حجم پیام در صورت لزوم می‌تواند قبل از ارسال با تکنیک‌های فشرده‌سازی کاهش یابد. از طرفی برای حفظ امنیت پیام از تغییر عمدی یا استراق سمع، ممکن است پیام به رمز درآورده شود. از آنجائی که هیچ کانالی عاری از خطا نیست، ممکن است قراردادهایی بین طرفین ارتباط برای کشف و جبران خطا به اجرا گذاشته شود. همچنین فرستنده پیام نباید بیش از ظرفیت دریافت گیرنده برای او پیام ارسال کند و این نیاز به کنترل جریان دارد.

شبکه را می‌توان از دو جنبه کلی، براساس نوع ارتباط سخت‌افزاری و نرم‌افزاری شبکه تقسیم‌بندی کرد (فروزان، ۲۰۰۰).

۱-۲ تقسیم‌بندی براساس نوع ارتباط سخت‌افزاری

سخت‌افزار شبکه را می‌توان از دو دیدگاه کلی تقسیم‌بندی کرد: از دیدگاه وسعت ناحیه جغرافیایی تحت پوشش و فناوری انتقال.

1. Simplex
2. Half-Duplex
3. Full-Duplex

۱-۲-۱ وسعت ناحیه جغرافیایی تحت پوشش

شبکه‌ها را از نظر گستردگی جغرافیایی به چهار دسته اصلی شبکه محلی، شهری، گسترده و اینترنت می‌توان تقسیم کرد.

۱-۲-۱-۱ شبکه محلی LAN

شبکه‌های محلی در داخل یک اتاق، ساختمان و یا چند ساختمان اداری نزدیک به هم به‌طور مثال داخل بیمارستان، دانشگاه و یا کارخانه برای اتصال کامپیوترهای شخصی و ایستگاه‌های کاری به کار می‌روند.

۱-۲-۱-۲ شبکه شهری MAN

شبکه شهری از شبکه محلی بزرگ‌تر است و در سطح یک شهر می‌تواند چندین شبکه محلی را به هم متصل کند. برای مثال دفاتر یک شرکت یا ساختمان‌های یک اداره مثل آموزش و پرورش یا مخابرات.

۱-۲-۱-۳ شبکه گسترده WAN

شبکه گسترده، جهت مبادله اطلاعات بین فاصله‌های بسیار دور به کار می‌رود و ناحیه جغرافیایی وسیعی را در برمی‌گیرد. برای مثال کل یک کشور، یا کل یک قاره.

۱-۲-۱-۴ شبکه اینترنت Internet

اینترنت یا همان شبکه جهانی از لحاظ فیزیکی تعداد زیادی کامپیوتر است که به‌وسیله خطوط نوری، میکروویو، ماهواره‌ای و سیمی در جهان به هم متصل شده‌اند و با یک‌زبان یا قرارداد مشترک باهم ارتباط برقرار می‌کنند. این قرارداد به نام TCP/IP موسوم است.

۱-۲-۲ فناوری انتقال

در محیط شبکه‌های کامپیوتری عموماً از دو نوع فناوری انتقال استفاده می‌شود: نقطه‌به‌نقطه^۱ و پخش^۲. در انتقال پخش، داده در کل شبکه پخش می‌شود تا به مقصد

برسد، به طور مثال رادیو و تلویزیون. اگر داده‌ها به روش نقطه‌به‌نقطه حرکت کنند آنگاه در هر گره باید عملیات راه‌گزینی صورت گیرد. در این عملیات با توجه به پارامترهای مختلف گره بعدی جهت حرکت در گراف شبکه مشخص می‌شود. به‌طور کلی برای ایجاد یک ارتباط بین دو ماشین در یک شبکه، سه نوع راه‌گزینی وجود دارد:

۱-۲-۲-۱ راه‌گزینی مداری (Circuit Switching)

در راه‌گزینی مداری، یک مسیر فیزیکی با ظرفیت ثابت و مشخص بین فرستنده و گیرنده ایجاد می‌شود. این شبکه‌ها، پهنای باند ثابتی دارند و برای کاربردهایی با نرخ ارسال متغیر مثل فیلم و دانلود فایل مناسب نیستند. عدم انعطاف‌پذیری شبکه‌های راه‌گزینی مداری نسبت به تغییرات و عدم قابلیت اولویت‌گذاری داده‌ها از دیگر معایب آن است.

