

الباب الخامس

شبكات المعلومات

- ١-٥ مقدمة عامة .
- ٢-٥ التصنيفات المختلفة للشبكات .
- ٣-٥ الشبكة العالمية (الإنترنت) .
 - ١-٣-٥ الجيل الجديد من شبكة الإنترنت .
 - ١-١-٣-٥ مشروع إنترنت - ٢ :
 - ٢-١-٣-٥ مشروع الجيل الجديد للإنترنت .
 - ٢-٣-٥ مشروع الشبكة القومية التكنولوجية "Grid" .
- ٤-٥ شبكات «الإنترنت» و «الإكسترانت» .
- ٥-٥ الشبكات الضوئية .
- ٦-٥ الشبكات اللاسلكية
- ٧-٥ نظم الاتصال بالشبكات
- ٨-٥ أمان الشبكات والحاسبات

الباب الخامس

شبكات المعلومات

١-٥ مقدمة عامة

يزداد التقارب الآن بين الحاسبات والاتصالات . وقد كان هذا التقارب بداية لعصر شبكات المعلومات . وفى الحقيقة ابتدأت عمليات نقل المعلومات مع ظهور التلغراف ثم أعقبه ظهور شبكات التليفونات لنقل المعلومات الصوتية فى صورة كلام . بعد ذلك ظهرت شبكات نقل البيانات بين الحاسبات . والاتجاه الآن نحو إندماج الشبكات فى منظومة واحدة لنقل المعلومات والمعارف . ويتطور كل نوع من الشبكات بشكل كبير ، فعلى سبيل المثال كان هناك فى عام ١٩٩٩ حوالى ٨٨٠ مليون تليفون ثابت و ٣٨٠ مليون خلوى (Cellular) محمولة . وينتظر أن تزيد هذه الأعداد لتصل إلى ١,٢ بليون تليفون ثابت و ٦٠٠ مليون تليفون محمول بحلول عام ٢٠٠٥ وبحلول عام ٢٠١٠ سيصير العدد الكلى للتليفونات ٢,٤ بليون ، نصفها ثابت والنصف الآخر محمول [Saracco, 2000] . كما أن عدد مستخدمى شبكة الإنترنت كان فى عام ١٩٩٩ حوالى ١٧٩ مليون مستخدم ، ولكن يتوقع أن يصل فى عام ٢٠١٠ إلى ١١٠٠ مليون مستخدم ، من بينهم حوالى ٢٧٠ مليون مستخدم يملكون وسيلة اتصال سريعة لنقل المعلومات ، ويمكن متابعة هذه التطورات من خلال الموقع التالى على شبكة الإنترنت :

[http://www.nua.net/surveys/how-many-online / index .html]

وشبكات المعلومات لا تقتصر فقط على الشبكات العامة مثل التليفونات والإنترنت ، ولكنها أصبحت تشتمل على مستويات متعددة من الشبكات تبدأ من شبكات تربط مجموعة من الحاسبات لتؤدى وظيفة معينة فى قسم يتبع إحدى المؤسسات أو عدة شبكات ترتبط مع بعضها فى شبكة خاصة بالمؤسسة . وقد تمتد هذه الشبكات لتشتمل على مجال جغرافى أوسع سواء فى مدينة أو دولة أو تجمع دول وهكذا [غنيمى ، ١٩٩٧ ، ٢] وسنبين فى الجزء التالى التصنيفات المختلفة للشبكات وأنواعها المتعددة .

يمكن تصنيف الشبكات على المستوى الجغرافى والتنظيمى ، أو حسب طبيعة المعلومات المنقولة أو حسب وسائل التوصيل المستخدمة ، كما يبين الشكل (١-٥) .

٢-٥ التصنيفات المختلفة للشبكات

الشبكة العالمية الإنترنت (Internet)
شبكات الإنترنت والإكستراتنت (Extranet - Intranet)
الشبكات ذات المدى الواسع
الشبكات المحلية

التصنيف حسب المستوى الجغرافي والتنظيمي

شبكات البث الإذاعي والتلفزيوني
شبكات الخدمات المتكاملة الرقمية
شبكات نقل البيانات
شبكات نقل الصوت

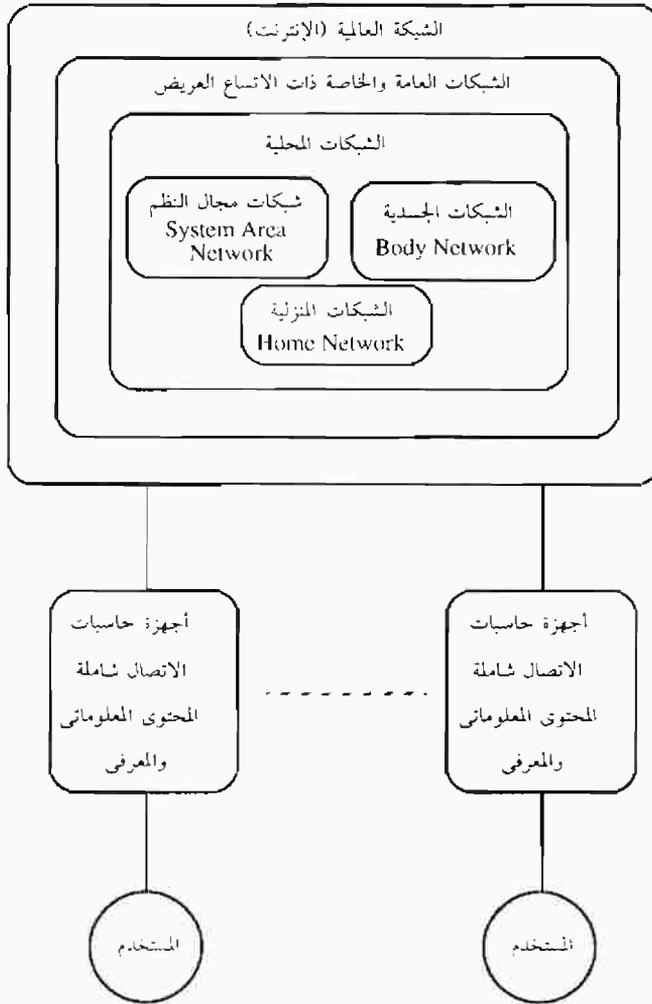
التصنيف حسب المعلومات المنقولة

الشبكات الضوئية
الشبكات اللاسلكية شاملة الاتصال عن طريق الأقمار الصناعية
الشبكات السلكية

التصنيف حسب وسائل التوصيل المستخدمة

شكل (٥-١) : التصنيفات المختلفة للشبكات .

ويمكن أن تشمل الشبكة الواحدة مثل الإنترنت على عدد كبير من الشبكات الأخرى كما يوضحه الشكل (٥-٢). فالشبكات التي تكون هذه الشبكة الكبيرة يمكن أن تكون شبكات محلية متعددة مثل الشبكات الجسدية (Body Network) والتي يمكن أن تسمى أيضاً الشبكات المحمولة ، وكذلك شبكات خاصة بحاسبات متصلة ببعضها في منظومة واحدة تؤدي مهمة معينة أو في المستقبل



شكل (٥-٢): المستويات المختلفة للشبكات التي قد تشمل عليها شبكة واحدة . ستكون هناك شبكات منزلية تربط جميع الأدوات المعلوماتية في منظومة واحدة . وهذه الشبكات المحلية يمكن أن تكون جزءاً في شبكة عامة أو خاصة ذات اتساع عريض Wide Area Network ، وفي النهاية تتصل الشبكات كلها في شبكة الإنترنت أو شبكة الشبكات . وأجهزة مستخدمي الشبكة والتي يمكن أن تشمل على نظم الحاسبات التي تحتوي على المكون المعلوماتي والمعرفي يمكنها التفاعل مع

بعضها أو أى أجهزة أخرى متاحة على جميع الشبكات الأخرى. [Denning, 1997]. وسنعرض فى الأجزاء التالية نماذج من الشبكات المختلفة وبعض التطبيقات وكذلك اعتبارات الأمان بالنسبة للشبكات .

