

فناوری‌های شبکه گسترده
WAN Technologies

تالیف: سپهر بابایی و شهاب صفائی
انتشارات پندار پارس

سرشناسه	: صفائی، شهاب، ۱۳۵۸ -
عنوان و نام بیدآور	: فناوری‌های شبکه گسترده (WAN Technologies) / تالیف شهاب صفائی، سپهر بابایی.
مشخصات نشر	: تهران : پندار پارس ، ۱۳۹۶.
مشخصات ظاهری	: ۱۶۴ ص.: مصور. جدول .
شابک	: 978-600-6529-99-8 : ۱۵۰۰۰۰ ریال
وضعیت فهرست نویسی	: فیبا
یادداشت	: کتابنامه .
موضوع	: شبکه‌های گسترده (شبکه‌های کامپیوتری)
موضوع	: (Wide area networks (Computer networks
موضوع	: شبکه‌های کامپیوتری -- آزمون‌ها -- راهنمای مطالعه
موضوع	: Computer networks -- Examinations -- Study guides
شناسه افزوده	: بابایی، سپهر، ۱۳۶۲ -
رده بندی کنگره	: TK۵۱۰۵/۵:ف۹۱۳۹۶
رده بندی دیویی	: ۰۰۴/۶
شماره کتابشناسی ملی	: ۴۶۳۹۸۰۳

انتشارات پندار پارس



دفتر فروش: انقلاب، ابتدای کارگر جنوبی، کوی رشتچی، شماره ۱۴، واحد ۱۶ www.pendarepars.com
 تلفن: ۶۶۵۷۲۳۳۵ - تلفکس: ۶۶۹۲۶۵۷۸ همراه: ۰۹۲۱۴۳۷۱۹۶۴
info@pendarepars.com

نام کتاب : فناوری‌های شبکه گسترده

ناشر : انتشارات پندار پارس

تالیف : شهاب صفائی، سپهر بابایی

چاپ نخست : فروردین ۹۶

شمارگان : ۵۰۰ نسخه

طرح جلد : سارا یعسوبی

چاپ، صحافی : روز

قیمت : ۱۵۰۰۰ تومان شابک : ۹۷۸-۶۰۰-۶۵۲۹-۹۹-۸

*هرگونه کپی برداری، تکثیر و چاپ کاغذی یا الکترونیکی از این کتاب بدون اجازه ناشر تخلف بوده و پیگرد قانونی دارد *

تقدیم به

پدر و مادر عزیزمان

**آنها که خودشان را بی منت در راه پیشرفت ما فدا کردند
و همیشه بهترین مشوق ما در راه علم و دانش بودند و هستند.**

پیشگفتار

با توجه به نبود کتابی جامع و کامل که بتواند مفاهیم و معماری فناوری‌های شبکه گسترده را توضیح دهد، نویسندگان این کتاب که دارای سابقه‌ی چندین سال تدریس در دانشگاه‌های مختلف از جمله دانشگاه جامع علمی کاربردی، دانشگاه آزاد اسلامی، دانشگاه پیام نور، دانشکده فنی و حرفه ای شهید شمس‌پور و مرکز آموزش مخابرات ایران هستند، کوشیده‌اند این مفاهیم و فناوری‌ها را علیرغم گستردگی زیاد آنها، با زبانی ساده و به‌صورت کاربردی توضیح دهند و یک دیدگاه نسبتاً جامع و کامل از نظر روش‌های دسترسی به شبکه‌های گسترده را، با تأکید بر سرویس‌هایی که در کشورمان استفاده می‌شود، ارائه کنند.

هدف این کتاب، آشنایی خواننده با انواع فناوری‌هایی است که در ابر مخابرات می‌توانند قرار گیرند و ارتباط بین دو اداره در دو مکان مختلف را برقرار کنند. با توجه به گستردگی زیاد فناوری‌های شبکه گسترده و حجیم بودن مطالب هر یک از این فناوری‌ها، در این کتاب سعی شده است که مبانی و اصول کلی آنها، توضیح داده شود و آشنایی مختصری به خواننده گرامی داده شود.

این کتاب برای همه علاقمندان حوزه شبکه بسیار سودمند و کاربردی است، به‌گونه‌ای که می‌توانند دید تئوری و کاربردی خوبی را از شبکه گسترده کامل نمایند. همچنین ساختار مطالب این کتاب به‌گونه‌ای نوشته شده است که برای همه دانشجویان مقاطع کاردانی و کارشناسی رشته‌های مهندسی کامپیوتر، فناوری اطلاعات و ICT دانشگاه‌های سراسری، آزاد و پیام نور می‌تواند کاملاً مفید و راهگشا باشد. اما از آنجایی که دانشجویان مقطع کارشناسی رشته مهندسی شبکه‌های کامپیوتری دانشگاه جامع علمی کاربردی دارای واحد درسی به همین نام هستند، تمرکز و تأکید کتاب بر پوشش سرفصل‌های درسی آنها است و خواندن این کتاب بیشتر به آنها توصیه می‌شود.

تفاوتی که این کتاب با سایر کتاب‌ها دارد این است که کمتر کتابی پیدا می‌شود که تمرکزش را فقط بر روی شبکه گسترده گذاشته باشد و همه فناوری‌های شبکه گسترده را به‌صورت یکجا به زبانی ساده، جامع و کامل گردآوری و بیان کرده باشد. در واقع بیشتر کتاب‌های مرجع و موجود، شامل همه فناوری‌های شبکه محلی و گسترده هستند و به‌صورت کلی به تشریح آنها پرداخته‌اند، اما کتاب پیش رو منحصر و به‌صورت تخصصی روی فناوری‌های شبکه گسترده تمرکز کرده است. لازم به ذکر است که در این کتاب علاوه بر آشنایی خواننده با مفاهیم و روش‌ها، در مواردی سناریوهای کاربردی را با برندهایی (از جمله Cisco) که امروزه در کشور، در مخابرات و ارائه‌دهندگان خدمات استفاده می‌شوند بیان نموده است تا خواننده گرامی درک بهتر و واقعی‌تری از فناوری‌ها بدست آورد. به‌منظور درک هرچه بهتر مطالب این کتاب، آشنایی و شناخت کافی از اصول و مفاهیم پایه‌ای شبکه‌های کامپیوتری برای خواننده گرامی ضروری است.

در سرتاسر کتاب از واژه‌های تخصصی استفاده شده است که در شبکه‌های گسترده بسیار زیاد شنیده و استفاده می‌شود که در قسمت‌هایی از کتاب سعی شده است که برای آنها معادل فارسی مناسب استفاده شود و در خیلی از موارد هم برای این واژه‌ها معنای درست و دقیق فارسی وجود ندارد که برای این واژه‌ها از همان معادل انگلیسی آنها استفاده شده است.

