أساسيات الشبكات الحاسوبية

الدكتور المهندس
أحمد كـــردي

Outline

- مقدمة.
- مفهوم المقطع والإطار والحزمة.
- مفهوم البروتوكول.
- OSI Layers.
- نموذج بروتوكول التحكم بالارسال/ بروتوكول الانترنت TCP/IP.
- بروتوكولات شائعة.

أولاً: مقدمة

يتم تقسيم البيانات إلى أجزاء صغيرة يتم إرسالها على الشبكة دون إرهاقها. يطلق على هذه الأجزاء الصغيرة من البيانات اسم مقاطع (Segments) أو حزم (Packets) أو أطر (Frames). تعتبر الحزم هي الوحدات الأساسية للاتصالات على الشبكة.

ثانياً : مفهوم المقطع والإطار والحزمة

من مميزات تقسيم البيانات إلى أجزاء صغيرة أنه حتى في حال رغبة جهاز ما إرسال بيانات كثيرة على الشبكة، فلن يؤدي ذلك إلى إرغام باقي الأجهزة على الانتظار طويلاً حتى ينتهي هذا الجهاز من إرسال بياناته الكثيرة، بل يتم التناوب على الإرسال. فقبل إرسال البيانات يتم تقسيمها إلى مقاطع ليتحول كل مقطع إلى حزمة ثم إلى إطار

يقوم الجهاز المستقبل بالتقاط هذه الأجزاء وإعادة تجميعها بنفس ترتيبها الأصلي للحصول على البيانات الأساسية.

ثانياً : مفهوم المقطع والإطار والحزمة

يقوم نظام التشغيل بعملية التقسيم وإضافة معلومات التحكم إلى كل جزء.

تسهل معلومات التحكم:

1- إعطاء تعليمات لمكونات الشبكة لتبيان كيفية تمرير البيانات.

2- إرسال البيانات الأصلية على شكل أجزاء صغيرة من الحاسوب المرسل، ثم إعادة تجميعها في الترتيب المناسب عند الحاسوب المستقبل.

3- تفحص البيانات بعد تجميعها، ويتم التأكد من خلوها من أي أخطاء. قد تكون البيانات المرسلة رسائل إلكترونية أو ملفات صوتية ... إلخ.

ثانياً : مفهوم المقطع والإطار والحزمة

هناك مهمتان أساسيتان تعملان على تأكيد وصول الحزم إلى وجهتها المطلوبة، هاتان المهمتان هما:

1- توجيه الحزمة (Packet Forwarding).

2- تصفية الحزمة (Packet Filtering).

توجيه الحزمة: نقل الحزم بين المكونات المختلفة للشبكة، فبقراءة المعلومات في رأس الحزمة يتم توجيه الحزمة إلى مكون الشبكة الأنسب الذي يقوم بدوره بإيصال الحزمة إلى وجهتها مستخدماً أقصر الطرق.

تصفية الحزمة: هي القرار الذي يتخذه الحاسوب إما بالتقاط الحزمة أو تركها تتابع طريقها، ويتم ذلك باختبار عنوان المستقبل في الحزمة، فإن كان مطابقاً لعنوان الحاسوب الذي مرت عليه الحزمة فإنه يقوم بالتقاطها ونسخ محتواها، وإلا فإنه يقوم ببساطة بإهمالها.

ثانياً : مفهوم المقطع والإطار والحزمة

تعتمد البنية الأساسية للإطار على البروتوكول المستخدم بين الأجهزة المتصلة فيما بينها، لكن وبشكل عام، هناك أموراً مشتركة بين مختلف الأطر هي:

1- عنوان الحاسوب المرسل (Source Address).

2- عنوان الحاسوب المستقبل (Destination Address).

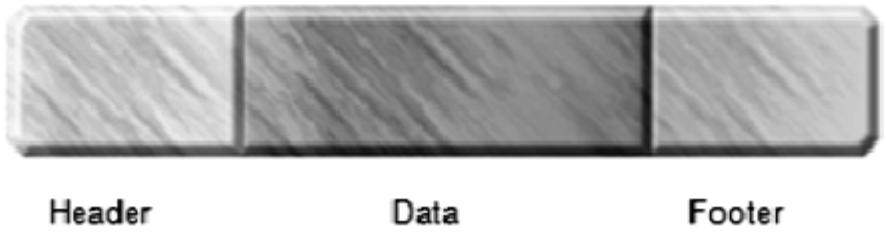
3 - البيانات المرسلة (Transmitted Data).

تتوزع مكونات الإطار على ثلاثة أقسام موضحة بالشكل (1.2) وهي:

1- المقدمة (Header)، وتسمى أيضاً بالرأس أو الترويسة.

2- البيانات (Data).

3- المؤخرة (Footer)، وتسمى أيضاً بالذيل (Trailer).



ثانياً : مفهوم المقطع والإطار والحزمة

يتكون الرأس من:

1- إشاره تنبيه تبين أنه يتم إرسال الإطار.

2- عنوان المرسل.

3- عنوان المستقبل.