٣-٥ الشبكة العالمية (الإنترنت)

ترجع جذور شبكة الإنترنت إلى عام ١٩٦٩ حينما تم إنشاء شبكة «أربانت» (ARPANET) التى أشرفت عليها وكالة مشروعات البحوث المتطورة التابعة لوزارة الدفاع الأمريكية ، وقد اشتملت هذه الشبكة فى ذلك الوقت على أربعة حاسبات فقط . وفى عام ١٩٨٦ تولت الهيئة القومية للعلوم National Science Foundation (NSF) الإشراف على الشبكة الرئيسية للإنترنت . فى إبريل من عام ١٩٩٥ تم تحويل الإشراف إلى القطاع الخاص ، وأتيحت لأول مرة الخدمات التجارية وغيرها على شبكة الإنترنت . ومنذ ذلك الوقت حدثت زيادة بصورة أسية سواء فى عدد الحاسبات المتصلة بالشبكة أو عدد المستخدمين ، كما هو مبين بالشكل (٣-٥) .

عدد المستخدمين (٢) (بالمليون)	عدد الحاسبات (١) المتصلة بالشبكة (بالمليون)	العام (*)
٢٢	٥,٨	١٩٩٥
٣٧,٨٤	١٤,٤	١٩٩٦
٥٨	٢١,٨	١٩٩٧
٨٧,٧٥	٢٩,٧	١٩٩٨
١١٠,٢٥	٤٣,٢	١٩٩٩
١٣٠,٠٠	٧٢,٤	يناير ٢٠٠٠

(*) إحصائية عدد الحاسبات تعكس الوضع في يناير من كل عام.

وصل العدد الكلي للحاسبات المتصلة بالشبكة في يوليو ٢٠٠٠ إلى حوالي ٩٣ مليون.

(١) Network Wizard (<http://www.nw.com/zone/WWW/report.html>)

(٢) CommerceNet (<http://www.commerce.net/research/stats/wwwpop.html>)

المستخدمون (بالنسبة المئوية)	المنطقة
٦٥	الولايات المتحدة وكندا
١٩	أوروبا
١٢	آسيا وحافة المحيط الهادى
٢	أمريكا الجنوبية
أقل من ١	أفريقيا
أقل من ١	الشرق الأوسط

المصدر : CommerceNet/Nielsen Media Research Survey, 1998

الشكل (٥-٣) : عدد الحاسبات المتصلة بشبكة الإنترنت وعدد المستخدمين وكذلك توزيعهم على التجمعات الدولية المختلفة .

ويوضح الشكل (٥-٤) توزيع العدد الكلي للحاسبات المتصلة بالشبكة وعددها في يناير ٢٠٠٠ بلغ ٧٢٣٩٨٠٩٢ حاسباً على بعض الدول في القارات المختلفة . ويجب ملاحظة أن هذه الأرقام تعكس عدد الحاسبات التي يتم تسجيلها في كل دولة ، لأنه من الممكن أن تسجل المؤسسات المختلفة في دول معينة أرقام اتصالها بالشبكة في دولة أخرى .

١- دول عدد تسجيلات الحاسبات بها أكثر من مليون حاسب

٥٣١٦٧٢٢٩	الولايات المتحدة الأمريكية	٨٢٠٩٤٤	هولندا
٢٦٣٦٥٤١	اليابان	٧٧٩٨٧٩	فرنسا
١٩٠١٨١٢	المملكة المتحدة	٦٥٨٣٠٧	إيطاليا
١٧٠٢٤٨٦	ألمانيا	٦٣١٢٤٨	فنلندا
١٦٦٩٦٦٤	كندا	٥٩٤٦٢٧	السويد
١٠٩٠٤٦٨	أستراليا		

٣- أفريقيا

١٦٧٦٣٥	جنوب أفريقيا	٥٩٧٠٣٦	تاوان
٤٦٤٠	مصر	٢٨٣٤٥٩	كوريا الجنوبية
٢٢٢٦	بتسوانا	٢١٤٧٠٤	روسيا
٢٠٧٣	زيمبابوي	١٤٨٢٤٩	سنغافورة
٢٠٤٣	ناميبيا	١٣٩٩٤٦	إسرائيل

٤- آسيا

٥- أمريكا اللاتينية

٤٤٦٤٤٤	البرازيل	٢٧١٠٠٣	نيوزيلندا
٤٠٤٨٧٣	المكسيك		
١٤٢٤٧٠	الأرجنتين		
٧١٧٦٩	شيلي		
٤٠٥٦٥	كولومبيا		

٧- الدول العربية

٣٦٩١٠

العدد الكلي للحاسبات المتصلة بالإنترنت في يناير ٢٠٠٠ : ٧٢٣٩٨٠٩٢

المصدر : <http://www.nw.com/zone/WWW/dist-by-num.html>

الشكل (٥-٤)

توزيع الحاسبات المتصلة بشبكة الإنترنت في يناير ٢٠٠٠

ونظراً لتعدد الخدمات المقدمة على شبكة الإنترنت سواء خدمات البريد الإلكتروني أو نقل الملفات أو البحث عن المعارف والمعلومات وغيرها ، فقد أصبح لكل نوع من الخدمة متطلبات معينة خاصة بمستوى الخدمة .

ونظراً لزيادة الأحمال على الإنترنت بشكل عام وضرورة إعطاء خدمات متنوعة لعدد كبير من المستخدمين ، يتم التركيز على أحد بدائل تنفيذ ذلك ، وهي ما يسمى resource reservation بحيث يمكن لكل مستخدم تحديد مستوى الخدمة المطلوبة ويتم حجز الموارد المطلوبة له مسبقاً ، مع الالتزام بهذا المستوى طول فترة استخدام الشبكة ، وذلك عن طريق ما يسمى Resource Reservation Protocol (RSVP) سواء في حالة البث الواحد unicast أو البحث المتعدد multicast . وهذه التطبيقات هي : تليفونات الإنترنت - التليفون المرئي - مؤتمرات الفيديو - العمل التعاوني المدعم بالحاسب Computer Supported Cooperative Work والتي تتطلب قيوداً صارمة بالنسبة لحدود تأخير نقل الرسائل . وتضطلع بهذه المهمة حالياً (IETF) (Internet Engineering Task Force) وقد تعددت البدائل الآن كما هو موضح في شكل (٥-٥) ، بحيث يتطلب الأمر دراسة المطلوب بالنسبة لكل تطبيق [Dutta-Roy, 2000] .

التطبيقات				
الشبكات الخاصة الافتراضية Virtual Private Networks (VPN)	نقل الفيديو ومؤتمرات الفيديو	البريد الإلكتروني E-mail	بروتوكول نقل الملفات FTP	نقل الصوت على بروتوكول الإنترنت (IP)
البدائل المتاحة لتحقيق جودة الخدمة (QoS) (Quality of Service)				
بروتوكول حجز الموارد Resource Reservation Protocol (RSVP)	الخدمات المتكاملة Integrated Services (IntServ)	الخدمات المميزة Differentiated Services (DiffServ)	نظام تحويل الرموز متعدد البروتوكولات Multiprotocol Label Switching (MPLS)	
أنظمة إدارة الاختناقات (Congestion)				
نظم ضغط الرسائل وتشكيل سريان المعلومات				
آليات نقل المعلومات الرئيسية مثل : تابع الإطارات (Frame Relay) - نظام الإرسال اللازامي (ATM) - استخدام خطوط اتصال المستخدمين الرقمية (Digital Subscriber Lines) (DSL)				
أجهزة التوجيه (Routers) والتحويل (Switches)				

شكل (٥-٥) : البدائل المتاحة لتحقيق جودة الخدمة في شبكة الإنترنت وعلاقتها بالطبقات المختلفة .

١-٣-٥ الجيل الجديد من شبكة الإنترنت

عندما تم تحويل الإشراف على الشبكة الرئيسية للإنترنت إلى القطاع الخاص في عام ١٩٩٥ وأتيح الإشتراك فيها للأغراض التجارية ، حدثت زيادة كبيرة في نشاطها مما كان له أيضاً أثر سلبي على التطبيقات العلمية والتعليمية . لذلك سارعت المؤسسات التعليمية في الولايات المتحدة الأمريكية إلى البحث عن حل لهذه المشكلة. وفي أكتوبر ١٩٩٦ إتفقت ٣٤ جامعة أمريكية بالإجماع على البدء في مشروع جديد للشبكات يسمى «إنترنت -٢» . كذلك أعلنت الحكومة الأمريكية أنها ستبدأ في تنفيذ مشروع جديد سمي «مبادرة الجيل الجديد من الإنترنت» . وستعمل هذه المشروعات على زيادة السرعة المتاحة على الشبكات لتصل في النهاية إلى ألف ضعف مما كان متاحاً في عام ١٩٩٥ . هذا بالإضافة إلى مشروعات أخرى على مستوى العالم أو في الولايات المتحدة الأمريكية لدعم التطبيقات الجديدة والمتعددة ، والتي تشمل جميع مجالات الأنشطة الإنسانية .

