محور الشبكات – المحاضرة (1)

شبكة الشبكات (الإنترنت): الفكرة والنشأة والتطور التاريخي

The Internet (Network of Networks): Origins and Historical Evolution

المرحلة	الثانية – الدراسة الصباحية	**المادة**	الحاسوب
الإعداد	أ.م.د. حيدر حسن محمد	**المدة المقترحة**	ساعتان (نظري + نشاط)

أهداف المحاضرة (Learning Objectives)

بعد انتهاء المحاضرة يكون الطالب قادراً على أن:

1. يعرّف الشبكة (Network) والإنترنت (Internet)، ويميّز الإنترنت عن الويب (World Wide Web).
2. يشرح فكرة تبديل الحزم (Packet Switching) ولماذا تفوقت على تبديل الدارات (Circuit Switching).
3. يتتبع مراحل نشأة الإنترنت من ARPANET إلى الإنترنت الحديث زمنياً.
4. يتعرف على أبرز الشخصيات ومساهمة كل منها.
5. يصف كيف يعمل الإنترنت اليوم (ISP, DNS, Backbone, Data Center).
6. يقيّم أثر الإنترنت في التعليم والاقتصاد والرياضة وتحدياته.

خارطة المحاضرة (Lecture Map)

المحور	العنوان	الجانب التطبيقي
1	مفهوم الشبكة والإنترنت وأنواع الشبكات (Concepts & Network Types)	جداول مقارنة
2	الخلفية العلمية وتبديل الحزم (Scientific Background & Packet Switching)	مثال تشبيهي
3	ARPANET والبدايات العملية (The Beginning)	جدول زمني
4	توحيد البروتوكولات TCP/IP والتوسع الأكاديمي	مخطط انسيابي
5	ظهور الويب والشخصيات الرئيسية (The Web & Key Figures)	جدول الشخصيات
6	مراحل التطور الخمس والإنترنت اليوم	مخطط الاتصال
7	الأهمية والأثر والتحديات، ونشاط عملي بأوامر الشبكة	ping / tracert / nslookup

أولاً: مفهوم الشبكة والإنترنت (Concept of Network and Internet)

الشبكة الحاسوبية (Computer Network) هي مجموعة أجهزة (حواسيب، هواتف، طابعات، خوادم) مرتبطة ببعضها عبر وسائط سلكية أو لاسلكية لتبادل البيانات ومشاركة الموارد. أما **الإنترنت (Internet)** فهو **«شبكة الشبكات» (Network of Networks)**: ملايين الشبكات الخاصة والعامة والأكاديمية والحكومية المترابطة عالمياً باستخدام مجموعة بروتوكولات موحدة هي TCP/IP.

الفرق بين الإنترنت والويب (Internet vs. Web)

وجه المقارنة	الإنترنت (Internet)	الويب (World Wide Web)
الطبيعة	بنية تحتية عالمية: كابلات وراوترات وخوادم وبروتوكولات	خدمة تعمل فوق الإنترنت: صفحات ومواقع مترابطة
الأدوات	TCP/IP، IP Address، Router	URL، HTML، HTTP، المتصفح (Browser)
الظهور	مطلع السبعينيات عملياً (ARPANET 1969)	1989–1991 (Tim Berners-Lee)
أمثلة أخرى على الإنترنت	البريد الإلكتروني، نقل الملفات، الألعاب، البث	الويب هو أحدها فقط

أنواع الشبكات حسب النطاق (Network Types by Scale)

النوع	المدى	مثال
PAN – شبكة شخصية	بضعة أمتار	ساعة رياضية متصلة بالهاتف عبر Bluetooth
LAN – شبكة محلية	غرفة أو مبنى	شبكة مختبر الحاسوب في الكلية أو شبكة صالة رياضية
MAN – شبكة مدينة	مدينة أو حرم جامعي كبير	شبكة ألياف تربط كليات الجامعة
WAN – شبكة واسعة	دول وقارات	الإنترنت بأكمله هو أكبر WAN

ثانياً: الخلفية العلمية والتقنية (Scientific & Technical Background)

في خمسينيات القرن العشرين وستينياته، ومع الحرب الباردة وإطلاق الاتحاد السوفيتي القمر **Sputnik** عام 1957، أنشأت الولايات المتحدة وكالة **ARPA** (لاحقاً DARPA) عام 1958 لتعزيز التفوق العلمي والتقني. وفي ذلك الوقت كانت الحواسيب ضخمة ومعزولة، فظهرت الحاجة إلى ربطها لمشاركة الموارد النادرة وإلى اتصالات لا تنهار بتعطل نقطة واحدة.