يتكون قسم البيانات من المعلومات التي يتم إرسالها، والتي يتراوح مقدارها بين 512 بايت و4 كيلو بايت.

ثانياً : مفهوم المقطع والإطار والحزمة

مفهوم CRC

يعتمد المحتوى الأساسي لقسم الذيل كثيراً على البروتوكول المستخدم في الإرسال، وهو عادةً يحتوي على مكون للتحقق من وجود أخطاء يسمى بالفحص المتكرر بصورة دورية (Cyclical Redundancy Check: CRC). يعرّف CRC على أنه رقم يولّد من قبل الحاسوب المرسل باستخدام حسابات رياضية محددة، ومن ثم يقوم بتحميله على الإطار. عندما يصل الإطار إلى وجهته، يتم إعادة إجراء هذه الحسابات، فإذا تطابقت نتيجة حسابات الحاسوب المرسل مع نتيجة حسابات الحاسوب المستقبل، فهذا يعني أن البيانات قد أُرسلت دون أخطاء، أما إذا اختلفت النتيجة فيدل ذلك على أن البيانات لم تصل سليمةً ولا بد من إعادة إرسالها.

ثانياً : مفهوم المقطع والإطار والحزمة

تكون البروتوكولات في الجهاز المرسل مسؤولة عن القيام بالمهام التالية:

1- تقسيم البيانات إلى حزم.

2- إضافة معلومات العنونة إلى الحزم.

3- تحضير البيانات للإرسال.

بينما تقوم البروتوكولات في الجهاز المستقبل بالعمل التالي:

1- التقاط حزم البيانات من وسط الاتصال.

2- إدخال حزم البيانات إلى داخل الحاسوب عبر بطاقة الشبكة.

3- تجميع كل حزم البيانات المرسلة وقراءة معلومات التحكم المضافة إلى هذه الحزم.

4- نسخ البيانات من الحزم إلى ذاكرة مؤقتة لإعادة تجميعها.

5- تمرير البيانات المعاد تجميعها إلى البرامج في صورة مفهومة قابلة للاستخدام.

ملاحظة:

يطلق على حركة البيانات من الشبكة المصدر إلى الشبكة الوجهة عبر عدة مسارات اسم التوجيه (Routing).

ثالياً: Open System Interconnection OSI

الفوائد من دراسة الشبكات على شكل طبقات كثيرة، منها:

1- معرفة وظيفة كل طبقة، وبالتالي في حال حدوث أية مشكلة بالاتصال يتم التوجه مباشرة إلى البروتوكولات المسؤولة عن هذه الطبقة.

2- السهولة في التدريس والتدريب على الشبكات.

3- أي تغير بأي طبقة لا يؤثر على الطبقات الأخـــرى.

طبقات النموذج المرجعي لربط الأنظمة المفتوحة OSI

ثالثاً: Open System Interconnection OSI

فقد قسّم النموذج OSI وظائف شبكات الحاسوب إلى سبع طبقات هي على

1- الطبقة الفيزيائية (Physical Layer).

2- طبقة ربط البيانات (Data Link Layer).

3- طبقة الشبكة (Network Layer).

4- طبقة النقل (Transport Layer).

5- طبقة الجلسة (Session Layer).

6- طبقة التمثيل (Presentation Layer).

7- طبقة التطبيق (Application Layer).

تُقدم كل طبقة خدمة للطبقات الأعلى منها، بينما تستفيد من خدمات الطبقات الأسفل منها. فمثلاً، طبقة الشبكة تتصل مع طبقة النقل وتستخدم خدمات طبقة ربط البيانات والطبقة الفيزيائية.