يهدف هذا المشروع زيادة الإمكانات الشبكية للجامعات والمراكز البحثية لكي يتيح لهم تكامل الوسائط والتفاعل مع نظم الحاسبات وقواعد المعلومات والتعاون في الزمن الحقيقي ، وبذلك يمكن دعم الحسابات الموزعة ومن خلال مؤتمرات الفيديو وأدوات تعاون المجموعات سيتمكن دعم البحث التعاوني . هذا بالإضافة إلى دعم التطبيقات التالية :

١-١-٣-٥ مشروع إنترنت - ٢

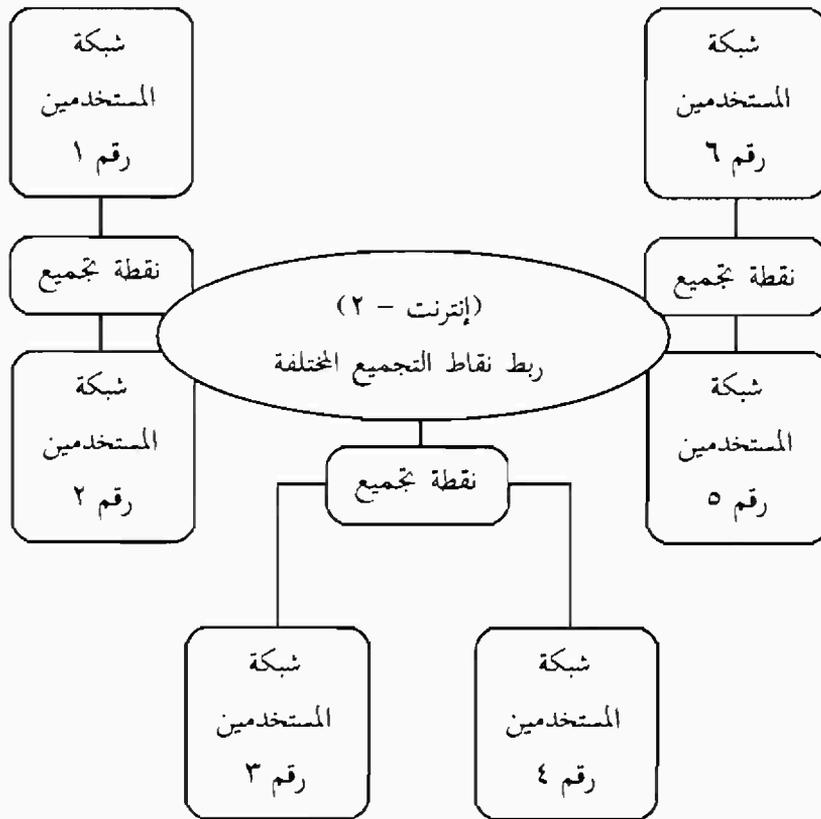
(١) التعلم والتعليم عن بعد (Distance Education & Learning) .

(٢) تشغيل الأنظمة عن بعد (Teleoperation) .

(٣) الاستجابة السريعة لمتطلبات الأمن القومي وإدارة الأزمات .

وقد وصل عدد الجامعات الأمريكية المشاركة في المشروع حالياً إلى ١٥١ جامعة بالإضافة إلى الجامعات والمراكز البحثية الأخرى على مستوى العالم التي تشارك ، سواء بصورة مباشرة أو عن طريق الإشتراك في مشروعات أخرى مرتبطة بهذا المشروع ومنها كندا وألمانيا وسنغافورة والهند وإسرائيل وغيرها من الدول الأخرى .

ومن الناحية التكنولوجية ستركز شبكة «إنترنت - ٢» على شبكة رئيسية تسمى "Abeline" وقد تشكلت مؤسسة تسمى University Corporation for Advanced Internet Development (UCAID) «المؤسسة الجامعية للتطوير المتقدم للإنترنت» للاضطلاع بهذه المهمة ، بالإضافة إلى بعض المهام الأخرى المرتبطة بتنفيذ شبكة «إنترنت - ٢» [Ghonaimy, 1999] [Dern, 1998] . ويوضح الشكل (٥-٦) الهيكل العام لشبكة «إنترنت - ٢» .



شكل (٥-٦): الهيكل العام للشبكة الأساسية في مشروع «إنترنت-٢»

Gigapop=gigabit-capacity point of presence

نقاط التجميع (Gigapops) التي تبلغ سعتها بلايين الوحدات الثنائية في الثانية يهدف هذا المشروع الذي أعلنت عنه الحكومة الأمريكية في الفترة نفسها التي أعلنت فيها عن مشروع «إنترنت - ٢» دعم تطبيقات الشبكات في جميع المجالات والذي سيتم الانتهاء منه عام ٢٠٠٢ ، وبعض هذه المجالات هي :
الرعاية الصحية وتشتمل على الطب عن بعد (Telemedicine) والاستجابة الطبية السريعة .

التعليم ويشمل التعليم والتعلم عن بعد ومشروع مبادرة المكتبات الإلكترونية الرقمية .
البحث العلمي ويشمل مجالات الطاقة ومراقبة الأرض والتنبؤات الجوية والبحوث الحيوية .

الأمن القومي ويشمل الاتصالات عالية الأداء والتطبيقات العسكرية ونظم توزيع المعلومات .

البيئة ويشمل تقديم الخدمات والمعلومات للمواطنين والمؤسسات والتي تساعد على رفع الوعي البيئي .

٥-٣-١-٢ مشروع الجيل الجديد
للإنترنت

الطوارئ ويشمل الاستجابة السريعة لمواجهة الكوارث ودعم إدارة الأزمات .

الإنتاج ويشمل خدمات التصميم وهندسة الإنتاج .

وهناك مشروعات أخرى مكتملة لذلك مثل مشروع «توثيق الإنترنت» والذي ابتداءً في محاولة لتوثيق بعض البيانات والمعلومات والمعارف المختلفة التي توحد على شبكة الإنترنت لفترات معينة ، ثم يتم استبدالها بعد ذلك بمعلومات أخرى . والدافع إلى ذلك هو أن المعلومات والمعارف المتاحة من خلال ما يسمى «الشبكة العالمية العنكبوتية» World Wide Web أو اختصاراً تسمى «الشبكة» Web تقدر بأكثر من ٥٠ مليون صفحة تتواجد على الشبكة لمدة ٧٥ يوماً فقط . لذلك فإن هذا المشروع سيقوم باختيار الموضوعات المختلفة التي سيتم توثيقها ثم إناحتها بعد ذلك في «أرشيف» ضخمة ، يساعد الباحثين في الحصول على المعلومات التي تم استبدالها على شبكة الإنترنت .

ويلاحظ أن هناك مشروعات أخرى لبعض التجمعات الدولية ستندمج في وقت لاحق مع هذه الجهود لتزيد في إمكانيات الشبكات العالمية . ومن هذه المشروعات مشروع الشبكة الأوروبية (Trans-European Network) TEN-34 الذي يربط شبكات البحث القومية في ١٤ دولة أوروبية .

كما توجد أيضاً مشروعات لشبكات الاتصالات ، سواء باستخدام الألياف الضوئية عبر القارات والمحيطات أو باستخدام الأقمار الصناعية . وبالنسبة لأحد المشروعات التي تعتمد على الأقمار الصناعية والذي يسمى «Teledesic» سيتم إطلاق ٢٨٨ قمراً صناعياً في مدار أرضي منخفض «Low Earth Orbit» LEO في أغسطس عام ٢٠٠٢ . وسيكلف ذلك المشروع ٩ بلايين دولار ، ويتوقع أن يتم تغطية تكلفته بعد شهرين فقط من التشغيل .