تصحيح مفاهيمي (Common Myth)

يُقال إن الإنترنت وُلد لتحمل هجوماً نووياً. الصحيح أن هذه الفكرة ارتبطت بأبحاث Paul Baran في RAND مطلع الستينيات حول شبكات اتصال عسكرية مقاومة للأعطال، بينما كان هدف ARPANET نفسه هو **ربط الحواسيب البحثية ومشاركة مواردها**. وقد ساهم الاثنان في تشكيل الفكرة.

تبديل الحزم (Packet Switching)

بدلاً من حجز خط اتصال كامل بين طرفين طوال المكالمة (**Circuit Switching** كما في الهاتف التقليدي)، تُقسّم البيانات إلى أجزاء صغيرة تسمى **حزماً (Packets)**، تحمل كل حزمة عنوان المصدر والوجهة ورقمها التسلسلي، وتنتقل مستقلة عبر مسارات مختلفة، ثم تُعاد إلى ترتيبها عند الوجهة.



وجه المقارنة	تبديل الدارات (Circuit Switching)	تبديل الحزم (Packet Switching)
حجز المسار	مسار مخصص طوال الاتصال	لا حجز؛ تتشارك الحزم الخطوط
الكفاءة	منخفضة (الخط محجوز حتى في الصمت)	عالية (استغلال أفضل للسعة)

وجه المقارنة	تبديل الدارات (Circuit Switching)	تبديل الحزم (Packet Switching)
مقاومة الأعطال	ضعيفة (انقطاع الخط = انقطاع الاتصال)	جيدة (إعادة توجيه الحزم عبر مسار بديل)
مثال	الهاتف الأرضي التقليدي	الإنترنت

مثال تشبيهي (Analogy)
تخيّل إرسال كتاب من 100 صفحة إلى زميل: بدل شحنه كاملاً في صندوق واحد، ترسل كل 10 صفحات في ظرف مرقّم بطرق مختلفة، فإذا ضاع ظرف أعدت إرسال ذلك الظرف فقط. هكذا يتصرف الإنترنت مع فيديو مباراة أو ملف تحليل أداء.

ثالثاً: البدايات العملية: مشروع ARPANET (The ARPANET Project, 1969)

بدأ الإنترنت كمشروع بحثي تموله **DARPA**. وفي **29 أكتوبر 1969** أُرسلت أول رسالة عبر ARPANET من جامعة كاليفورنيا في لوس أنجلوس (UCLA) إلى معهد ستانفورد للأبحاث (SRI)؛ كانت الكلمة المقصودة LOGIN، لكن النظام تعطل بعد حرفين فوصلت **«LO»** فقط. وبنهاية 1969 ارتبطت أربع عقد (Nodes) هي: UCLA، وSRI، وجامعة كاليفورنيا في سانتا باربرا (UCSB)، وجامعة يوتا.

تصحيح مفاهيمي (Clarification)
أول رسالة في ARPANET كانت محاولة تسجيل دخول (Login) بين حاسوبين، وليست بريداً إلكترونياً. أما **البريد الإلكتروني** فظهر عام **1971** على يد Ray Tomlinson الذي اعتمد الرمز @ للفصل بين اسم المستخدم والحاسوب.

مكونات ARPANET الأولى (Early Components)

- **IMP (Interface Message Processor):** حاسوب صغير (راوتر أولي) صممته شركة BBN يربط كل حاسوب مضيف (Host) بالشبكة.
- **خطوط الاتصال المؤجرة** من شركات الهاتف بسرعات بدائية بالمقارنة مع اليوم.
- **بروتوكول NCP (Network Control Protocol):** البروتوكول الأول لتبادل البيانات قبل TCP/IP.