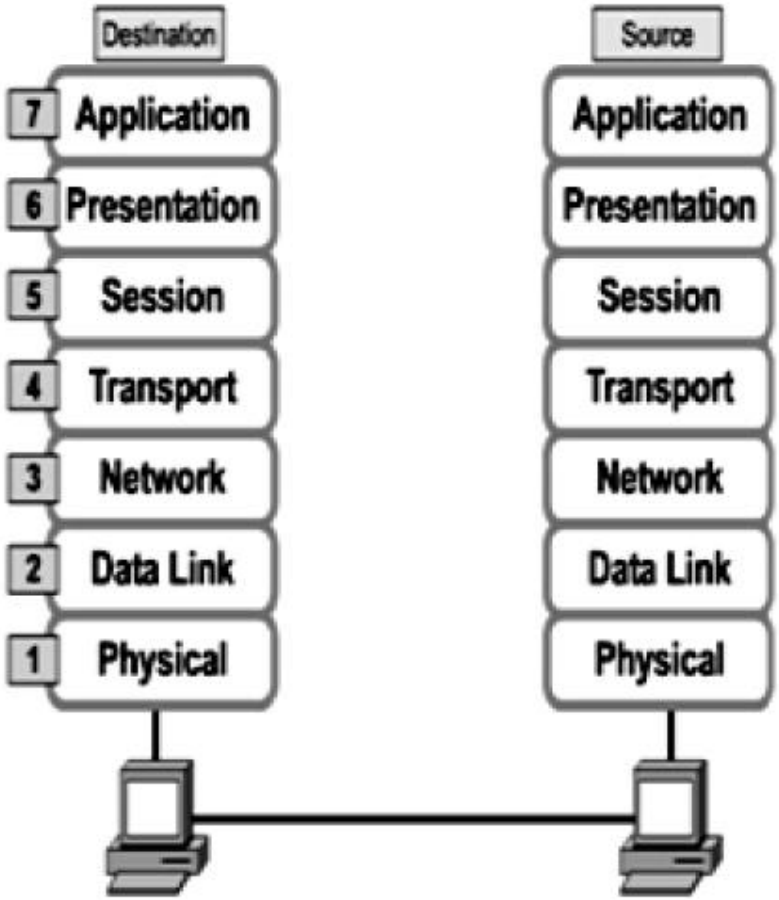
ثالياً: Open System Interconnection OSI

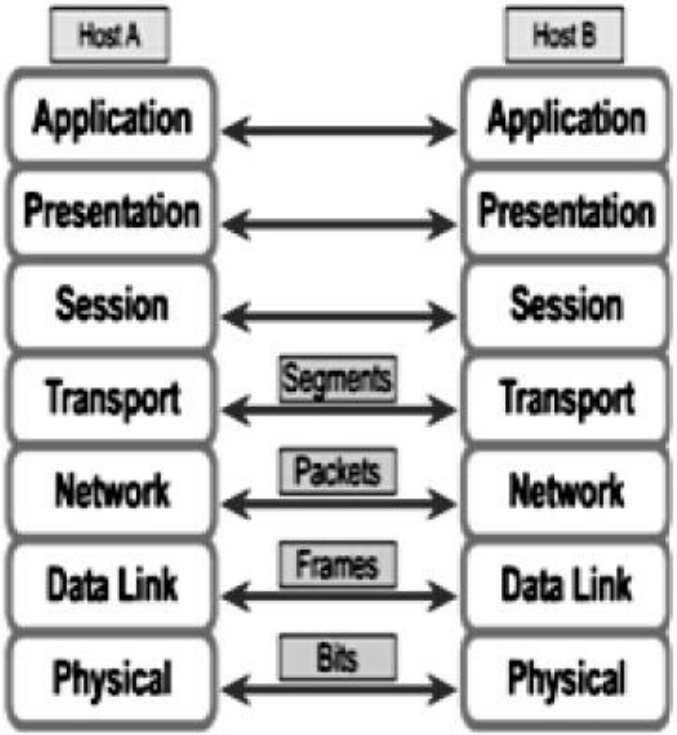
الطبقات الثلاث السفلى مخصصة لنقل البيانات وتبادلها بين الشبكات المختلفة، أما الطبقات الثلاث العليا فهي مخصصة لتطبيقات المستخدم وبرامجه، بينما تعمل الطبقة الوسطى كواجهة بين الطبقات السفلى والعليا. بشكل عام، كلما ارتفعت الطبقة كلما زاد تعقيد مهامها والعكس صحيح. يفصل بين كل طبقة وأخرى في OSI فاصل يسمى واجهة ربط (Interface) هو المسؤول عن تمرير البيانات بين الطبقات.