كما يجب التنويه أيضاً إلى أن أحد استخدامات الإنترنت ستكون في حمل الرسائل الصوتية التي تستخدم في المحادثات التليفونية . ويتوقع أن يكون العدد الكبير من مستخدمي هذه الخدمة في قارة آسيا التي من الممكن أن يصل إلى ٢ بليون مستخدم .

في النهاية يجب التنويه أن هناك بعض المشروعات ذات الطابع الدولي التي تنفذ في الولايات المتحدة الأمريكية مثل المشروع الذي تدعمه المؤسسة القومية للعلوم ويسمى (Science, Technology and Research Transit) (STAR-TAP) (Access Point) والموجود في مدينة شيكاغو ، وعن طريقه يتم ربط بعض الشبكات في كندا وألمانيا وسنغافورة بالشبكات في الولايات المتحدة .

يتم دعم هذا المشروع أيضاً بواسطة المؤسسة القومية للعلوم بالولايات المتحدة الأمريكية لاستغلال الإمكانيات الكبيرة للإنترنت كأداة فعالة ؛ للنهوض بالحسابات الخاصة بمجال العلوم والهندسة [Stevens, 1997] ، وقد تم إنشاء برنامج خاص بذلك يسمى (Partnerships For Advanced Computational Infrastructure) (PACI) «الشراكة الخاصة بإنشاء البنية الأساسية للحسابات المتقدمة» . ويعتمد هذا المشروع على ربط عدد كبير من الحاسبات العملاقة وإتاحتها من خلال شبكة الإنترنت ، وذلك لإجراء التجارب الخاصة بالبرمجيات والحسابات الموزعة التي سيستفاد منها في المجالات العلمية والتعليمية والطبية وغيرها .

لقد نشأت أنظمة المعلومات في المؤسسات المختلفة بصورة متدرجة حيث أنشأ كل قطاع نظام المعلومات الخاص به ، والذي أشتتمل في بعض الأحيان على شبكة محدودة المدى (LAN) أو شبكة واسعة المدى حسب ظروف كل قطاع . ولكن مع الاتجاه السائد الآن لربط أنظمة المؤسسة كلها في شبكة موحدة ، فقد تمت الاستفادة من الخبرات التي أتاحتها الشبكة العالمية (الإنترنت) وتم التفكير في ربط الشبكات المختلفة في المؤسسة الواحدة في شبكة سميت (الإنترنت) "Intranet" .

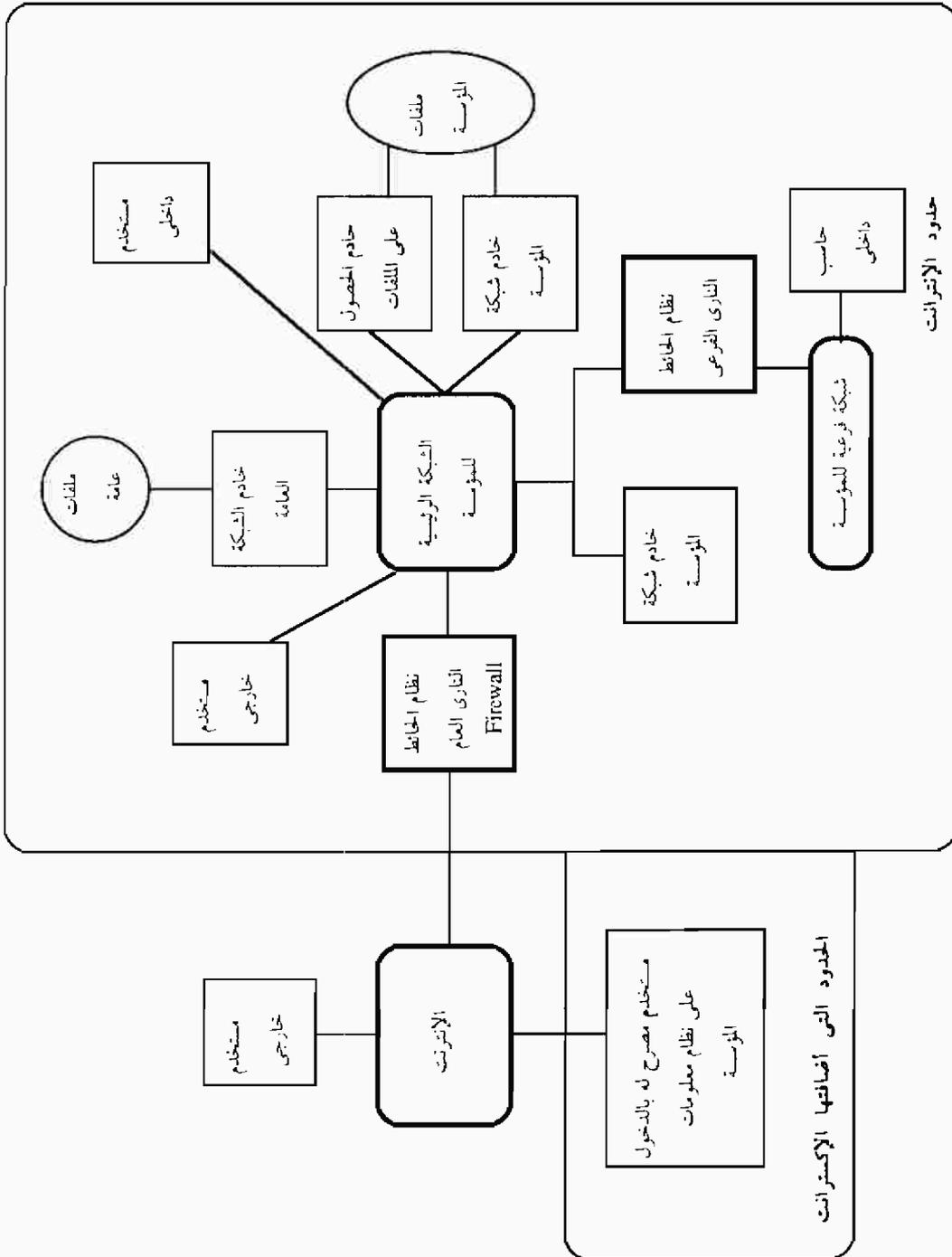
بعد ذلك ونظراً لتعاملات هذه المؤسسة مع بعض المؤسسات الأخرى والرغبة في ربط المؤسسة مع أنشطة هذه المؤسسات ، فقد تم تعديل نطاق شبكة (الإنترنت) وسميت (الإنترنت الممتدة) أو (الإكسترنات) "Extranet" .

لذلك فإنه من الممكن أن تحتوى شبكة (الإنترنت) بوجه عام على الآتى :

- (١) شبكة أو شبكات محدودة المدى LANs .
- (٢) شبكة أو شبكات واسعة المدى WANS .
- (٣) أجهزة خادمة "Servers" يمكن أن تكون في صورة محطات عمل أو حاسبات شخصية متطورة حسب تقسيم أنشطة أو بيانات أو معلومات المؤسسة .
- (٤) أجهزة الزبائن "Clients" يمكن أن تكون في صورة حاسبات شخصية .
- (٥) البرمجيات الملائمة (سواء للأجهزة الخادمة أو أجهزة الزبائن وكذلك برمجيات إنشاء البيانات والوثائق المختلفة وإدارتها وتحليلها والاتصال بقواعد البيانات القائمة فعلاً) .
- (٦) البرمجيات والأجهزة الخاصة بإدارة الشبكة وتأمينها أو أى إضافات أخرى في حالة استخدام بنية متطورة أخرى للشبكة .

ويجب التنويه بأن شبكة (الإنترنت) تربط جميع المستخدمين بغض النظر عن أجهزة الحاسبات والبرمجيات التي تستخدم ، كما أنها تربط الشبكات المختلفة في المؤسسة ، وذلك في منظومة واحدة تسمح بوجود نقطة اتصال واحدة لأي مستخدم .

ويجب أيضاً إعطاء أهمية خاصة لتأمين المعلومات والمعاملات في إطار هذه الشبكة التي يمكن أن تكون متصلة أيضاً بالإنترنت . ويمكن أن يتم ذلك عن طريق ما يسمى «نظام الحائط الناري» (Firewall) الملائم . ويبين الشكل (٧-٥) الإطار العام لشبكة (إنترنت) ، وكذلك حدود اتصالها في شبكة (إكسترنات) واتصالها بشبكة (الإنترنت).