رابعاً: تطوير بروتوكولات الاتصال وتوحيدها (Protocol Development)

بروتوكول الاتصال (Communication Protocol) هو مجموعة قواعد ومعايير تحدد كيفية تبادل البيانات بين الأجهزة؛ تماماً كاللغة المشتركة التي تتيح لشخصين من بلدين مختلفين أن يتحاورا. وفي البدايات استخدمت كل شبكة بروتوكولاتها الخاصة فتعذّر ربطها، فنشأت الحاجة إلى معيار موحد.



في السبعينيات طوّر **Vint Cerf** و**Bob Kahn** فكرة ربط شبكات مختلفة (Internetworking) عبر بروتوكول موحد نُشرت ورقته عام 1974، ثم قُسّم لاحقاً إلى **TCP** (للموثوقية) و**IP** (للعنونة والتوجيه). وفي **1 يناير 1983** (يوم التحول – Flag Day) انتقلت ARPANET كلها إلى TCP/IP، وهو التاريخ الذي يعدّه كثيرون الميلاد الحقيقي للإنترنت.

تنبيه
يُفصَّل شرح TCP وUDP وIP وHTTP وFTP وSMTP وغيرها بطريقة البطاقات (Protocol Cards) في المحاضرة الثانية من هذا المحور.

التوسع الأكاديمي والحكومي (Academic Expansion)

- **NSFNET (1985–1986):** شبكة المؤسسة الوطنية للعلوم الأمريكية ربطت مراكز الحوسبة الفائقة والجامعات، وصارت العمود الفقري (Backbone) للإنترنت الأكاديمي.
- **1985:** تسجيل أول نطاق تجاري (.com)، وبدء استخدام نظام الأسماء بدلاً من حفظ الأرقام.
- **1990:** إيقاف ARPANET رسمياً بعد انتقال الوظائف إلى شبكات أحدث.
- **1995:** إنهاء دور NSFNET ليصبح الإنترنت تجارياً بالكامل عبر مزودي الخدمة (ISPs).

خامساً: ظهور الويب العالمي (World Wide Web)

في **1989** اقترح عالم الحاسوب البريطاني **Tim Berners-Lee** في مختبر CERN نظاماً لربط الوثائق ببعضها عبر روابط نصية فائقة (Hypertext). وفي **1990** كتب أول متصفح (WorldWideWeb) وأول خادم، ووضع أسس ثلاث تقنيات ما زالت قائمة: **HTML** (لغة تنسيق الصفحات)، و**URL** (عنوان المورد)، و**HTTP** (بروتوكول النقل). أُتيح الويب للجمهور عام **1991**، وصدر المتصفح الرسومي **Mosaic** عام **1993** فانتشر الإنترنت بسرعة، وأعلن CERN في العام نفسه أن تقنية الويب متاحة مجاناً للجميع.

الجيل	الفترة التقريبية	الخصائص
Web 1.0	1991–2004	مواقع للقراءة فقط (Read-only): الناشر ينتج والزائر يقرأ
Web 2.0	2004–الآن	تفاعل ومحتوى يصنعه المستخدم: شبكات التواصل، YouTube، المدونات
Web 3.0 (مفهوم ناشئ)	قيد التشكل	لا مركزية وبيانات دلالية وذكاء اصطناعي وتقنيات السلاسل (Blockchain)

سادساً: الشخصيات الرئيسية في نشأة الإنترنت (Key Figures)

الشخصية (Name)	الفترة	المساهمة
Leonard Kleinrock	1961	وضع نظرية صفوف الانتظار في تبديل الحزم، وكان على UCLA أول رسالة ARPANET
J.C.R. Licklider	1962–1964	تصوّر «شبكة الحواسيب المجرّية» ومهّد لتمويل ARPA للأبحاث الشبكية
Paul Baran (RAND)	1960–1964	فكرة الشبكة الموزعة (Distributed Network) والرسائل المقسّمة (Message Blocks)
Donald Davies (NPL), (UK	1965–1966	ابتكر مصطلح «Packet» وطوّر مفهوم تبديل الحزم بشكل مستقل
Larry Roberts	1966–1969	قاد تصميم ARPANET في ARPA
Ray Tomlinson	1971	أرسل أول بريد إلكتروني شبكي واعتمد الرمز @
Vint Cerf & Bob Kahn	1974	«آباء الإنترنت»: صمّما TCP/IP
Paul Mockapetris	1983	ابتكر نظام أسماء النطاقات DNS
Tim Berners-Lee	1989–1991	اخترع الويب العالمي (WWW) وأول متصفح وخادم