ثالياً: Open System Interconnection OSI

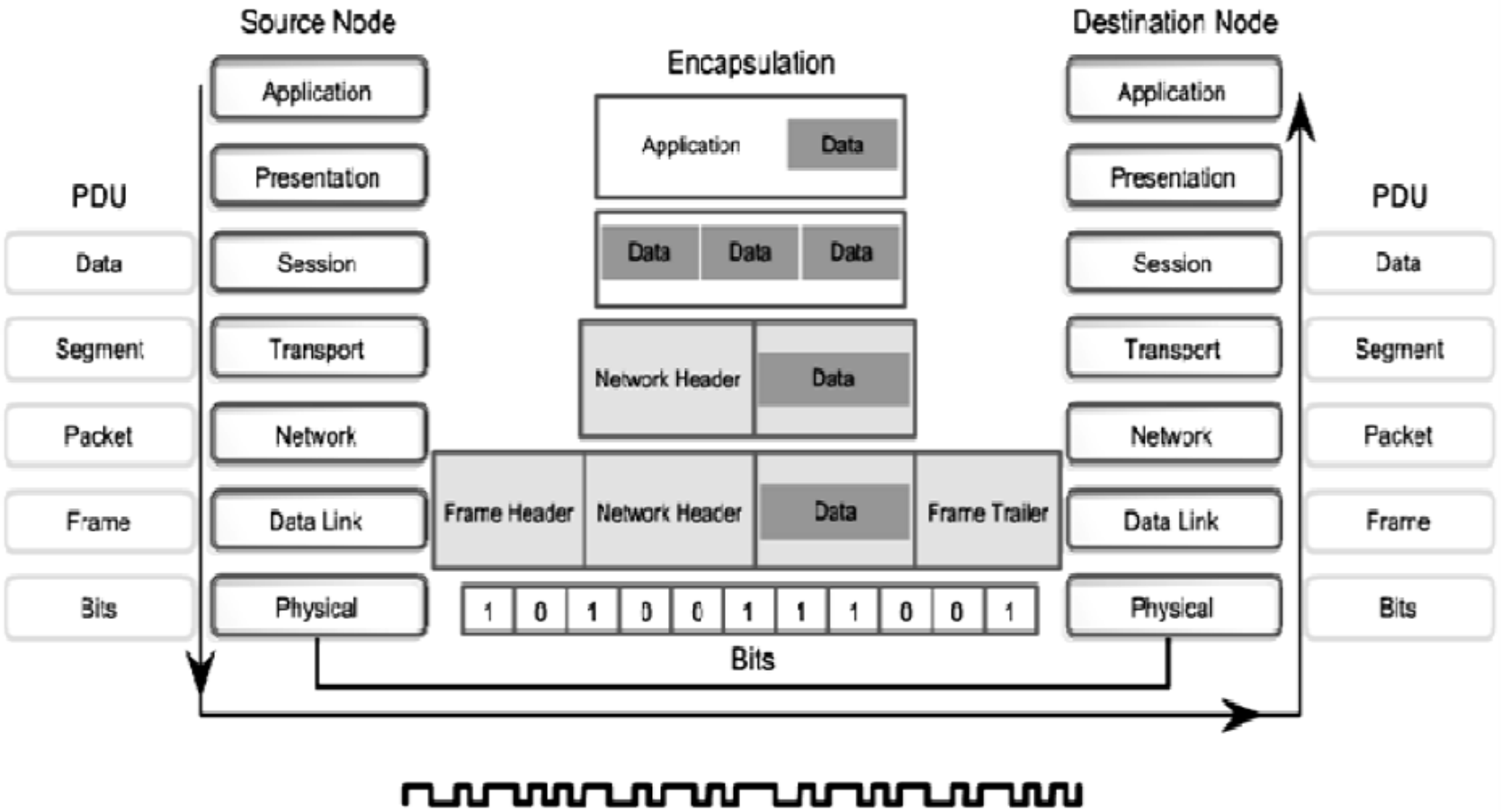
هذا الاتصال لا يكون فعلياَ بل ظاهرياَ أو منطقياَ. وتتم عملية الاتصال بين الجهازين كمايلي: يتم إدخال البيانات المطلوب إرسالها بوساطة التطبيقات، وتنتقل هذه البيانات لتتم ترجمتها بالمرور على كل طبقات الجهاز المرسل ابتداءً بطبقة التطبيق وانتهاءً بالطبقة الفيزيائية، حيث تكون البيانات قد تحولت إلى بتات جاهزة للنقل عبر الأسلاك بعد أن تضيف كل طبقة معلومات خاصة إلى البيانات التي يرغب في إرسالها، وتسمى هذه العملية التغليف (Encapsulation)، وعند وصولها إلى الجهاز المستقبل تمر البيانات بطبقات OSI بشكل معكوس ابتداءً بالطبقة الفيزيائية وانتهاءً بطبقة التطبيق في عملية تسمى فك التغليف (De-Encapsulation) وتكون البيانات الناتجة هي ما يراه المستخدم المستقبل على جهازه.

Open System Interconnection OSI ثالياً:



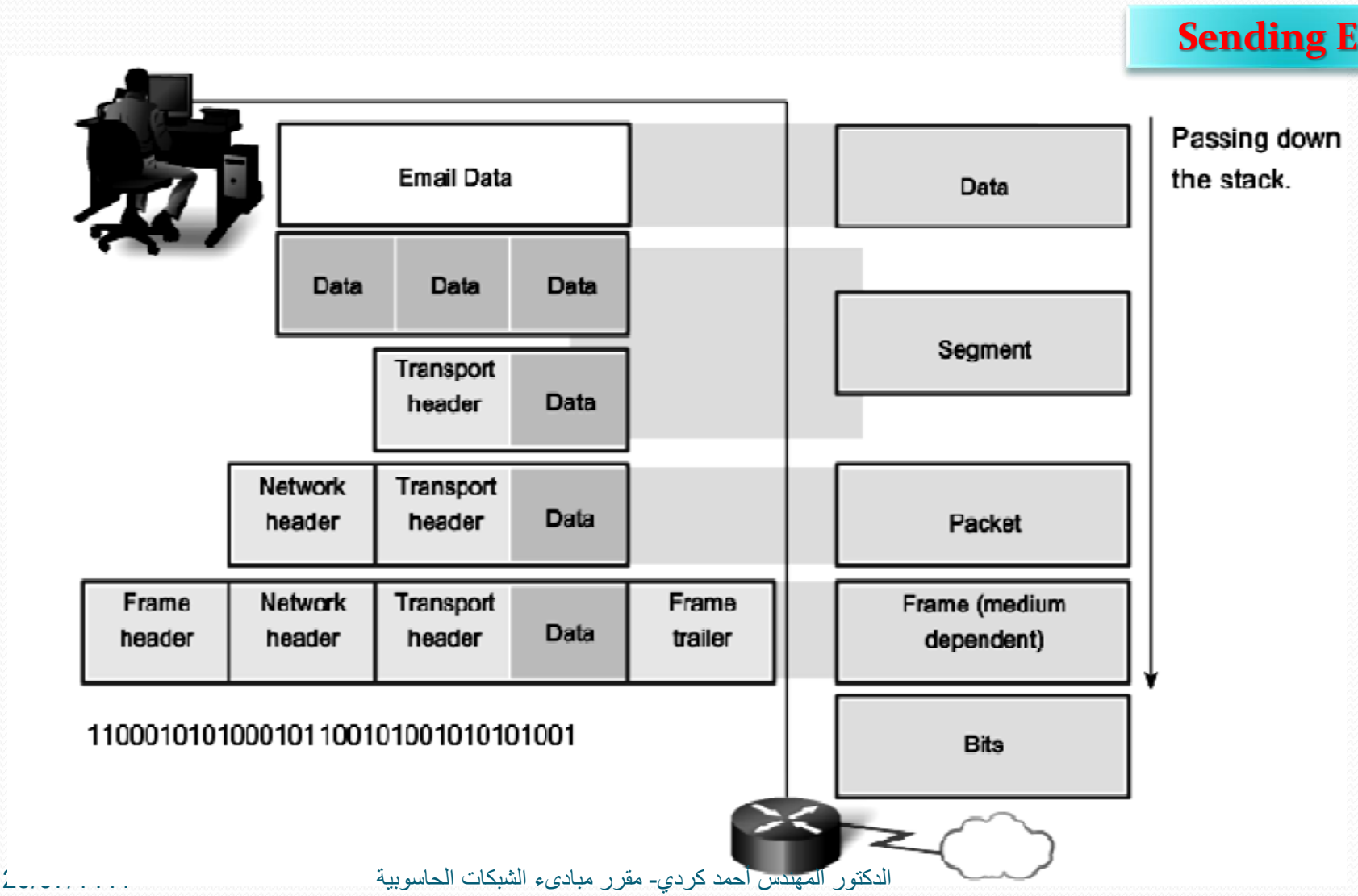


Open System Interconnection OSI ثالياً:



PDU: Protocol Data Unit=
header + Trailer

Open System Interconnection OSI ثالياً:



ثالياً: Open System Interconnection OSI

نموذج OSI	الطبقة	الوصف
طبقة التطبيق	7	مسؤولة عن خدمات الشبكة الخاصة بالتطبيقات.
طبقة التقديم	6	تقوم بتحويل تنسيقات البيانات لتوفير واجهة قياسية لطبقة التطبيق.
طبقة الجلسة	5	تقوم بتأسيس الاتصالات بين التطبيق المحلي والبعد وإدارتها وإنهائها.
طبقة النقل	4	تقوم بتوفير النقل والتحكم في التدفق.
طبقة الشبكة	3	مسؤولة عن العناوين المنطقية ومجال التوجيه.
طبقة ربط البيانات	2	تقوم بتوفير العنونة المادية وإجراءات الوصول إلى الوسائط.
الطبقة المادية	1	تقوم بتعريف كافة المواصفات الكهربائية والمادية الخاصة بالأجهزة.

ثالياً: Open System Interconnection OSI

طبقة التطبيق (Application Layer):

❖تقوم بتحديد البروتوكول المسؤول عن عملية الأرسال والاستقبال.

فمثلاً، برنامج مستكشف الانترنت (Internet Explorer) الـــذي يـــدعم بروتوكول نقل النص المتشعب (Hypertext Transfer Protocol: HTTP) هو المسؤول عن نقل صفحات الانترنت، وبروتوكول نقل الملفـــات (File Transfer Protocol: FTP). وهنا يكمن دور هذه الطبقة فى جعل برنامج الاتصال يختار البروتوكول المناسب

ثالياً: Open System Interconnection OSI

طبقة التمثيل (Presentation Layer):

تسمى أيضاً طبقة التقديم. بعد وصول البيانات إلى الطبقة السادسة تقوم هذه الطبقة باختيار صيغ التشفير المناسبة التي تستخدم لتشفير البيانات المرسلة، وذلك بناءً على البروتوكول الذي تم اعتماده في طبقة التطبيق، فمثلاً، إذا تم اختيار البروتوكول FTP، فإن صيغ التشفير يمكن أن تكون ASCII أو Binary. كما يمكن أن تقوم هذه الطبقة بعمليات الضغط عند طلب ذلك.

ثالياً: Open System Interconnection OSI

طبقة الجلسة (Session Layer):

تقوم بتأسيس الاتصال بين التطبيقات المستخدمة في عملية الاتصال على كلا الجهازين، وبعد الاتصال تقوم بإدارة هذا الاتصال فيما إذا كانت البيانات سيتم إرسالها باتجاهين أو اتجاه واحد، ثم تقوم أخيراً بقطع الاتصال.