شكل (٧-٥) : إطار شبكات الإنترنت والإكسترنات واستخدام نظام الحائط الناري لحماية الشبكة كلها أو أجزاء منها

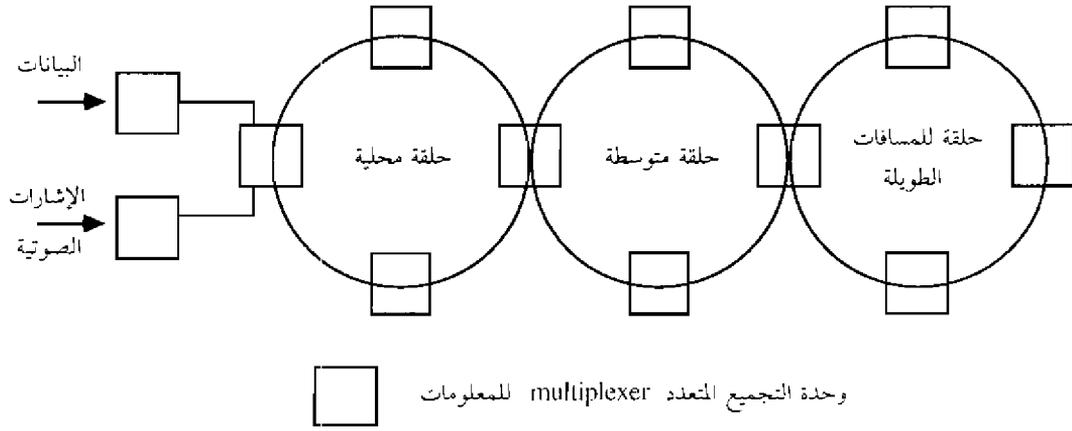
تتطور الشبكات الضوئية بمعدل سريع لتصبح العمود الفقري للبنية الأساسية لنقل المعلومات في الوقت الحالي . وتزداد كل يوم السرعة التي يتم بها نقل البيانات الرقمية على الألياف الضوئية (Optical fibers) نتيجة للبحوث المكثفة . ومن بين الطرق التي تستخدم لزيادة السرعة أو السعة للألياف الضوئية استخدام ما يسمى «التجميع المبنى على التقسيم الموجي المكثف» (Dense Wavelength Division Multiplexing) (DWDM) .

وتعتمد هذه الطريقة على استخدام واحد من هذه الألياف الضوئية لنقل أكثر من إشارة على أساس أن تكون ذات طول موجي مختلف . وتتطلب هذه الطريقة وجود نبائط تساعد على ذلك مثل وحدات التجميع Multiplexers وإعادة التوزيع Demultiplexers والمكبرات الضوئية ذات النطاق العريض وغيرها من الوحدات التي أصبحت متاحة الآن ويتم تطويرها باستمرار .

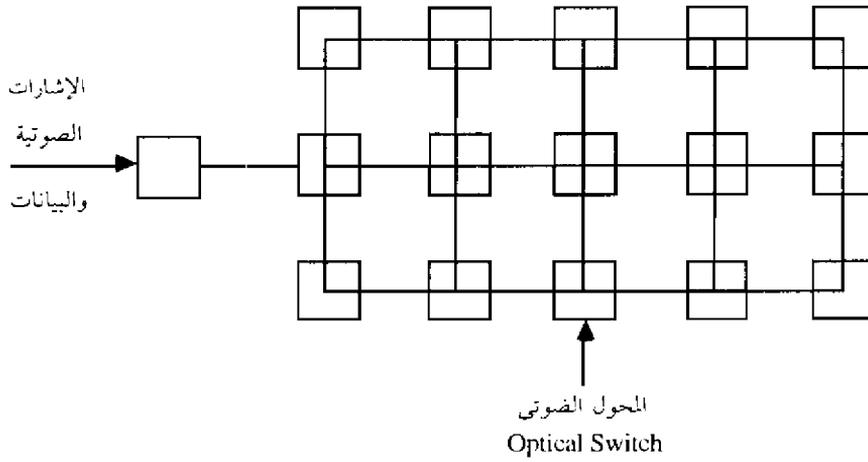
وتعمل هذه الطريقة على زيادة السعة الكلية بشكل كبير حيث يتوقف على عدد أطوال الموجات المستخدمة وسرعة نقل البيانات لكل موجة .

فلو فرضنا مثلاً أن السرعة تصل إلى ١٠ جيجابت في الثانية لكل موجة ، وأمكن استخدام نظام يعتمد على الأطوال المختلفة لعدد ٤٠ موجة ، فإن السعة الكلية ستصل إلى سرعة ٤٠٠ «جيجابت» في الثانية . ومن المتاح الآن الوصول إلى ١٢٨ موجة كل منها ذات سرعة ١٠ جيجابت ، لذلك فمن المتاح الآن الوصول إلى أكثر من «تيرابت» في الثانية [Kartalopoulos, 2000] .

ويواكب ذلك أيضاً تطوير للهيكل العام لبناء الشبكات . وفي الوقت الحالي يوضح الشكل (٥-٨) (أ) أحد أنماط بناء الشبكات الضوئية والتي تعتمد على عدة حلقات مترابطة مما يسمى «الشبكة الضوئية المتزامنة» (Synchronous Optical Network) (SONET) وهي حلقات مزدوجة من الألياف الضوئية ، تم تصميمها بحيث لا يتوقف عمل الشبكة عند حدوث أي قطع فيها حيث يتم سريان الإشارات عن طريق النصف الثاني من الحلقة . ويستخدم هذا النمط الآن في نقل الإشارات الصوتية والبيانات الرقمية ، ويمكن أيضاً استخدامه كأساس لنقل حزم البيانات الخاصة بشبكة الإنترنت . ولكن التصميم المستقبلي للشبكات الضوئية سيكون قريباً من ذلك الموضح في شكل (٥-٨) (ب) حيث سيكون هناك أكثر من مسار للمعلومات المنقولة ، ويتم توجيه حزم المعلومات بواسطة المحولات الضوئية (Optical Switches) [Stix, 2001] . وقد يثور تساؤل عن مدى الاحتياج للسرعات العالية التي ستتيحها الشبكات الضوئية وهل هناك تطبيقات تتطلب ذلك . بالطبع هناك تطبيقات مثل «الحقيقة الظاهرية على الخط» (Online Virtual Reality) والتي



(i) الوضع الحالي للشبكات الضوئية المتطورة



(ب) الوضع المستقبلي للشبكات الضوئية

شكل (٥-٨) : الوضع الحالي والمستقبلي للشبكات الضوئية .

تتطلب نطاقاً أساسياً يتراوح بين ١٠٠٠ و ١٠٠٠٠ «تيرا بت» فى الثانية أو الرؤية الهولوجرافية ثلاثية الأبعاد (3 - D Holography) والتي تتطلب نطاقاً يتراوح بين ٣٠٠٠٠ و ٧٠٠٠٠ «تيرا بت» أو بعض الحسابات المتقدمة ، والتي تتطلب نطاقاً يتراوح بين ٥٠٠٠٠ و ٢٠٠٠٠٠ «تيرا بت» فى الثانية . وبالطبع ستتطلب الشبكات الجديدة تطويراً فى نظم التحويل الضوئية ، والتي يمكن أن تستخدم المنظومات الكهروميكانيكية الدقيقة (Micro Electro Mechanical Systems) (MEMS) بالإضافة إلى طرق أخرى [Bishop, 2001] وكذلك سيكون من الضرورى تطوير نظم التوجيه (Routing) الضوئى لحزم البيانات, [Blumenthal, 2001] .

بالنسبة للوقت الحالى وفيما يتعلق بالبروتوكولات الخاصة بالإنترنت (Internet Protocol) هناك عدة بدائل لاستخدام الشبكات الضوئية . بعضها ينقل حزم الإنترنت مباشرة على الشبكة الضوئية التى تستخدم «التجميع المبنى على التقسيم الموجى» (WDM) ، أو بنقل الحزم أولاً باستخدام البروتوكول الخاص بالشبكة الضوئية المتزامنة (SONET) أو بنقل الحزم باستخدام نظام النقل اللامتزامن (ATM) . بالطبع هناك تفاصيل كثيرة لم نتعرض لها هنا ، ولكن هناك حوثاً وتطويراً فى هذه الاتجاهات الآن [Ghani, 2000] [Arnaud, 2000] .