۲-۲-۲-۱ راه‌گزینی بسته‌ای (Packet Switching)

در شبکه‌های راه‌گزینی بسته‌ای، داده‌های ارسالی به‌صورت بسته‌هایی با طول مشخص ارسال می‌شوند. شبکه‌های راه‌گزینی بسته‌ای خود دو نوع هستند: شبکه‌های داده‌گرام^۱ و شبکه‌های مدارمجازی^۲. شبکه‌های داده‌گرام بدون اتصال است. در این شبکه‌ها بسته‌های ارسالی مستقل از یکدیگر حرکت کرده و مسیریابی می‌شوند. شبکه‌های مدار مجازی، از روش اتصال‌گرا برای برقراری ارتباط بین مبدأ و مقصد استفاده می‌کنند. در این نوع شبکه‌ها قبل از ارسال داده، بین فرستنده و گیرنده یک ارتباط مجازی برقرار می‌شود.

۳-۲-۲-۱ راه‌گزینی پیام (Message Switching)

این روش تنها در انتقال داده‌های دیجیتال استفاده می‌شود. هر ایستگاه یک اتصال دائمی با مرکز سوئیچ خود دارد. مرکز سوئیچ کامپیوتری است که درگاه^۳های دیجیتال ورودی/خروجی زیادی دارد و هر زمان ایستگاهی بخواهد داده ارسال کند با اضافه کردن یک سرآیند به ابتدای داده آن را در قالب یک پیام در اختیار مرکز داده قرار می‌دهد. این مرکز پس از دریافت پیام آن را در حافظه خود ذخیره کرده و سپس

1. Datagram
2. Virtual Circuit
3. Port

براساس آدرس گیرنده خروجی مناسب را برای آن انتخاب و به سمت مرکز سوئیچ بعدی پیام را هدایت می‌کند. این روند تا رسیدن به مقصد ادامه می‌یابد.

۳-۱ تقسیم‌بندی براساس نوع ارتباط نرم‌افزاری

پس از نصب سخت‌افزاری شبکه ارتباط نرم‌افزاری سیستم‌ها با توجه به نوع کاربرد به دو شکل کلی انجام می‌شود:

الف) شبکه‌های نظیر به نظیر^۱: این روش بیشتر برای اشتراک فایل‌ها بین کامپیوترهای معمولی به کار می‌رود. نکات مهم در این روش عبارت‌اند از:

- همه کامپیوترها در یک سطح بوده و هیچ سیستمی بر دیگری برتری ندارد.
- هر فردی می‌تواند منابع خود از قبیل چاپگر، حافظه، فایل و... را به‌دلخواه خود به اشتراک بگذارد.

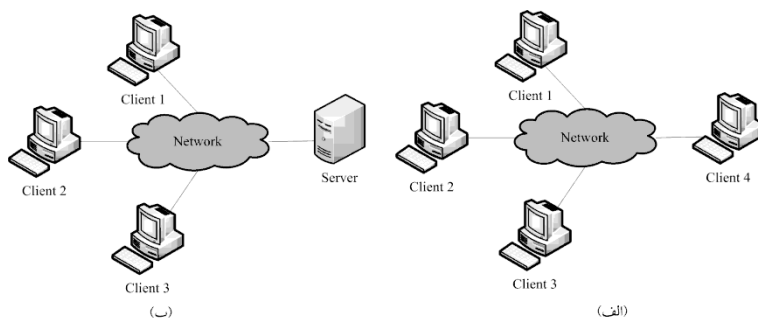
- هر کامپیوتر می‌تواند سیستم عامل دلخواه خود را داشته باشد.