لازم به ذکر است که، این کتاب از مراجع معتبری که لیست آنها در پایان کتاب آمده، به شکل ساخت‌یافته‌ای در شش فصل گردآوری و تالیف شده است. در فصل نخست، تعاریف و کلیات شبکه گسترده ارائه شده است، در فصل دوم، مفاهیم پایه‌ای شبکه گسترده مورد بررسی قرار گرفته است، فصل سوم به مفاهیم سوئیچینگ شبکه گسترده پرداخته است، فصل چهارم فناوری‌های خصوصی شبکه گسترده را معرفی کرده است، فصل پنجم فناوری‌های عمومی شبکه گسترده و در نهایت در فصل ششم، فناوری MPLS را مورد بحث قرار داده است.

با توجه به تلاش‌های فراوان و زحمات بیش از دو سال نویسندگان کتاب، در گردآوری و تنظیم مطالب، امید است که این کتاب مورد رضایت دانشجویان و خوانندگان گرامی قرار بگیرد. با این حال علیرغم تمام تلاش نویسندگان، این کتاب عاری از خطا و اشتباه نیست و خواهشمند است خوانندگان گرامی، نظرات و پیشنهادات خود را، از طریق پست‌های الکترونیک: sb_ue91@yahoo.com و sfafee.shx@gmail.com با نویسندگان در میان گذاشته و ما را از رهنمودهای ارزنده‌ی خود بی‌بهره نگذارند.

در نهایت جای دارد که از کلیه دوستان و اساتید گرامی که با نظرات علمی و فنی خود، که در تدوین این کتاب ما را یاری نمودند و همچنین مدیریت محترم انتشارات پندار پارس جناب آقای حسین یعسوبی که زحمت چاپ کتاب را به عهده داشتند تشکر و قدردانی شود.

شهاب صفائی و سپهر بابایی

زمستان ۱۳۹۵

۱	فصل نخست؛ معرفی شبکه گسترده.....
۲	۱- معرفی شبکه گسترده.....
۴	۱-۱- شبکه گسترده.....
۶	۱-۲- دلایل نیاز به شبکه گسترده.....
۷	۱-۳- توپولوژی‌های شبکه گسترده.....
۸	۱-۴- روند تحولات شبکه سازمانی.....
۸	۱-۴-۱- شبکه محلی دفتری.....
۹	۱-۴-۲- شبکه محلی پردیس.....
۱۰	۱-۴-۳- ارتباط میان شعب شبکه‌های سازمانی.....
۱۱	۱-۴-۴- شبکه‌های توزیع شده یا سراسری.....
۱۲	۱-۵- شناسایی سایت‌ها در شبکه گسترده.....
۱۳	۱-۶- تعیین نوع ارتباط در شبکه گسترده.....
۱۵	تمرین‌ها.....
۱۵	فعالیت‌های تحقیقاتی.....
۱۷	فصل دوم؛ مفاهیم پایه شبکه گسترده.....
۱۸	۲- مفاهیم پایه شبکه‌های گسترده.....
۱۹	۲-۱- مفاهیم لایه فیزیکی در شبکه گسترده.....
۱۹	۲-۱-۱- واژه‌ها و اصطلاحات لایه فیزیکی شبکه گسترده.....
۲۳	۲-۱-۲- دستگاه‌ها و تجهیزات شبکه گسترده.....
۲۶	۲-۱-۳- استانداردهای لایه فیزیکی شبکه گسترده.....
۲۹	۲-۱-۴- حالت‌های ارسال سریال.....
۳۰	۲-۲- مفاهیم لایه پیوند داده‌ها در شبکه گسترده.....
۳۰	۲-۲-۱- پروتکل‌های لایه پیوند داده‌ها در شبکه گسترده.....
۳۲	۲-۲-۲- پروتکل نقطه به نقطه.....
۳۳	۲-۲-۳- ایجاد یک جلسه‌ی PPP.....
۳۴	۲-۲-۴- گزینه‌های پیکربندی PPP.....
۳۵	۲-۲-۵- نحوه بسته بندی داده‌ها در شبکه گسترده.....
۳۷	تمرین‌ها.....
۳۷	فعالیت‌های تحقیقاتی.....
۳۹	فصل سوم؛ مفاهیم سوئیچینگ شبکه گسترده.....
۴۰	۳- مفاهیم سوئیچینگ شبکه گسترده.....
۴۰	۳-۱- تاریخچه فناوری‌های شبکه گسترده سوئیچ شده.....
۴۱	۳-۲- سوئیچینگ در شبکه گسترده.....
۴۲	۳-۲-۱- سوئیچینگ مداری.....
۴۳	۳-۲-۲- سوئیچینگ بسته‌ای.....
۴۴	۳-۲-۲-۱- سرویس بدون اتصال.....
۴۵	۳-۲-۲-۲- سرویس اتصال‌گرا.....

۴۶	.....انواع مدار مجازی-۳-۲-۲-۲-۱
۴۶	.....مقایسه سوئیچینگ بسته‌ای دیتاگرام با مدار مجازی-۳-۲-۳
۴۷	.....شبکه تلفن عمومی-۳-۳
۵۱	.....فناوری فیبر به خانه-۳-۴
۵۳	.....تمرین‌ها
۵۳	.....فعالیت‌های تحقیقاتی
۵۵	.....فصل چهارم؛ فناوری‌های خصوصی شبکه گسترده
۵۶	.....۴- فناوری‌های خصوصی شبکه گسترده
۵۷	.....۴-۱- ارتباطات اختصاصی
۶۱	.....۴-۲- لینک‌های ارتباطی سوئیچ شده
۶۱	.....۴-۲-۱- روش TDM
۶۵	.....۴-۲-۲- لینک‌های سوئیچ شده مداری
۶۵	.....۴-۲-۲-۱- فناوری Analog Dialup
۶۶	.....۴-۲-۲-۲- شبکه دیجیتالی سرویس‌های تجمیع شده
۶۸	.....۴-۲-۳- لینک‌های سوئیچ شده بسته‌ای
۶۸	.....۴-۲-۳-۱- فناوری X.25
۷۰	.....۴-۲-۳-۲- فناوری Frame Relay
۷۱	.....۴-۲-۳-۲-۱- معماری Frame Relay
۷۴	.....۴-۲-۳-۲-۲- لایه‌های Frame Relay
۷۶	.....۴-۲-۳-۳- فناوری ATM
۷۷	.....۴-۲-۳-۳-۱- اهداف طراحی شبکه ATM
۷۸	.....۴-۲-۳-۳-۲- معماری ATM
۷۹	.....۴-۲-۳-۳-۳- اتصال مجازی
۸۰	.....۴-۲-۳-۳-۴- سلول
۸۲	.....۴-۲-۳-۳-۵- لایه‌های ATM
۸۲	.....۴-۲-۳-۳-۵-۱- لایه تطبیق با برنامه
۸۴	.....۴-۲-۳-۳-۵-۲- لایه ATM
۸۵	.....۴-۲-۳-۳-۵-۳- لایه فیزیکی
۸۶	.....تمرین‌ها
۸۶	.....فعالیت‌های تحقیقاتی
۸۷	.....فصل پنجم؛ فناوری‌های عمومی شبکه گسترده
۸۸	.....۵- فناوری‌های عمومی شبکه گسترده
۸۸	.....۵-۱- فناوری DSL
۸۹	.....۵-۱-۱- HDSL
۸۹	.....۵-۱-۲- VDSL
۹۰	.....۵-۱-۳- ADSL
۹۳	.....۵-۱-۳-۱- مدولاسیون DMT
۹۴	.....۵-۲- مودم کابلی