تنبيه: تُنسب إلى Baran أعماله في مطلع الستينيات (1960–1964)، لا الخمسينيات كما ورد في بعض المراجع.

سابعاً: مراحل تطور الإنترنت بتفصيل أكبر (Evolution Phases)

المرحلة (Phase)	الفترة	أبرز الأحداث
1) البحث والتطوير (Research)	1950–1969	فكرة الشبكة الموزعة، تبديل الحزم، تأسيس ARPANET
2) توحيد البروتوكولات (Standardization)	1970–1983	البريد الإلكتروني 1971، TCP/IP، اعتماده رسمياً 1983
3) التوسع الأكاديمي والحكومي (Academic Expansion)	1984–1990	NSFNET، DNS، إيقاف ARPANET 1990
4) ظهور الويب وانتشاره (The Web Era)	1990–2000	WWW، Mosaic، Netscape، محركات البحث، فقاعة الإنترنت
5) الإنترنت الحديث (Modern Internet)	2000–الآن	الهواتف الذكية، التواصل الاجتماعي، السحابة، إنترنت الأشياء، الذكاء الاصطناعي

محطات بارزة بعد عام 2000 (Milestones)

السنة	الحدث
1998	تأسيس Google وتطور محركات البحث
2004	ظهور Facebook وانطلاق عصر الشبكات الاجتماعية
2005	إطلاق YouTube وبدء عصر الفيديو الرقمي
2006	إطلاق خدمات الحوسبة السحابية (Cloud Computing) التجارية مثل AWS
2007	iPhone وتحول الإنترنت إلى الهاتف الذكي
2011	نفاد عناوين IPv4 المتاحة لدى IANA والتوجه إلى IPv6
2020	جائحة COVID-19 وتسارع التعليم والعمل والتدريب عن بُعد

ثامناً: كيف يعمل الإنترنت اليوم؟ (How the Internet Works Today)



- **ISP (Internet Service Provider):** الشركة التي تربطك بالإنترنت.
- **Backbone & Submarine Cables:** شبكات ألياف ضوئية عملاقة وكابلات بحرية تنقل الغالبية العظمى من حركة البيانات بين القارات.
- **DNS:** «دليل الهاتف» الذي يحوّل اسم الموقع إلى عنوان IP.
- **CDN (Content Delivery Network):** خوادم موزعة جغرافياً تقرّب المحتوى (كالفيديو) من المستخدم لتسريع التحميل.
- **Data Center / Cloud:** مراكز ضخمة تستضيف المواقع والتطبيقات والبيانات.

من يدير الإنترنت؟ (Internet Governance)

لا تملك جهة واحدة الإنترنت؛ بل تتولى منظمات متخصصة جوانب مختلفة:

الجهة	الدور
IETF	تطوير معايير الإنترنت وإصدار وثائق RFC
IANA / ICANN	إدارة عناوين IP وأسماء النطاقات والجذر DNS
W3C	معايير الويب (HTML, CSS, …)
IEEE	معايير الشبكات المحلية (Ethernet 802.3، Wi-Fi 802.11)
ITU	وكالة أممية تعنى بالاتصالات وإحصاءات النفاذ الرقمي

تاسعاً: أهمية الإنترنت وأثره في العصر الحديث (Importance & Impact)

المجال	الأثر الإيجابي	التحدي
التعليم (Education)	التعلم عن بُعد والمكتبات الرقمية والمنصات الجامعية	الفجوة الرقمية وجودة المحتوى
الاقتصاد (Economy)	التجارة الإلكترونية والعمل الحر ووظائف جديدة	الاحتيال والمنافسة غير العادلة
المجتمع (Society)	التواصل والإعلام والخدمات الحكومية الإلكترونية	الأخبار الزائفة والإدمان الرقمي
الصحة (Health)	الاستشارات عن بُعد وتطبيقات اللياقة	خصوصية البيانات الصحية
الأمن (Security)	خدمات الحماية والإنذار	الأمن السيبراني وسرقة البيانات