- نوع سخت‌افزار کامپیوترها مهم نیست.

- امنیت هر سیستم بر عهده خودش است.

از مزایای کاربردهای نظیر به نظیر می‌توان به نصب و پیکربندی آسان و عدم نیاز به مدیر سیستم یا مدیر شبکه و از معایب آن به امنیت پایین به دلیل مدیریت غیرمتمرکز، تعدد کلمات عبور و مشکل بودن ارتقا یا اصلاح نرم‌افزار اشاره کرد. همچنین به علت پراکنده بودن اطلاعات ذخیره‌شده، تهیه پشتیبان برای هر کامپیوتر باید جداگانه صورت گیرد (شکل ۱-۱ الف)).

ب) شبکه‌های مبتنی بر سرویس‌دهنده^۲: در شبکه‌های بزرگ با تعداد زیاد کاربر استفاده می‌شود، مجموعه خدمات در شبکه توسط کامپیوترهای موسوم به سرور (سرویس‌دهنده) ارائه می‌شود. معمولاً این کامپیوترها فقط برنامه‌های سرویس‌دهنده را اجرا می‌کنند و سخت‌افزار بالاتر و قوی‌تری از جمله ظرفیت هارد بیشتر، پردازنده قوی‌تر و حافظه اصلی بیشتری نسبت به سایرین دارند. کامپیوترهای کاربران نیز برنامه‌های سرویس‌گیرنده را اجرا می‌کنند و به آن‌ها مشتری نیز می‌گویند. شبکه اینترنت نمونه‌ای از این نوع است (شکل ۱-۱ ب)).



شکل ۱-۱. (الف) شبکه نظیر به نظیر (ب) شبکه مبتنی بر سرویس‌دهنده

در کاربردهای زیادی نیاز به سرویس‌دهنده وجود دارد؛ مانند سرویس‌دهنده پست الکترونیک، سرویس‌دهنده ارتباط از دور^۱، سرویس‌دهنده دایرکتوری برای مدیریت کلیه منابع شبکه، سرویس‌دهنده چاپ، سرویس‌دهنده وب و سرویس‌دهنده فایل.

مزیت عمده این روش قابلیت توسعه^۲ و مدیریت پذیری است. همچنین تهیه پشتیبان از نرم‌افزار به راحتی قابل انجام بوده و امنیت آن نیز به دلیل کنترل متمرکز منابع بالاتر است.

۴-۱ مدل مرجع OSI

برای کاهش پیچیدگی طراحی، نرم‌افزار مدیریت ارتباط شبکه به صورت مجموعه‌ای از لایه‌ها یا سطح‌ها سازمان‌دهی می‌شوند. هر لایه یا سطح در بالای لایه یا سطح دیگر قرار می‌گیرد. تعداد لایه‌ها، نام هر لایه، محتویات هر لایه و عملکرد هر لایه از شبکه‌ای به شبکه دیگر تفاوت دارد. به هر حال در تمام شبکه‌ها هدف هر لایه ارائه خدمات به لایه بالاتر و مخفی کردن (شفاف‌سازی) پیاده‌سازی خدمات آن لایه است. لایه n در هر ماشین مبدأ با لایه n نظیر در ماشین مقصد ارتباط داشته و قواعد و اصول حاکم بر این ارتباط، قرارداد لایه n نامیده می‌شود. در واقع قرارداد، توافق بین نهادهایی است که با یکدیگر ارتباط برقرار می‌کنند تا چگونگی برقراری ارتباط را مشخص کنند. بین هر دو لایه هم‌جوار یک واسطه قرار دارد. واسطه مشخص می‌کند که لایه

1. Remote Access Server
2. Scalability