۹۴	شبکه‌های کابلی معمولی
۹۵	شبکه ترکیبی فیبر نوری و کابل کواکسیال
۹۷	فناوری بیسیم باند پهن
۹۸	WiMAX
۹۸	معماری و پشته پروتکلی 802.16
۱۰۰	لایه فیزیکی 802.16
۱۰۲	پروتکل زیر لایه MAC در 802.16
۱۰۴	ساختار فریم 802.16
۱۰۵	فناوری ماهواره
۱۰۵	ماهواره‌های زمین ثابت
۱۰۷	ماهواره‌های مدار متوسط
۱۰۸	ماهواره‌های مدار پایین
۱۰۸	اینترنت ماهواره‌ای
۱۱۰	شبکه خصوصی مجازی
۱۱۲	مزایای VPN
۱۱۳	انواع VPN
۱۱۶	مولفه‌های VPN
۱۱۷	ویژگی‌های VPN امن
۱۱۸	تونل‌زنی VPN
۱۱۹	رمزنگاری VPN
۱۲۲	رمزنگاری متقارن
۱۲۲	رمزنگاری نامتقارن
۱۲۳	توابع درهم‌ساز
۱۲۴	احراز هویت
۱۲۵	پروتکل‌های امنیتی IPSec
۱۲۸	انتخاب یک اتصال در شبکه گسترده
۱۳۰	تمرین‌ها
۱۳۰	فعالیت‌های تحقیقاتی
۱۳۱	فصل ششم: فناوری MPLS
۱۳۲	فناوری MPLS
۱۳۲	معرفی MPLS
۱۳۳	مولفه‌های MPLS
۱۳۴	LSRها و LERها
۱۳۴	FEC
۱۳۵	برچسب‌ها و انقیادهای برچسب
۱۳۷	ایجاد برچسب
۱۳۷	توزیع برچسب
۱۳۸	مسیرهای سوئیچ شده برچسب

۱۳۹	۶-۲-۷- فضاهای برچسب
۱۳۹	۶-۲-۸- ادغام برچسب
۱۳۹	۶-۲-۹- نگهداری برچسب
۱۴۰	۶-۲-۱۰- کنترل برچسب
۱۴۰	۶-۲-۱۱- مکانیزم‌های سیگنالینگ
۱۴۱	۶-۲-۱۲- مهندسی ترافیک
۱۴۱	۶-۲-۱۳- مسیریابی مبتنی بر محدودیت
۱۴۲	۶-۳- عملیات MPLS
۱۴۴	۶-۳-۱- تونل‌زنی در MPLS
۱۴۶	۶-۳-۲- عملیات چندپخشی
۱۴۶	۶-۴- معماری پشته پروتکلی MPLS
۱۴۷	۶-۵- کاربردهای MPLS
۱۴۹	تمرین‌ها
۱۴۹	فعالیت‌های تحقیقاتی
۱۵۱	مراجع

فصل نخست

معرفی شبکه گسترده

آنچه در این فصل می‌خوانید:

- دلایل نیاز به شبکه گسترده
- نیازمندی‌های شبکه گسترده
- توپولوژی‌های شبکه گسترده
- روند تحولات شبکه سازمانی

۱- معرفی شبکه گسترده

نخستین شبکه کامپیوتری که در دنیا راه‌اندازی شد، شبکه گسترده^۱ یا WAN بود. در بحبوحه جنگ سرد^۲، هدف پروژه وزارت دفاع امریکا^۳ که ARPANET^۴ نام داشت و بعدها تبدیل به اینترنت امروزی شد، اتصال چهار دانشگاه در شرق و غرب امریکا به یکدیگر برای تشکیل یک شبکه WAN بود. شبکه‌های گسترده تفاوت زیادی با شبکه‌های محلی^۵ یا LAN دارند که شاید در ظاهر نخستین تفاوت آنها، اندازه ابعاد در آنها باشد. شبکه‌های گسترده برای اتصال شبکه‌های محلی و شبکه‌های شهری^۶ و دیگر شبکه‌ها به یکدیگر، استفاده می‌شوند تا کاربران و کامپیوترهای موجود در یک مکان بتوانند با کاربران و کامپیوترهایی در مکان‌های دیگر ارتباط برقرار کنند که این مکان‌ها می‌تواند در حد یک کشور یا قاره باشند. کسب‌وکارها و نهادهای دولتی از شبکه‌های گسترده برای انتقال اطلاعات میان کارمندان، مشتریان، خریداران در نقاط گوناگون دنیا استفاده می‌کنند. در واقع پایه و اساس ایجاد شبکه اینترنت و اکسترانت، شبکه‌های گسترده است. شبکه‌های گسترده نمی‌توانند ساختار همگون و یکسان داشته باشند. چون از اتصال هزاران شبکه‌های محلی و شهری به وجود آمده‌اند و هر کدام از آنها از توپولوژی‌ها، نرم‌افزار و تجهیزات گوناگون استفاده می‌کنند.

هزاران کاربر در سرتاسر دنیا از طریق شبکه گسترده به اینترنت متصل می‌شوند و به انجام کارهای خود می‌پردازند. با توجه به تعداد در حال افزایش شبکه‌ها و اتصال این شبکه‌ها به شبکه‌های بزرگتر مانند اینترنت، نقش فناوری‌های شبکه‌های گسترده هر روز نسبت به گذشته پر رنگ‌تر می‌شود. اینترنت را همچنین می‌توان یک WAN خیلی بزرگ در نظر گرفت که تقریباً برای هر کاری توسط کسب‌وکارها، دولت‌ها، سازمان‌ها و اشخاص استفاده می‌شود. به دیگر سخن، مجموعه‌ای از شبکه‌های خودمختار^۷ و متصل به یکدیگر است که برقراری ارتباط را در سرتاسر دنیا فراهم کرده است. هیچ ساختار مشخص و قطعی بر اینترنت حاکم نیست ولی چنین شبکه‌ای از چندین زیرساخت یا **ستون فقرات**^۸ ارتباطی تشکیل

^۱Wide Area Network

^۲Cold War

^۳Department of Defense (DoD)

^۴Advanced Research Projects Agency Network

^۵Local Area Network

^۶Metropolitan Area Network (MAN)

^۷Autonomous System (AS)

^۸Backbone

شده که این زیرساخت‌های ارتباطی در شبکه گسترده از خطوطی با پهنای باند بسیار بالا (مانند فیبرنوری) و مسیریاب‌های^۱ سریع تشکیل شده‌اند.