وفى النهاية تجدر الإشارة إلى أن هناك شبكة طويلة من الألياف الضوئية تعبر البحار والمحيطات الآن حول العالم، ويبلغ طولها ٥٨٠٠٠٠ كيلومتر ، وتتطور كل يوم وتعتبر فى مأمن من أى عوامل خارجية قد تؤثر على عملها [Mandel, 2000] .

مع انتشار استخدام الحاسبات الصغيرة المحمولة وكذلك التليفونات المحمولة ازداد الاهتمام بالشبكات اللاسلكية ونظم الاقمار الصناعية للاتصالات ، ونشأ عن ذلك مايسمى «الحاسبات المتحركة» (Mobile Computing) . وهناك عديد من التطبيقات المهمة التى تستفيد من ذلك ، من بينها : التجارة الإلكترونية - الاتصالات الشخصية - النواحي العسكرية - إدارة حالات الطوارئ والكوارث - نظم التحكم فى الزمن الحقيقى - التشغيل عن بعد للأجهزة - الاتصالات بشبكة الإنترنت . ونظراً لتغير مكان المستخدم فى هذه التطبيقات يصبح من الضرورى إتاحة إمكانية اتصاله بالمستخدمين الآخرين سواء كانوا ثابتين أو متحركين . وتشير بعض الإحصائيات إلى أن عدد مستخدمى نظم الاتصالات المحمولة المختلفة ازداد من ١٤٠ مليون فى عام ١٩٩٦ إلى أكثر من ٣٠٠ مليون فى عام ١٩٩٩ ، ويتوقع أن يصل فى نهاية عام ٢٠٠١ إلى حوالى ٦٥٠ مليون (يمكن متابعة بعض التفاصيل على الموقع الآتى على شبكة الإنترنت (<http://www.gsmdata.com>) وهناك مستويات مختلفة للاتصال اللاسلكى تبدأ على المسافات القصيرة فى حدود ١٠ أمتار مثل نظام (Bluetooth) [Schneiderman, 2000] [كان أحد ملوك الفايكنج

٦-٥ الشبكات اللاسلكية

ويسمى (Bluetooth) قد قام بتوحيد الدانمرك والنرويج في القرن العاشر الميلادي بقوة السلاح] أو الشبكات المحلية اللاسلكية والتي يمكن أن تغطي مواقع مؤسسة أو جامعة تشتمل على عدة مبان أو شبكات المساحة المتسعة Wide Area Networks ، والتي يمكن أن تغطي دولة أو تجمع دول ، ويمكنها استخدام نظام «بروتوكول الإنترنت المتحرك» (Mobile IP) أو «نظام النقل اللامتزامن اللاسلكي» (Wireless ATM) أو باستخدام نظم أقمار الاتصالات الصناعية والتي يمكن أن تغطي مساحات شاسعة من الكرة الأرضية [Varshney, 2000] [Goodman, 2000] . وقد مرت نظم الاتصالات التليفونية الخلوية (Cellular) على سبيل المثال بأجيال مختلفة : الجيل الأول يستخدم التكنولوجيا التناظرية (Analog) وابتدأ في أوائل عقد الثمانينات أما الجيل الثاني الذي ابتدأ في أوائل عقد التسعينيات استخدم التكنولوجيا الرقمية مثل نظام GSM «النظام العالمي للاتصالات المتحركة» (Global System for Mobile Communications) والجيل الثالث الذي سيبدأ في أوائل القرن الحادي والعشرين يمكنه استخدام عدة بدائل من بينها «نظام الوصول المتعدد ذو النطاق العريض المبنى على تقسيم الأكواد» (Wideband Code Division Multiple Access) (W-CDMA) (يمكن الاتصال بالموقع الآتي على الإنترنت للحصول على مزيد من التفاصيل عن هذا النظام (<http://www.cdg.org>) . وبالنسبة لبروتوكولات الاستخدام التي يمكن أن تسمح على سبيل المثال للتليفونات المحمولة أن تتصل بشبكة الإنترنت فقد تم طرح نظام (Wireless Application Protocol) (WAP) «بروتوكول التطبيقات اللاسلكية» ولكنه مازال تحت الاختبار لدراسة إمكانياته وأوجه القصور به [Bannan, 2000] (يمكن الاتصال بالموقع الآتي على الإنترنت لمتابعة بعض التفاصيل عن هذا النظام (<http://www.wapforum.com> . وبالنسبة لاستخدام الأقمار الصناعية في نظم الاتصالات هناك الكثير من الأنظمة التي ستساعد على الاتصال من خلال التليفونات أو الأجهزة المحمولة من أي مكان على الأرض إلى أي مكان آخر . وهناك عدة نظم لأقمار الاتصالات أحدها يستخدم ما يسمى «المدارات المتزامنة مع الأرض (Geosynchronous Earth Orbit) (GEO) ومدارها يرتفع عن خط الاستواء بمسافة ٣٥٨٠٠ كيلومتر والقمر الواحد يغطي ثلث الكرة الأرضية ؛ لذلك يجب استخدام ثلاثة أقمار لتغطية الكرة الأرضية . ولكن هناك نظماً أخرى أحدها يسمى «المدار الأرضي المنخفض» (Low Earth Orbit) (LEO) ويبعد مداره عن سطح الأرض ما بين ٥٠٠ إلى ١٥٠٠ كيلومتر ، والثاني يسمى «المدار الأرضي المتوسط» (Medium Earth Orbit) (MEO) ويبعد مداره عن سطح الأرض ما بين ٥٠٠٠ إلى ١٢٠٠٠ كيلومتر . وقد كان نظام «إيريديوم» (Iridium) قبل وقف العمل به عام ٢٠٠٠ لصعوبات اقتصادية ، يستخدم مداراً منخفضاً على بعد ٧٨٠ كيلومتراً من الأرض ، ويشتمل على ٦٦ قمراً صناعياً . ويوجد نظام يسمى

(Globalstar) يشتمل على ٤٨ قمراً على ارتفاع ١٤٠٠ كيلو متر ، ويغطي معظم الكرة الأرضية ما عدا المناطق القطبية . ويستخدم نظام (Teledesic) ٢٨٨ قمراً صناعياً على ارتفاع ١٤٠٠ كيلو متر من سطح الأرض ويتوقع أن يتم تشغيل النظام في عام ٢٠٠٣ [Miller, 1998] . ويجب الإشارة إلى أن الدوائر الإلكترونية التي تعتمد على السليكون ، وتستخدم في الأقمار الصناعية للاتصالات تتطلب معالجة خاصة ضد الإشعاعات الموجودة في «حزام» «فان آلان» الإشعاعي» (Van Allen Radiation Belt) الذي يحيط بالكرة الأرضية ويتكون أساساً من الإلكترونات والبروتونات [Benedetto, 1998] .

٧-٥ نظم الاتصال بالشبكات

لكي يمكن الاستفادة من بعض الخدمات المتاحة على شبكات الإنترنت يجب اتصال المستخدمين بمقدمي الخدمة ، وبالتالي بالمواقع المختلفة على الشبكة عن طريق قنوات ربط سريعة . وهناك وسائل ربط متعددة يمكن استخدامها بعضها يستخدم طرقاً لاسلكية والبعض الآخر يستخدم خطوط التليفونات الحالية بعد تطويرها أو في بعض الأحيان يمكن استخدام خطوط نقل القوى الكهربائية [Clark, 1998, 1] . وفي المستقبل القريب سيتمكن استخدام الألياف الضوئية في اتصال المنازل بالشبكات عندما يمكن تنفيذ ذلك بشكل اقتصادي [Clark, 1999] . ويوضح الشكل (٩-٥) الإطار العام لاتصال المنازل بالشبكات في المستقبل القريب . وسيعنى ذلك أن تتطور نظم توصيلات البيانات والمعلومات بالمنازل على غرار التوصيلات الكهربائية وتستخدم ما يسمى «نظم التوصيلات الهيكلية» (Structured Wiring) ويوضح الجدول (١-٥) تطور هذه النوعية من التوصيلات للمنازل في الولايات المتحدة الأمريكية في الفترة من ١٩٩٩ حتى ٢٠٠٣ .