ثالياً: Open System Interconnection OSI

طبقة النقل (Transport Layer):

تقوم هذه الطبقة بشكل عام بتقسيم البيانات القادمة من الطبقات العليا التي تكون على شكل كتل ضخمة من البيانات إلى أجزاء صغيرة يسمى كل منها مقطع. يعتمد حجم المقطع على نوع البروتوكول المستخدم في الطبقة الثانية، ومن الممكن أن تقوم هذه الطبقة بوظائف ترقيم المقاطع لضمان وصولها بشكل متسلسل، والتأكد من وصول البيانات. كما تضيف هذه الطبقة مقدمة لكل مقطع يتعرف من خلالها الجهاز المستقبل على البروتوكول الذي تم استخدامه في الجهاز المرسل، وكذلك التعرف على بعض متغيرات الاتصال التي سنتعرف عليها لاحقاً.

ثالياً: Open System Interconnection OSI

طبقة الشبكة (Network Layer):

تقوم هذه الطبقة بوظيفتين رئيستين:

1- إضافة مقدمة للمقاطع التي وصلت من الطبقة الأعلى، ويسمى المقطع بعد إضافة المقدمة "الرزمة". تحتوي هذه المقدمة على عنوان منطقي للجهاز المرسل وعنوان منطقي للجهاز المستقبل، وهذه العناوين متغيرة من قبل المستخدم.

2- إرسال البيانات على المسارات الأفضل من المرسل إلى المستقبل، وذلك في حال وجود أكثر من مسار، وهذا ما يعرف بالتوجيه.

ثالياً: Open System Interconnection OSI

طبقة ربط البيانات (Data Link Layer):

بعد وصول البيانات من الطبقة الثالثة، تقوم الطبقة الثانية بإضافة مقدمة وذيل لرزمة البيانات، ليصبح اسمها إطاراً. تحوي المقدمة على عناوين فيزيائية للجهاز المرسل والمستقبل وهي غير قابلة للتغيير، كما يتم في المقدمة تحديد بروتوكول الطبقة الثالثة، أما الذيل فيسمى الكشف عن الخطأ المتكرر بصورة دورية (CRC)، أو ما يسمى تسلسل فحص الإطار (Frame Check Sequence: FCS). يحوي هذا الحقل قيمة حسابية يجريها الجهاز المرسل، ثم يقوم الجهاز المستقبل لحظة استلام الإطار بفحص هذه القيمة، فإذا كانت متطابقة دلّ ذلك على وصول الإطار بشكل سليم، أما إذا وجد اختلاف فيتم إهمال الإطار

ثالياً: Open System Interconnection OSI

الطبقة الفيزيائية (Physical Layer):

تستقبل هذه الطبقة البيانات على شكل أصفار وواحدات، ثم تقوم بتحويلها إلى إشارات كهربائية إذا كان وسط النقل كبلات نحاسية، أو إلى إشارات ضوئية إذا كان وسط النقل ليفاً ضوئياً، أو إلى إشارات كهرومغناطيسية إذا كان وسط النقل لاسلكياً. تجدر الإشارة إلى أن هذه الطبقة تلتزم أثناء الإرسال بالقواعد التي حددتها الطبقة الثانية.

تسمى المعلومات المراد إرسالها بالطبقات السابعة والسادسة والخامسة بالبيانات (Data)، وبالطبقة الرابعة بالمقاطع (Segments)، وبالطبقة الثالثة بالحزم (Packets)، وبالطبقة الثانية بالأطر (Frames)، وبالطبقة الأولى بالخانات الثنائية (Bits).

ثالثاً: نموذج بروتوكول التحكم بالارسال/ بروتوكول الانترنت TCP/IP.

يتكون من طبقات تقوم بالمهام اللازمة لتجهيز البيانات لإرسالها عبـــر الشـــبكة

نموذج TCP/IP	الطبقة	الوصف
طبقة التطبيق	4	حيث تعمل البروتوكولات عالية المستوى مثل SMTP و FTP.
طبقة النقل	3	حيث توجد بروتوكولات التحكم في التدفق والاتصال.
طبقة الإنترنت	2	حيث تجري عنونة وتوجيه IP.
طبقة الوصول إلى الشبكة	1	حيث توجد عنونة MAC والمكونات المادية للشبكة.

ثالثاً: نموذج بروتوكول التحكم بالارسال/ بروتوكول الانترنت TCP/IP.

تبدأ الرسالة من الطبقة العليا، وهي طبقة التطبيق ثم تنتقل عبر طبقات TCP/IP لتصل إلى الطبقة السفلية، وهي طبقة الوصول إلى الشبكة. يتم إضافة معلومات الرأس إلى الرسالة أثناء مرورها عبر كل طبقة ثم ترسل. وبعد الوصول إلى الوجهة، تنتقل الرسالة مجدداً عبر كل طبقة من طبقات نموذج TCP/IP، وتتم إزالة معلومات الرأس المضافة إلى الرسالة أثناء انتقال هذه الرسالة عبر الطبقات نحو وجهتها.

ثالثاً: نموذج بروتوكول التحكم بالارسال/ بروتوكول الانترنت TCP/IP.