هر سیستم خودمختار در شبکه اینترنت توسط یک شماره AS^۲ مشخص می‌شود که یک عدد ۱۶ بیتی است. در داخل هر سیستم خودمختار برای برقراری ارتباط میان شبکه‌های مختلف از پروتکل‌های IGP^۳ استفاده می‌شود و ارتباط میان سیستم‌های خودمختار گوناگون از طریق پروتکل BGP برقرار می‌شود و بدین ترتیب ارتباط میان تمام شبکه‌ها در اینترنت شکل می‌گیرد.

امروزه روش‌های گوناگونی برای اتصال به شبکه‌های WAN وجود دارد که هر کدام ویژگی‌ها، مزایا و معایب ویژه خود را دارند. به‌طور کلی برای اتصال به شبکه گسترده دو روش وجود دارد که عبارتند از خطوط اختصاصی و WANهای سوئیچ شده^۴. یکی از قدیمی‌ترین روش‌های دسترسی به شبکه‌های گسترده اغلب با استفاده از خطوط اختصاصی یا اجاره‌ای مانند خطوط E1/T1 است. اما عیب خطوط اجاره‌ای این است که نسبت به دیگر روش‌های ارتباطی، بسیار گران هستند. به‌جای استفاده از خطوط اجاره‌ای، شبکه‌های گسترده می‌توانند با استفاده از روش‌های کم هزینه‌تری مانند WANهای سوئیچ شده ایجاد شوند که از لحاظ هزینه به نفع کاربران است و امکان حداکثر استفاده از پهنای موجود هم فراهم می‌شود. به دیگر سخن، دسته بزرگی از روش‌های اتصال که زیرساخت اینترنت را هم تشکیل می‌دهند، از نوع WANهای سوئیچ شده هستند. یک WAN سوئیچ شده، یک شبکه گسترده است که یک محدوده‌ی وسیع (یک استان یا یک کشور) را پوشش می‌دهد و در چندین نقطه امکان دسترسی به شبکه را برای کاربران و مشترکان^۵ فراهم می‌کند. انواع WANهای سوئیچ شده عبارتند از سوئیچینگ مداری^۶، سوئیچینگ بسته‌ای^۷ و سوئیچینگ سلولی^۸ که در فصول بعد به تفصیل درباره آنها توضیح داده خواهد شد.

در این فصل به معرفی ساختار شبکه گسترده، خصوصیات، ویژگی‌ها و تفاوت‌هایی که با دیگر شبکه‌ها مانند شبکه محلی، شهری^۹ و ... دارد می‌پردازیم و همچنین درباره نیازمندی‌ها و توپولوژی‌های آنها توضیح خواهیم داد. گفتنی است که در سرتاسر کتاب دو واژه شبکه گسترده و WAN به‌جای هم استفاده شده‌اند.

^۱Router

^۲AS Number (ASN)

^۳Interior Gateway Protocol

^۴Switched WAN

^۵Subscriber

^۶Circuit Switching

^۷Packet Switching

^۸Cell Switching

^۹Metropolitan Area Network

۱-۱- شبکه گسترده

شبکه گسترده همان‌گونه که از نامش بر می‌آید شبکه‌ای است که از لحاظ جغرافیایی گسترده است و چندین شبکه محلی و شبکه شهری را به هم متصل می‌کند. در واقع یک شبکه‌ی ارتباطی است که فراتر از محدوده‌ی یک شبکه محلی است و معمولاً به خدمات یک شرکت حامل مخابراتی^۱ نیاز دارد. از معروف‌ترین و متداول‌ترین فناوری‌ها و پروتکل‌های شبکه گسترده می‌توان به ATM، Frame Relay، DSL و MPLS اشاره کرد.

ابعاد این شبکه می‌تواند به اندازه یک کشور، قاره و یا کل دنیا مانند اینترنت باشد. از طریق شبکه‌های گسترده بی‌سیم یا WWAN^۲ مانند استاندارد GSM^۳ (معروف‌ترین استاندارد نسل دوم تلفن همراه) یا شبکه ماهواره‌ای^۴ نیز می‌توان ارتباط‌ها را به صورت بی‌سیم در کل دنیا برقرار کرد.

همان‌گونه که در شکل ۱-۱ نشان داده شده است، یک شبکه گسترده یک بستر انتقال داده را فراهم می‌کند تا یک کاربر راه دور^۵ و یا یک کاربر دورکار^۶ و یا یک شعبه از شرکت یا سازمان که خارج از محدوده جغرافیایی شبکه محلی سازمان قرار گرفته‌اند، از طریق زیرساخت شبکه گسترده بتوانند به سازمان یا شرکت اصلی متصل شوند.

شبکه‌های گسترده معمولاً تسهیلاتی را توسط یک ارائه دهنده خدمات شبکه گسترده^۷ یا یک شرکت حامل (نظیر شرکت تلفن) یا شرکت کابلی برای برقراری ارتباط شعب^۸ یک سازمان که در محل‌های گوناگونی قرار گرفته‌اند، ارائه می‌کنند. معمولاً شبکه‌های گسترده توانایی پشتیبانی از ترافیک‌های مهم همچون صوت و تصویر را دارند.

از نظر جغرافیایی چون محدوده شبکه گسترده با شبکه شهری و شبکه محلی متفاوت است بنابراین مدیریت شبکه محلی ساده‌تر از شبکه گسترده است. پروتکل‌های شبکه محلی متفاوت از پروتکل‌های شبکه گسترده هستند برای نمونه معروف‌ترین پروتکل شبکه محلی در لایه دوم مدل OSI اترنت^۹ است و معروف‌ترین پروتکل‌های شبکه گسترده روی خطوط Dialup و xDSL، پروتکل PPP و HDLC است.