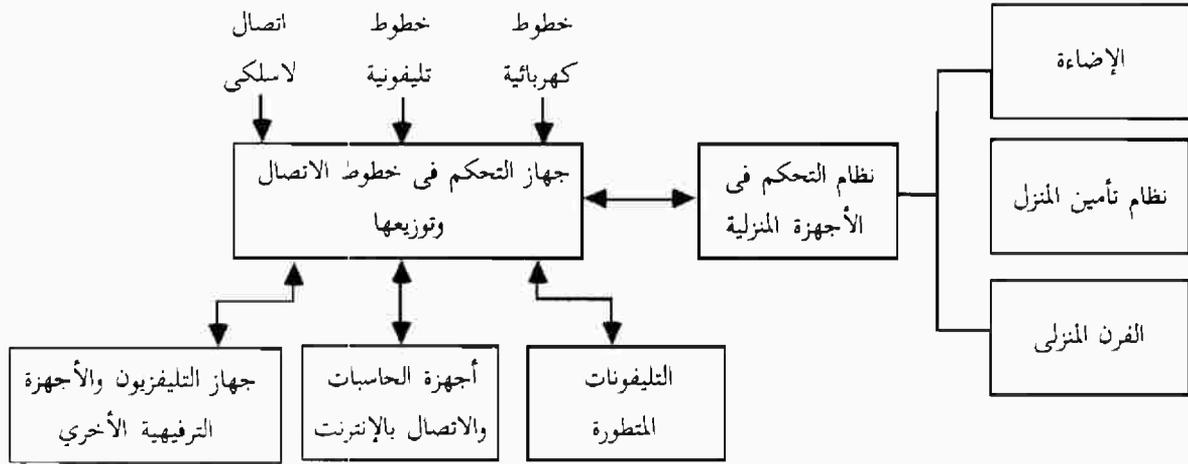
جدول (١-٥) : تطور أعداد التوصيلات الهيكلية .

العالم	١٩٩٩	٢٠٠٠	٢٠٠١	٢٠٠٢	٢٠٠٣
عدد التوصيلات (بالألف)	٥٠	١٥٠	٣٠٠	٥٠٠	٨٠٠

ويوضح الجدول (٢-٥) تطور نوعيات توصيلات الشبكات إلى المنازل في الولايات المتحدة الأمريكية خلال الفترة السابقة نفسها .

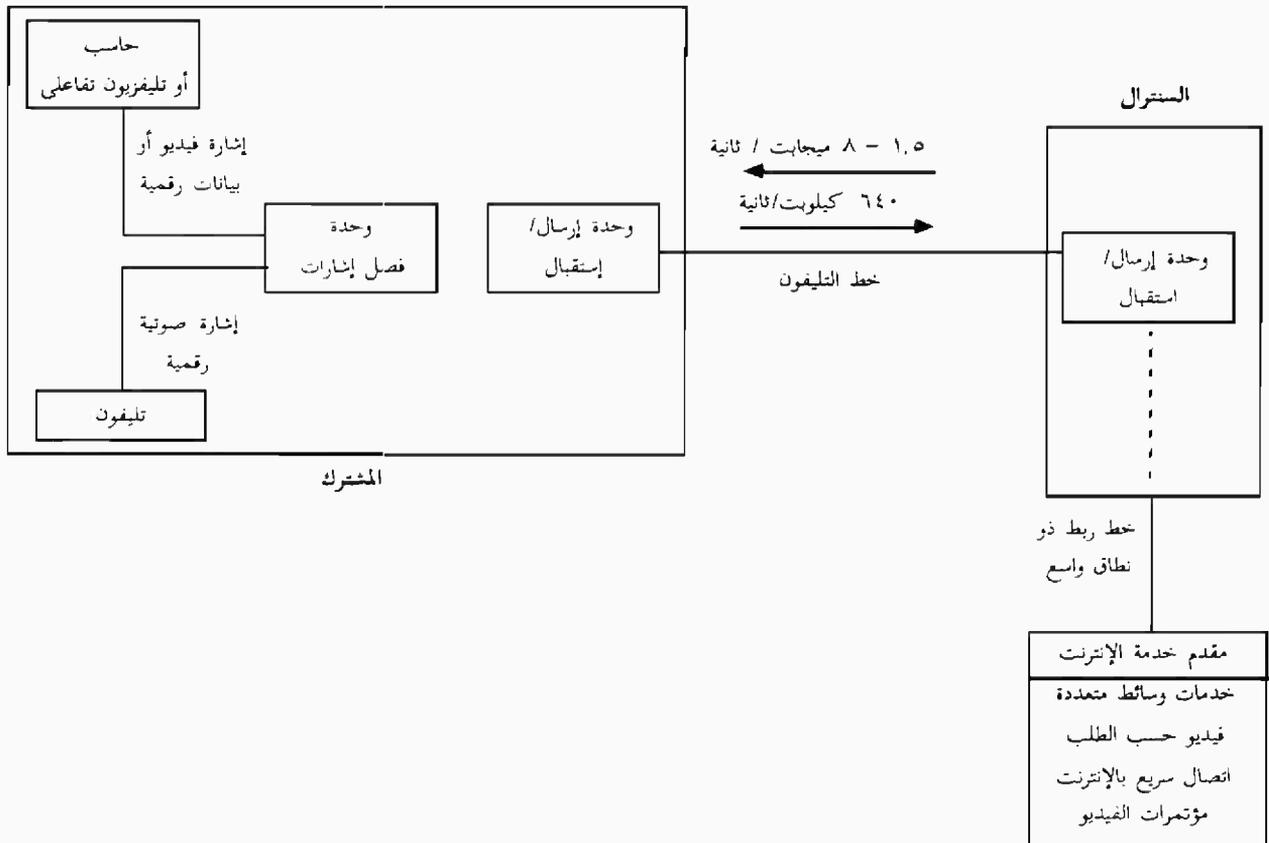
جدول (٢-٥) : تطور نوعيات الاتصال بالشبكات .

العالم ونوعية التوصيل	خطوط تليفونية (نسبة مئوية)	خطوط كهربائية (نسبة مئوية)	اتصال لاسلكي (نسبة مئوية)	العدد الكلي (بالألف)
١٩٩٩	٩٢	١,٥	٦,٥	٦٠٠
٢٠٠٠	٨٧	٢,٥	١٠,٥	١٣٢١
٢٠٠١	٨١	٤	١٥	٢٤٧٨
٢٠٠٢	٧٥	٥	٢٠	٣٩٩٨
٢٠٠٣	٧٠	٥	٢٥	٦٠٠٦



شكل (٥-٩) : نظام اتصال المنازل بالشبكات الخارجية الأخرى .

ونظراً لأن نسبة استخدام الخطوط التليفونية لن تقل عن ٧٠٪ حتى عام ٢٠٠٣ ، يوضح الشكل (٥-١٠) إحدى الطرق المستخدمة في ذلك وتسمى «خط المشترك الرقمي غير المتماثل (Asymmetric Digital Subscriber Line) (ADSL) [Kao, 1997] .

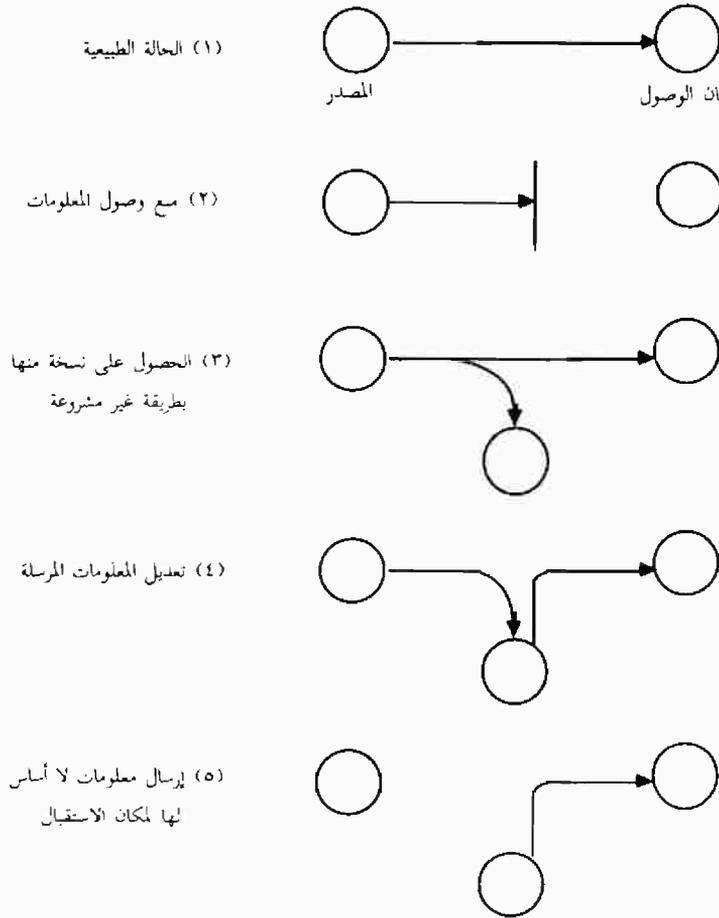


شكل (٥-١٠) : إحدى طرق الاتصال السريع بالشبكات .