الإنترنت في المجال الرياضي (Internet in Sports)

- **التحليل والأداء:** رفع فيديوهات التدريب إلى منصات تحليل سحابية ومشاركتها مع المدربين.
- **الأجهزة القابلة للارتداء (Wearables):** تتصل بالهاتف وتزامن بيانات النبض والمسافة عبر الإنترنت.
- **البث المباشر (Live Streaming)** للبطولات وبيع التذاكر والمنتجات الرياضية رقمياً.
- **التدريب والتعليم عن بُعد** ومؤتمرات علمية رياضية افتراضية.
- **الاستكشاف الرياضي (Scouting)** عبر قواعد بيانات اللاعبين ومقاطع الأداء.

تحدٍّ حديث (Modern Challenge)

كلما زاد اتصال الرياضي والمؤسسة الرياضية بالشبكة زادت مساحة التعرض للهجمات: تسريب بيانات اللاعبين الصحية، اختراق حسابات التواصل، أو تعطيل مواقع بيع التذاكر. وهذا سبب تخصيص محاضرتي الأمن والتهديدات في هذا المحور.

عاشراً: دراسات حالة (Case Studies)

الحالة 1: رسالة «LO» – أول اتصال

أظهرت أول رسالة في ARPANET أن الأنظمة المعقدة تبدأ بمحاولات ناقصة ثم تتطور؛ فخلال أسابيع استقر الاتصال بين العقد الأربع. الدرس: الاختبار والتحسين المستمر أساس الابتكار التقني.

الحالة 2: قرار CERN عام 1993

لو احتُكرت تقنية الويب برسوم ترخيص لانتشرت أبطأ. ولكن إتاحتها مجاناً عام 1993 سمحت لآلاف المطورين بالبناء عليها. الدرس: المعايير المفتوحة (Open Standards) تسرّع الابتكار.

الحالة 3: الجائحة وتحول الرياضة إلى الإنترنت (2020)

خلال إجراءات الإغلاق انتقل جزء كبير من التدريب والتعليم والفعاليات إلى المنصات الرقمية، وأظهر ذلك أن الإنترنت أصبح بنية تحتية حيوية كالكهرباء والماء. الدرس: الاعتماد الكبير يتطلب موثوقية وأمناً عاليين.

حادي عشر: نشاط عملي: استكشاف الإنترنت بأوامر الشبكة (Hands-on Activity)

المطلوب: نفّذ الأوامر الآتية في موجّه الأوامر (Command Prompt) على Windows ودوّن النتائج:

الأمر (Command)	ما يفعله	ماذا تلاحظ؟
ping google.com	يختبر الاتصال ويقيس زمن الاستجابة (Latency)	زمن الاستجابة بالميلي ثانية وفقدان الحزم
tracert google.com	يعرض القفزات (Hops) بين جهازك والخادم	عدد القفزات وأسماء الراوترات
nslookup google.com	يستعلم من DNS عن عنوان IP	عنوان IP المقابل للاسم
ipconfig	يعرض عنوان IP والبوابة الافتراضية	عنوانك المحلي (IP) والبوابة (Gateway)

سؤال للنقاش: لماذا يختلف زمن الاستجابة بين موقع محلي وموقع عالمي؟ ولماذا قد يتغير مسار الحزم بين محاولتين؟

ثاني عشر: مسرد المصطلحات (Glossary)

المصطلح (Term)	المعنى
Network	شبكة حاسوبية
Internet	شبكة الشبكات العالمية
World Wide Web	الويب العالمي: خدمة فوق الإنترنت
Packet Switching	تبديل الحزم
Packet	حزمة بيانات
ARPANET	أول شبكة واسعة تجريبية للإنترنت (1969)
Protocol	بروتوكول: قواعد الاتصال
TCP/IP	مجموعة بروتوكولات الإنترنت
Node / Host	عقدة / جهاز مضيف
ISP	مزود خدمة الإنترنت
Backbone	العمود الفقري للشبكة
DNS	نظام أسماء النطاقات
Hypertext	نص فائق: نص يرتبط بروابط
Browser	متصفح الويب
Latency	زمن الاستجابة