^۱Carrier Network

^۲Wireless WAN

^۳Global System for Mobile communications

^۴Satellite Networks

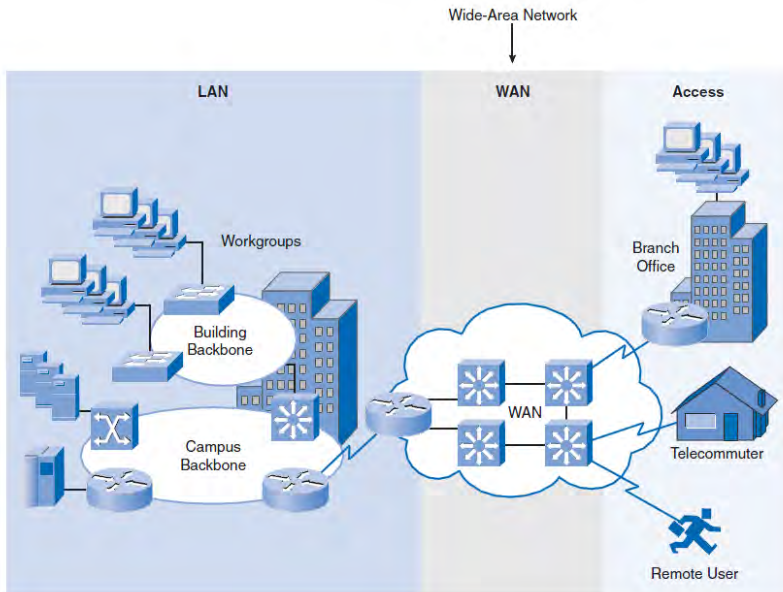
^۵Remote User

^۶Teleworker

^۷WAN Service Provider

^۸Branches

^۹Ethernet



شکل ۱-۱: جایگاه شبکه گسترده

پهنای باند یک شبکه گسترده کمتر از شبکه محلی است، چون شبکه گسترده از مجموعه‌ای از شبکه‌هایی با سرعت‌های گوناگون تشکیل شده است ولی شبکه محلی یک شبکه همگون است که ساختار یکپارچه‌ای دارد و توسط مدیر شبکه^۱ کنترل می‌شود. مالک شبکه محلی یک شرکت یا سازمان است؛ هرچند، ارتباطات در شبکه گسترده از ارائه‌دهندگان خدمات WAN مانند شرکت‌های تلفن (PSTN^۲، POTS^۳)، شرکت‌های ماهواره‌ای و... اجاره می‌شود. هر دو نوعی از ترافیک مانند صدا، داده و ویدئو را پشتیبانی و منتقل می‌کنند اما موضوع کیفیت خدمات^۴ در شبکه‌های گسترده یک موضوع بسیار مهم است که در مقایسه با شبکه محلی انجام این کار به دلایل گوناگون (مانند رزرو و اختصاص منابع، تنظیم فیلدها در بسته‌ها و ...) سخت‌تر است و برای بدست آوردن کیفیت خدمات دلخواه برای برنامه^۵ مورد نظر در شبکه گسترده باید هزینه کرد.

تنوع نحوه برقراری ارتباط در شبکه گسترده زیاد است مانند خطوط اجاره‌ای، فیبرنوری، MPLS روی Ethernet^۶ و ... اما شبکه‌های محلی از نظر برقراری ارتباط خیلی محدودتر هستند. کابل‌کشی در

^۱Admin

^۲Plain Old Telephone Service

^۳PublicSwitched Telephone Network

^۴Quality of Service

^۵Application

^۶MPLS Over Ethernet

شبکه گسترده به استثنای شبکه WAN بی‌سیم، از طریق ارائه‌دهندگان خدمات شبکه گسترده، و در زیر زمین انجام می‌شود تا از آشفته‌گی و هرج و مرج و خسارت احتمالی جلوگیری شود. سه ویژگی اصلی شبکه‌های گسترده عبارتند از:

- شبکه‌های گسترده دستگاه‌هایی را که در ناحیه‌های جغرافیایی مجزا قرار گرفته‌اند به هم متصل می‌کنند.
- شبکه‌های گسترده از خدمات شرکت‌های مخابراتی مانند شرکت‌های تلفن، شرکت‌های کابلی، شبکه‌های ماهواره‌ای و ارائه‌دهندگان خدمات استفاده می‌کنند.
- شبکه‌های گسترده از انواع گوناگون ارتباطات سریال استفاده می‌کنند تا برای دسترسی به نواحی جغرافیایی بزرگ، پهنای باند لازم را فراهم کنند.

استانداردهای شبکه گسترده توسط سازمان‌هایی مانند EIA /TIA^۱، ISO^۲ و ITU-T^۳ (CCITT سابق) و ... در طول زمان به وجود آمدند. فناوری‌های شبکه‌های گسترده در لایه یک و دو مدل OSI یا لایه دسترسی به شبکه^۴ پشته پروتکلی TCP/IP قرار دارند. پروتکل‌های لایه بالاتر مانند IP، هنگام عبور از شبکه گسترده باید بسته‌بندی^۵ شوند و برای لایه اینترنت پشته پروتکلی TCP/IP مهم نیست که دو لایه پایین‌تر، از چه شبکه یا روشی برای انتقال داده‌ها استفاده می‌کنند.

۲-۱- دلایل نیاز به شبکه گسترده

شبکه محلی، بهره‌وری در سرعت و هزینه را برای انتقال داده در سازمان‌ها و در یک ناحیه جغرافیایی به نسبت کوچک فراهم می‌کند، اما یک کسب‌وکار شاید نیاز به ارتباط با مکان‌های راه دور داشته باشد مانند موارد زیر:

- افراد داخل شعب اداره یک سازمان نیاز به برقراری ارتباط و به اشتراک گذاشتن منابع با اداره مرکزی را دارند (شبکه سازمانی^۶ یا اینترنت^۷)

^۱Electronics Industries Alliance/Telecommunications Industry Association

^۲International Standards Organization

^۳International Telecommunication Union-Telecommunication

^۴Access to Network

^۵Encapsulate

^۶Corporate Network

^۷Intranet

- سازمان‌ها اغلب خواستار به اشتراک گذاشتن اطلاعات با سازمان‌های دیگر در فواصل دور هستند (به این نوع از شبکه‌ها اکسترانت^۱ گفته می‌شود. در واقع اتصال دو یا چند اینترنت از طریق شبکه حامل عمومی یا خصوصی اکسترانت نامیده می‌شود).
 - کارمندانی که به صورت مداوم سفر می‌کنند نیاز به دسترسی به اطلاعاتی دارند که در شبکه شرکت وجود دارد که اصطلاحاً به آن دورکاری^۲ می‌گویند.
 - مشتریانی که در خانه نیاز دارند با بانک‌ها، مغازه‌ها و با انواعی از فراهم‌کنندگان کالا و خدمات از طریق شبکه ارتباط برقرار کنند.
- چون در تمام موارد گفته شده داده‌ها از شبکه حامل عمومی یا خصوصی عبور می‌کنند و این شبکه‌ها امن نیستند، لازم است که داده‌ها برای جلوگیری از شنود^۳ و دستکاری محافظت و رمز شوند که برای این کار می‌توان از مفهومی به نام Tunneling و VPN Tunneling استفاده کرد.