وفي النهاية يجب التنويه أنه مع تطور نظم الاتصالات بالأقمار الصناعية سيتم أيضا ربط المنازل بشكل اقتصادي بالشبكات المختلفة من خلال هذه الطريقة ، ويتوقع أن يتم ذلك عام ٢٠٠٣ [Clark, 2000] .

٨-٥ أمان الشبكات والحاسبات

مع انتشار استخدام الشبكات في نقل وتبادل المعلومات وعلى الأخص في مجالات التجارة الإلكترونية أصبحت هناك حاجة ماسة لتأمين وصول المعلومات من المصدر إلى مكان استقبالها . وهناك ممارسات مختلفة يمكن أن تعرض هذه العملية إلى الخطر، يوضحها بشكل مبسط الشكل (٥-١١) [Stallings, 1995] .



شكل (٥-١١): وسائل تهديد أمان نقل المعلومات .

ونظرا لاتصال أعداد كبيرة من الحاسبات بالشبكات ، فإن الحاسبات تكون هي المدخل الذي يتمكن من خلاله الأشخاص الذين يريدون العبث بأمن المعلومات المتاحة على الشبكات أو بتعطيل الشبكات أو أجزاء منها عن أداء مهامها الطبيعية أن يمارسوا أعمالهم . وقد حظيت «فيروسات الحاسبات» بتغطية إعلامية كبيرة على الرغم من أن بعض البرامج لا تنطبق عليها بدقة تسمية فيروسات . وسنعرض باختصار

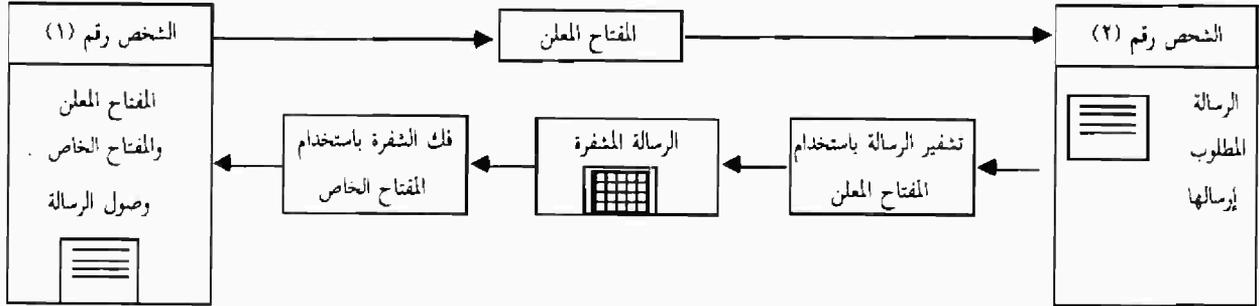
بعض الأمثلة لهذه البرامج وهي [Stallings, 1995] : «البكتريا» (Bacteria) وهي برامج تستهلك موارد نظام الحاسب أو الشبكة عن طريق نسخ نفسها مرات كثيرة . «القنابل المنطقية» (Logic bombs) وتعتمد على وجود بعض التعليمات فى برنامج ما التى تتابع وجود بعض الظروف والشروط عند التشغيل الفعلى العادى للبرنامج ، والتى إذا تحققت هذه الشروط فإن البرنامج ينفذ بعض العمليات التدميرية غير المخططة فيه أصلا عن طريق واضعى البرنامج الأصلي . «الأبواب الخفية» (Trapdoors) وهى مداخل غير موثقة فى البرامج تسمح لمستخدمها فى الدخول دون المرور على إجراءات التحقق من هوية المستخدمين . «حصان طراودة» (Trojan Horse) وهى أيضا أجزاء من برنامج يقوم عادة بمهام طبيعية ، وتكون هذه الأجزاء سرية ، وغير موثقة وتظل كامنة فى البرنامج حتى إذا تحققت شروط معينة أو فى بعض الأحيان بمجرد تشغيل البرنامج يتم تشغيل الأجزاء السرية فيه . «الفيروسات» (Viruses) وهى ليست برامج كاملة أيضا ، ولكنها بعض التعليمات الإضافية التى تضاف إلى بعض البرامج بدون علم صاحبها بحيث يتم توليد نسخ أخرى وزرعها فى برامج أخرى . وبالطبع بالإضافة إلى عملية النسخ يمكن أن يتم تنفيذ مهام تدميرية أخرى ، «الدودة» (Worm) وهذا برنامج كامل يقوم بعمل نسخ من نفسه وتوزيع هذه النسخ عبر توصيلات الشبكات ، وأشهر هذه البرامج تلك التى سميت «دودة الإنترنت» (Internet Worm) وتسببت فى عام ١٩٨٨ من تعطيل آلاف الحاسبات التى كانت متصلة بالشبكة فى ذلك الوقت .

ولو أخذنا الفيروسات فقط نجد أنها تطورت مع الوقت بحيث ازدادت صعوبة الكشف عنها ، ومن بين هذه الأنواع ما يسمى «المختفية» أو «الشيح» (Stealth) وتلك التى تأخذ أشكالا متعددة وتسمى لذلك (Polymorphic) كما أن بعضها يقوم بحماية نفسه من برامج محاربة الفيروسات ، ويسمى لذلك (Armored) [Denning, 1998] .

ولحماية الشبكات لابد من وجود منظومة متكاملة تشمل على الحاسبات ونظم تشغيلها ، وكيفية اتصال الشبكات الداخلية بالشبكات الخارجية الأخرى . وأحد الأنظمة التى يمكن استخدامها يسمى «الحائط النارى» (Firewall) وهو فكرة يمكن تصميم الأنظمة المشتملة عليها بطريقة تساعد على حماية نظم المعلومات أو تأمين الاتصالات فى إحدى الشبكات فى إطار نطاق محدد . لذلك فإن كفاءة تصميم هذا النظام تشكل الأساس فى عملية الحماية [Loden, 1998] [Goncalves, 1998] .

وإحدى طرق الحماية الهامة تستخدم نظم التشفير المختلفة ، ولكن فى إطار

بروتوكول متكامل لضمان التعاملات المختلفة في أنظمة التجارة الإلكترونية . وأحد نظم التشفير في هذا الإطار تسمى طريقة «المفتاح المعلن» (Public Key) . وهي تعتمد في أبسط صورها على وجود مفتاحين مع كل مستخدم أحدهما معلن والمفتاح الآخر «خاص» (Private) بالمستخدم ولذلك لا يعرفه إلا شخص واحد . ولتوضيح هذه الطريقة يبين الشكل (٥-١٢) كيفية إرسال رسالة من الشخص رقم (٢) إلى الشخص رقم (١) . الخطوة الأولى هي أن يقوم الشخص رقم (١) بإرسال نسخة من مفتاحه المعلن إلى الشخص رقم (٢) . بعد ذلك يقوم الشخص رقم (٢) بتشفير بيانات رسالته باستخدام هذا المفتاح (أى بتحويلها إلى صورة لا يستطيع أى شخص آخر بخلاف الشخص رقم (١) فك رموزها) . الخطوة الأخيرة هي أن يقوم الشخص رقم (١) بفك الرسالة المشفرة باستخدام مفتاحه الخاص . بالطبع هناك تفاصيل أخرى كثيرة يجب أن تتم ، بالإضافة إلى مهام أخرى مثل التحقق من شخصية المتراسلين [Caloyannides. 2000] .



شكل (٥-١٢) : الفكرة الأساسية في طريقة التشفير باستخدام «المفتاح المعلن» .