ثالث عشر: أسئلة تدريبية (Practice Questions)

أولاً: اختيار من متعدد (Multiple Choice)

1) تُسمى تقنية تقسيم البيانات إلى أجزاء صغيرة تُرسل مستقلة:

أ) Circuit Switching

ب) Packet Switching

ج) Broadcasting

د) Encryption

2) أربع عقد في ARPANET 1969 كانت من الجامعات الآتية ما عدا:

أ) UCLA

ب) جامعة يوتا

ج) MIT

د) UCSB

3) الفرق الصحيح بين الإنترنت والويب أن:

أ) الويب هو البنية التحتية والإنترنت صفحاته

ب) الإنترنت بنية تحتية والويب خدمة تعمل فوقها

ج) لا فرق بينهما

د) الويب أقدم من الإنترنت

4) تاريخ اعتماد TCP/IP رسمياً على ARPANET:

أ) 1969

ب) 1971

ج) 1983

د) 1991

5) من اخترع الويب العالمي؟

أ) Vint Cerf

ب) Tim Berners-Lee

ج) Paul Baran

د) Ray Tomlinson

ثانياً: صح أم خطأ (True / False)

1. أول رسالة في ARPANET كانت بريداً إلكترونياً. ( )
2. لا تملك جهة واحدة الإنترنت. ( )
3. DNS يحوّل أسماء المواقع إلى عناوين IP. ( )
4. Mosaic هو أول متصفح رسومي واسع الانتشار. ( )

ثالثاً: أسئلة قصيرة (Short Answer)

1. عرّف الإنترنت واذكر معنى «شبكة الشبكات».
2. اذكر ثلاث مزايا لتبديل الحزم على تبديل الدارات.
3. ما دور كل من Cerf وKahn وBerners-Lee؟

رابعاً: أسئلة تحليلية (Analytical)

1. لماذا يُعد توحيد البروتوكولات عام 1983 نقطة تحول في تاريخ الإنترنت؟
2. كيف غيّر الإنترنت مهنة المدرب الرياضي؟ استند إلى ثلاثة أمثلة.

الإجابات النموذجية (Answer Key)

القسم	الإجابة
اختيار من متعدد	1-ب ، 2-ج ، 3-ب ، 4-ج ، 5-ب
صح / خطأ	1-خطأ (كانت محاولة Login) ، 2-صح ، 3-صح ، 4-صح

ملخص المحاضرة (Summary)

- الإنترنت شبكة شبكات تعمل ببروتوكولات موحدة، والويب خدمة واحدة فقط من خدماته.
- ظهر الإنترنت من اجتماع فكرتين: تبديل الحزم، ومشروع ARPANET، ثم توحدت الشبكات عبر TCP/IP عام 1983.
- جعل الويب (1989–1993) الإنترنت متاحاً للجميع، وأصبح اليوم بنية حيوية للتعليم والاقتصاد والرياضة وتحدياً أمنياً.

المصادر والمراجع (References)

1. Leiner BM, Cerf VG, Clark DD, et al. A brief history of the Internet. ACM SIGCOMM Comput Commun Rev. 2009;39(5):22–31.
2. Baran P. On distributed communications networks. IEEE Trans Commun Syst. 1964;12(1):1–9.
3. Cerf V, Kahn R. A protocol for packet network intercommunication. IEEE Trans Commun. 1974;22(5):637–648.
4. Berners-Lee T. Information Management: A Proposal. CERN; 1989.
5. Abbate J. Inventing the Internet. Cambridge, MA: MIT Press; 1999.
6. Kurose JF, Ross KW. Computer Networking: A Top-Down Approach. Pearson (latest edition).
7. International Telecommunication Union (ITU). Measuring Digital Development: Facts and Figures (latest edition).

إعداد: **أ.م.د. حيدر حسن محمد**