طبقة التطبيق (Application Layer):

توفر خدمات الشبكة لتطبيقات المستخدمين مثل برامج استعراض الويب والبريد الإلكتروني.

طبقة النقل (Transport Layer):

توفر إدارة متكاملة للبيانات، وتعتبر إحدى وظائفها تقسيم البيانات إلى مقاطع يمكن إدارتها عبر الشبكة بمزيد من السهولة.

ثالثاً: نموذج بروتوكول التحكم بالارسال/ بروتوكول الانترنت TCP/IP.

طبقة الإنترنت (Internet Layer):

وهي الطبقة الثالثة من قمة نموذج TCP/IP، وتُستخدم لتوفير فاعلية الاتصالات بين المضيفين في الشبكة.

طبقة الوصول إلى الشبكة (Network Access Layer):

تصف المعايير التي يستخدمها المضيفون للوصول إلى الوسائط المادية، كمعايير IEEE 802.3 Ethernet وتقنياتها.

ثالثاً: نموذج بروتوكول التحكم بالارسال/ بروتوكول الانترنت TCP/IP.

أهم مميزات باقة بروتوكولات TCP/IP الموثوقية والانتشار، وهي توفر أيضاً:

1- الوصول إلى شبكة الإنترنت العالمية.

2- الوصول إلى شبكة الإنترانت.

3- دعم توجيه حزم البيانات.

4- توفير القابلية للاتصال لأنظمة التشغيل والأجهزة المختلفة.

5- الدعم والتفاهم مع غيره من البروتوكولات.

ثالثاً: نموذج بروتوكول التحكم بالارسال/ بروتوكول الانترنت TCP/IP.

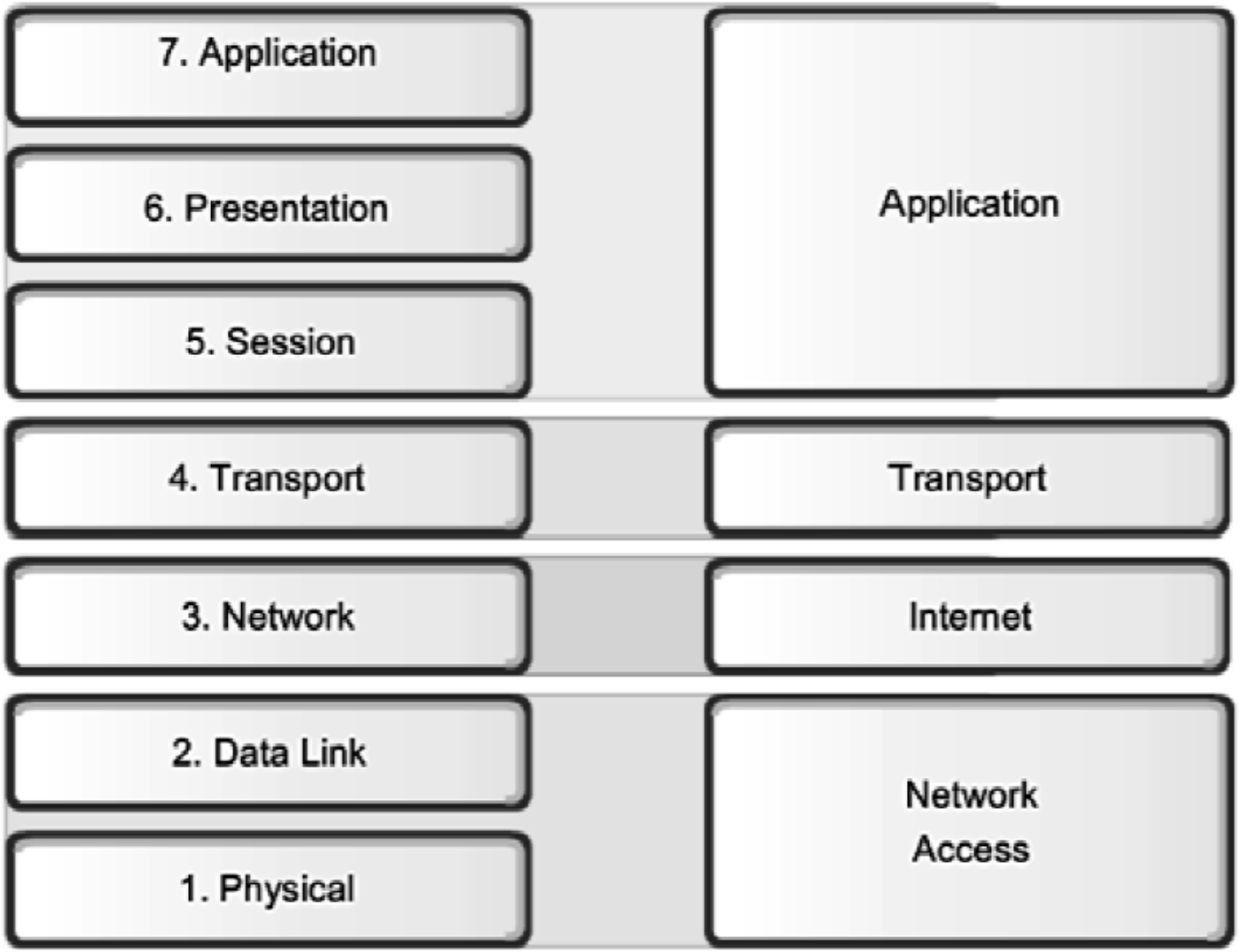
أما العيوب الأساسية لحزمة TCP/IP فتتمثل بالأمرين التاليين:

1- حجم الحزمة الكبير وتعقيدها، وهذا ما سنراه لاحقاً عند دراسة طبقة النقل.