۳-۱- توپولوژی‌های شبکه گسترده

همانند شبکه‌های محلی برای اتصال شعب یک اداره یا اتصال شبکه‌های محلی به یکدیگر به صورت فیزیکی چندین توپولوژی وجود دارد که موجب می‌شود هزینه آنها و یک سری پارامترها مانند قابلیت اطمینان^۴ و دسترس‌پذیری^۵ با یکدیگر فرق داشته باشند. مهم‌ترین توپولوژی شبکه‌های گسترده عبارتند از:

- Star یا Hub-and-Spoke
- Partial Mesh
- Full Mesh

همان‌گونه که در شکل ۱-۲ مشاهده می‌شود در توپولوژی Star، مسیریابی در دفتر مرکزی یک شرکت در پاریس که در لبه^۶ مرکزی شبکه شرکت قرار گرفته به چندین دفتر در شهرهای گوناگون از طریق زیرساخت ارتباطی (در اینجا خط سریال) متصل می‌شود. در توپولوژی Partial Mesh هر مسیریاب در ادارات می‌تواند به یک یا چند مسیریاب در ادارات دیگر متصل شود و در توپولوژی Full Mesh همه مسیریاب‌ها به همه

^۱Extranet

^۲Teleworking

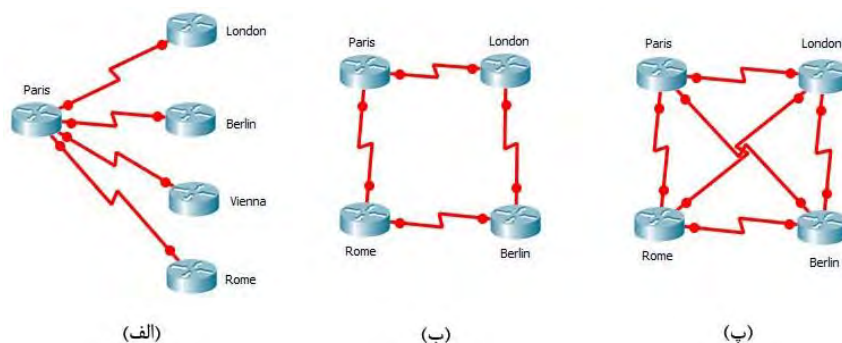
^۳Sniff

^۴Reliability

^۵Availability

^۶Edge

مسیریاب‌های دیگر در آن شبکه متصل می‌شوند. این توپولوژی باعث افزایش دسترس‌پذیری و قابلیت اطمینان می‌شود اما در مقابل، هزینه زیادی دربر دارد.



شکل ۱-۲: توپولوژی‌های WAN. (الف) توپولوژی Star. (ب) توپولوژی Partial Mesh. (پ) توپولوژی Full Mesh.

در یک دسته‌بندی دیگر، توپولوژی شبکه‌های گسترده به دو دسته P2P^۱ و P2MP^۲ تقسیم می‌شوند. در توپولوژی P2P یا نقطه به نقطه یک ارتباط مستقیم میان دو مسیریاب در شبکه محلی از طریق فناوری‌های شبکه گسترده برقرار می‌شود. برای نمونه در توپولوژی‌های Partial Mesh و Full Mesh ارتباط میان هر دو مسیریاب، یک ارتباط نقطه به نقطه است و خطوط اختصاصی، نمونه‌ی دیگری از ارتباطات نقطه به نقطه هستند. در توپولوژی P2MP (یک نقطه به چند نقطه) که همان توپولوژی Star است، چندین شعب یک اداره به شعبه مرکزی متصل می‌شوند.

۱-۴- روند تحولات شبکه سازمانی

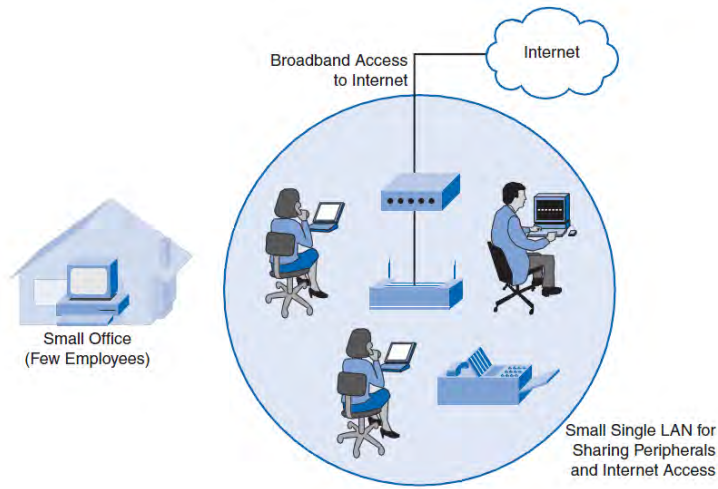
۱-۴-۱- شبکه محلی دفتری^۳

این نوع از شبکه‌های محلی معمولاً دارای کاربران اندکی هستند و از منابعی مانند فایل‌ها یا چاپگرها به صورت اشتراکی استفاده می‌کنند و نیازی به ارتباطات شبکه گسترده ندارند. تنها نیاز کاربران به خارج از این شبکه محلی، استفاده از سرویس‌های عمومی اینترنت مانند وب و Email است که از طریق فناوری‌های عمومی مانند DSL فراهم می‌شود. نمونه‌ای از این نوع شبکه‌ها در شکل ۱-۳ نشان داده شده است.

^۱Point to Point

^۲Point to MutiPoint

^۳Small Office LAN



شکل ۳-۱: شبکه محلی دفتری

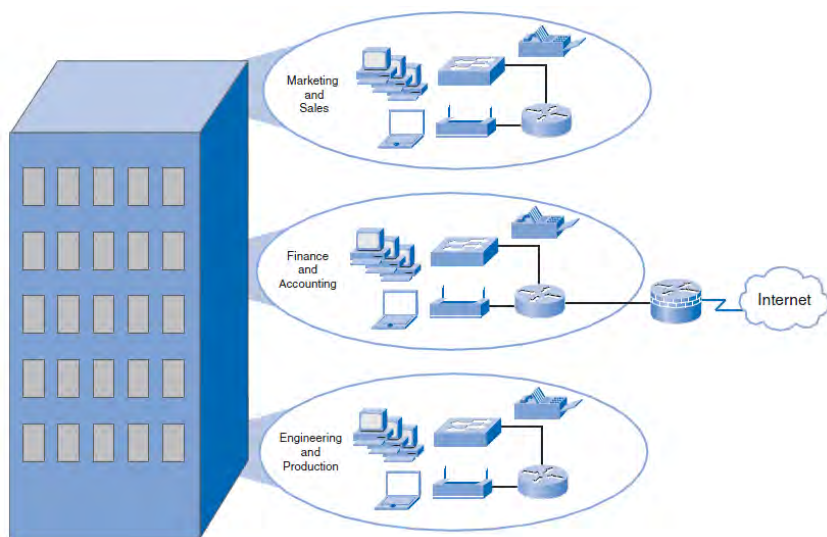
۲-۴-۱- شبکه محلی پردیس^۱

این نوع از شبکه‌های محلی که در شکل ۴-۱ دیده می‌شود معمولاً در محدوده یک سازمان یا یک شرکت می‌باشند و دارای چندین ساختمان و اداره هستند که با یکدیگر تشکیل یک شبکه محلی را می‌دهند. این ادارات^۲ و ساختمان‌ها تعداد زیادی زیرشبکه دارند که از طریق سوئیچ‌های لایه سه^۳ و مسیریاب‌ها به هم متصل شده‌اند.

^۱ Campus LAN

^۲ Department

^۳ Multilayer Switch



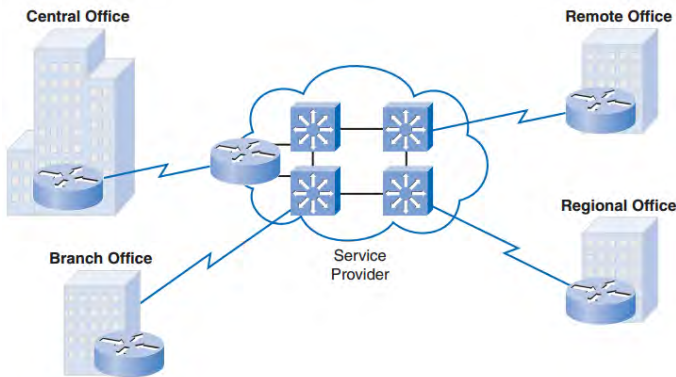
شکل ۴-۱: شبکه محلی پردیس

این نوع از شبکه‌ها نیازی به استفاده از ساختار شبکه‌های گسترده ندارند، زیرا استفاده از شبکه و سرویس‌های آن تنها محدود به حوزه جغرافیایی ساختمان‌ها و ارتباط میان آنها است و تنها دلیل استفاده از شبکه گسترده، استفاده از سرویس‌های اینترنت است که از طریق یک مسیر یاب به همراه امکانات امنیتی مانند دیوار آتش^۱ فراهم می‌شود.

۳-۴-۱- ارتباط میان شعب شبکه‌های سازمانی

زمانی که یک سازمان به اندازه‌ای وسعت پیدا می‌کند که تعدادی دفتر و شعبه خارج از محدوده شبکه محلی مانند سطح شهرهای گوناگون دارد، در این حالت باید از فناوری‌های شبکه گسترده که شامل زیرساخت‌های مخابراتی و مجموعه‌ای از تجهیزات است استفاده شود. نکته مهم در اینجا این است که زیرساخت مخابراتی مورد استفاده، تنها در محدوده یک کشور قابل پشتیبانی است. شکل ۵-۱ نمونه‌ای از این ساختار را نشان می‌دهد.

^۱Firewall



شکل ۱-۵: شبکه‌های سازمانی یا میان شعب

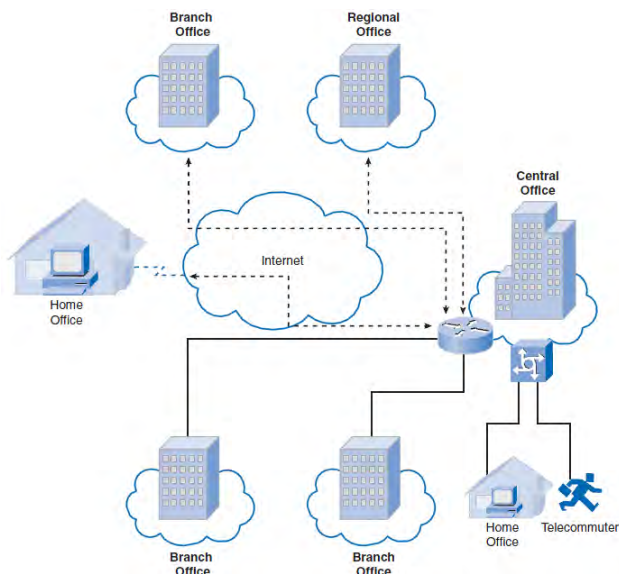
۴-۴-۱- شبکه‌های توزیع شده یا سراسری

همان‌گونه که در شکل ۱-۶ نشان داده شده، زمانی که شعب یک شرکت و یا سازمان در خارج از محدوده قابل پشتیبانی شرکت مخابراتی آن کشور قرار گرفته باشند، باید از یک زیرساخت عمومی یا از اینترنت به‌عنوان ارتباط میان شبکه‌ای استفاده شود. مهمترین مسئله در این ساختار، مسائل امنیتی است (مانند جلوگیری از شنود^۱، دستکاری پیام‌ها و ...) که برای برقراری آن در مسیرهای مرزی شعب، باید از فناوری‌های امنیتی شبکه گسترده مانند دیواره آتش، لیست کنترل دسترسی^۲ و VPN Tunneling استفاده کرد.

^۱Distributed

^۲Eavesdrop

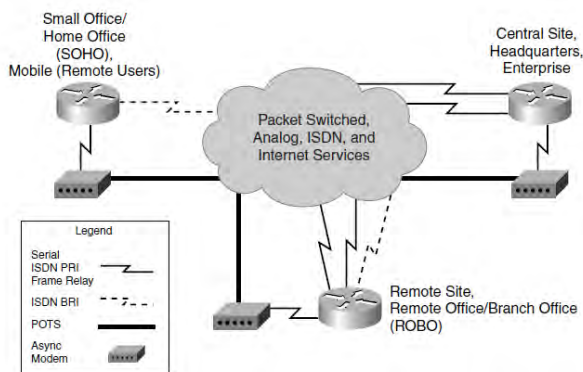
^۳Access Control List



شکل ۱-۶: شبکه‌های توزیع شده

۱-۵- شناسایی سایت‌ها^۱ در شبکه گسترده

یک شرکت ممکن است چندین سایت با اندازه‌های گوناگون داشته باشد. ایجاد یک شبکه، برای برقراری ارتباط میان مکان‌های گوناگون در شرکت ضروری است. مکان‌های متداول سایت‌ها که در شکل ۱-۷ نشان داده شده است عبارتند از:



شکل ۱-۷: سایت شرکت

^۱Site

- **سایت مرکزی^۱**: سایت یک شرکت بزرگ است که اغلب ساختمان اصلی یا دفتر مرکزی را در بر می‌گیرد. سایتی است که دیگر شعب و دفاتر کوچک و خانگی^۲ می‌توانند برای سرویس‌های اطلاعات و داده به آن متصل شوند. چون کاربران ممکن است به این سایت از طریق فناوری‌های گوناگون شبکه گسترده دسترسی داشته باشند، طراحی سایت مرکزی برای ارائه انواع گوناگون ارتباطات شبکه گسترده به مکان‌های راه دور مهم و ضروری است.
- **سایت راه دور^۳**: دفتر کوچکی است که معمولاً شامل کارمندهایی است (مانند فروشندگان) که به دلایلی مجبور به ماندن در یک ناحیه ویژه هستند. کاربران سایت راه دور باید بتوانند به سایت مرکزی برای دسترسی به اطلاعات شرکت متصل شوند. سایت‌های راه دور اغلب شعبه، ROBO^۴ یا دفاتر فروش نامیده می‌شوند. کسب‌وکارهای کوچک و متوسط از اینترنت پر سرعت، استفاده از VPN برای اتصال به اینترنت شرکت، قابلیت‌های دورکاری برای کارمندی که در خانه کار می‌کنند، تلویزیون تعاملی و خطوط مخابراتی اقتصادی برای انتقال VoIP^۵ با کیفیت استفاده می‌کنند. کارمندی که در خانه کار می‌کنند نیاز به دسترسی راه دور پر سرعت و امن به اینترنت شرکت و اینترنت برای استفاده از Email، برای مکاتبه با مشتریان و عرضه‌کنندگان را دارند.
- **سایت دفتر کوچک و خانگی**: دفتر کوچکی با تعداد کمی کارمند، یا دفتر خانگی یک کارمند دورکار است. با توجه به حجم استفاده و سرویس‌های موجود در شبکه گسترده، دورکاران از سرویس‌های باند پهن و Dialup استفاده می‌کنند. با توجه به مکان متغیر آنها، کاربران سیار به شبکه شرکت از طریق ارتباط Dialup متصل می‌شوند یا از طریق نرم‌افزار VPN در لپ‌تاپ‌هایشان به اینترنت سازمان متصل می‌شوند.

۶-۱- تعیین نوع ارتباط در شبکه گسترده

ارتباطات در شبکه گسترده به سه دسته کلی تقسیم می‌شوند که عبارتند از فناوری‌های نقطه به نقطه، سوئیچینگ مداری و سوئیچینگ بسته‌ای. در هنگام طراحی شبکه گسترده باید چندین معیار مهم را در رابطه با ارتباط میان کاربران یا گروه‌های گوناگون در شبکه گسترده در نظر بگیرید. امنیت، دسترس‌پذیری یا پهنای باند، نمونه‌ای از این معیارها هستند. در هنگام انتخاب برقراری ارتباط در شبکه گسترده موارد زیر را در نظر بگیرید:

^۱Central Site

^۲Small Office/Home Office

^۳Remote Site

^۴Remote Office/Branch Office

^۵Voice over IP

- **دسترس‌پذیری^۱**: هر روش برقراری ارتباط در هنگام طراحی، استفاده و پیاده‌سازی، یک سری ویژگی‌های ذاتی دارد. برای نمونه فناوری Frame Relay در همه نواحی جغرافیایی قابل استفاده نیست.
- **پهنای باند^۲**: پهنای باند شبکه گسترده پر هزینه است و سازمان‌ها توانایی پرداخت هزینه اضافی برای پهنای باند بیشتر را ندارند.
- **هزینه^۳**: هزینه استفاده از شبکه گسترده معمولاً شامل ۸۰ درصد کل بودجه سرویس‌های داده است. در هنگام ارزیابی سرویس‌های گوناگون شبکه گسترده و ارائه‌دهندگان خدمات گوناگون، هزینه عامل مهمی است. برای نمونه اگر از خط ارتباطی تنها برای یک ساعت در روز استفاده می‌شود سرویسی مانند ISDN می‌تواند درخور باشد.
- **مدیریت^۴ راحت**: طراحان شبکه، اغلب در رابطه با مدیریت ارتباطات نگران هستند. مدیریت ارتباطات شامل پیکربندی در مراحل آغازین و همچنین پیکربندی خروجی عملیات است. به‌طور کلی مدیریت خطوط اختصاصی آسان‌تر از خطوط اشتراکی است.
- **ترافیک برنامه**: ترافیک برنامه، ممکن است شامل بسته‌های کوچک مانند Terminal Session یا بسته‌های بزرگ مانند انتقال فایل باشد.
- **قابلیت اطمینان^۵**: ترافیکی که در حال انتقال است چقدر مهم است؟ شاید یک خط ارتباطی پشتیبان نیاز باشد.
- **کنترل دسترسی^۶**: یک ارتباط اختصاصی می‌تواند به کنترل دسترسی‌ها کمک کند. اما به‌عنوان نمونه تجارت الکترونیکی در مقیاس بزرگ انجام نمی‌شود مگر اینکه مشتریان به بخش‌هایی از شبکه دسترسی داشته باشند.
- **کیفیت خدمات^۷**: امروزه کیفیت خدمات برای مدیران شبکه یک عامل حیاتی است چون شرکت‌ها خیلی برای هزینه‌های شبکه گسترده پول پرداخت نمی‌کنند و سعی می‌کنند تا از آنچه که دارند بیشترین استفاده را ببرند.

¹Availability

²Band Width

³Cost

⁴Management

⁵Reliability

⁶Access Control

⁷Quality of Service (QoS)

تمرین‌ها

۱. شبکه گسترده را از لحاظ مقیاس، هزینه، پهنای باند، مالکیت و کیفیت خدمات با شبکه محلی مقایسه نمایید.
۲. دلایل نیاز به شبکه گسترده را بیان نمایید.
۳. تفاوت شبکه‌های سازمانی و شبکه‌های توزیع شده را بیان نمایید.
۴. تفاوت شبکه‌های اینترنت و اکسترانت را توضیح دهید.
۵. مهمترین موضوع در برقراری شبکه‌های توزیع شده چیست؟
۶. معیارهای مهم در انتخاب نوع ارتباط در شبکه‌های گسترده را نام ببرید.

فعالیت‌های تحقیقاتی

۱. درباره شبکه Metro Ethernet تحقیق کنید.
۲. برای جلوگیری از دسترسی غیرمجاز در شبکه اکسترانت چه تمهیداتی می‌توان اندیشید؟
۳. درباره شبکه Ethernet over MPLS (EoMPLS) تحقیق کنید.
۴. توپولوژی‌های شبکه گسترده را از لحاظ **هزینه، قابلیت اطمینان و سرعت** با هم مقایسه کنید.