2- السرعة المتواضعة.

وهاتان المشكلتان أصبحتا أقل تأثيراً مع التطور الذي حصل في أنظمة التشغيل

ثالثاً: نموذج بروتوكول التحكم بالارسال/ بروتوكول الانترنت TCP/IP.



رابعاً: بروتوكولات شائعة

بروتوكول نقل الملفات (Files Transfer Protocol: FTP): من بروتوكلات طبقة التطبيق، وهو المسؤول عن نسخ الملفات بين جهاز وآخر على الشبكة، إذ يسمح بالأمور التالية:

1- الدخول إلى جهاز آخر عن بعد.

2- التنقل بين المجلدات.

3- تنفيذ الأوامر وتشغيلها.

4- معالجة الملفات.

رابعاً: بروتوكولات شائعة

بروتوكول نقل البريد البسيط (Simple Mail Transfer Protocol: SMTP):

يعمل في طبقة التطبيق وهو المسؤول عن إرسال البريد الإلكتروني ويستخدم بروتوكولي TCP/IP لتبادل الرسائل.

بروتوكول إدارة الشبكة البسيط (Simple Network Management Protocol: SNMP): من بروتوكلات طبقة التطبيق، وهو مخصص لإدارة البيانات على الشبكة، إذ يقوم بجمع معلومات الإدارة من كل جهاز متصل بالشبكة ويستقبل التقارير عن حدوث مشاكل أو أخطاء على الشبكة أيضاً.

رابعاً: بروتوكولات شائعة

بروتوكول التحكم بالإرسال (Transmission Control Protocol: TCP): وهو مخصص للنقل، ويعتبر من البروتوكولات القائمة على الاتصال (Connection-Oriented)، كما يدعم الاتصال كامل الازدواجية (Full-duplex)، ويؤمّن تحكماً بتدفق البيانات. يعتبر بروتوكول TCP بطيئاً في عمله.

بروتوكول مخطط بيانات المستخدم (User Datagram Protocol: UDP): يوفر خدمة سريعة وعديمة الاتصال (Connectionless) لتنفيذ وظائف بروتوكول TCP نفسها لكن بشكل أسرع. سيتم التعرف بشيء من التفصيل في الفصل السادس على البروتوكلات عديمة الاتصال والقائمة على الاتصال.

رابعاً: بروتوكولات شائعة

خدمة اسم المجال (Domain Name Service: DNS): هي نظام يُستخدم لترجمة أسماء النطاقات وعُقد الشبكة الخاصة بها[6] إلى عناوين IP. تعمل DNS كخدمة مقدمة من طبقة الشبكة.

بروتوكول الإنترنت (Internet Protocol: IP): هو من بروتوكولات طبقة الشبكة. يوفر هذا البروتوكول تسليم البيانات بالطريقة عديمة الاتصال. إذ تسلك حزم البيانات مسارات مختلفة بين الحاسوب المرسل والمستقبل في شبكة الإنترنت، وعند وصول الحزم إلى وجهتها فإن بروتوكول IP هو المسؤول عن إعادة ترتيب الحزم وتجميعها للحصول على البيانات الأصلية.

رابعاً: بروتوكولات شائعة

بروتوكول رسائل التحكم بالانترنت (Internet Control Message Protocol: ICMP): في الطبقة نفسها مع بروتوكول IP في باقة بروتوكولات TCP/IP، نجد أن هناك بروتوكولاً مكملاً لعمله وهو بروتوكول ICMP. من المعلوم أن بروتوكول IP هو عديم الاتصال، أي أنه إذا حصلت أي مشكلات في الإرسال فلا يوجد أي طريقة لبروتوكول IP للتعرف على هذه المشكلات أو حلها، وهنا يأتي دور ICMP. فإذا افترضنا أن حزمة بروتوكول IP قد تم عنونتها بشكل خاطئ وأرسلت لوجهة خاطئة، فإن دور بروتوكول ICMP يتمثل بإصدار تقرير عن المشكلة وتوجيهها للبرنامج الشبكي لحل هذه المشكلة، لهذا نجد أن عمل بروتوكول ICMP يزيد من موثوقية عمل بروتوكول IP في إرسال البيانات.

يوجد العديد من الاستخدامات المختلفة لبروتوكول ICMP، مثل الإعلان عن أخطاء الشبكة وكذلك الإعلان عن ازدحام الشبكة واستكشاف الأخطاء وإصلاحها.