

مبادئ عمل الحواسيب

جامعة دمشق
مركز الكتب والمطبوعات
المكتبة

الدكتور

راكان رزوق

الدكتور

مسروان زبيبي

الدكتور

محسن حسين

الدكتورة

مسادلين عبود

جامعة دمشق
Damascus University



مقدمة

درج العاملون في المعلوماتية على تعريف المعلوماتية بأنها العلم الذي يهتم بجمع المعلومات وتخزينها ومعالجتها وعرضها وتبادلها. وقد أضحت الحاسوب من أهم الأدوات التي تستخدم في تحقيق هذه الوظائف لما يوفره من قدرات عالية للتخزين ومعالجة المعلومات.

لقد تطورت علوم المعلوماتية، وتعددت، واختص كل منها بأحد مجالات تطبيق المعلوماتية، أو بتطوير الحواسيب والأجهزة الملحقة بها.

يضم الحاسوب نوعين من المكونات: مكونات مادية وبرمجيات. ويعتبر فهم مبادئ عمل هذه المكونات، وتضافرها لأداء المهام الموكلة إليها ضمن تناسق دقيق، من أهم الركائز التي تستند إليها علوم المعلوماتية العديدة.

يهدف هذا الكتاب إلى تقديم شرح مبسط لمكونات عمل الحواسيب، دون الخوض في كثير من التفاصيل المتعلقة بطريقة تحقيق بعض المكونات، والتي نتركها لمادة فيزياء الحواسيب. وقد اتبعنا في عرض هذا الموضوع منهجاً ينتقل بالقارئ تدريجياً من المفاهيم العامة إلى المواضيع التفصيلية.

يعرض الفصل الأول بنية الحاسوب العامة، وطريقة عمل مكوناته الأساسية. ويتضمن أيضاً عرضاً لأنواع الحواسيب وتطورها. يركز هذا الفصل الاهتمام في الأعمال، والاختراعات، والأبحاث التي سبقت اختراع الحاسوب، والتي كان لها أثر واضح في إرساء المبادئ الأساسية التي اعتمد عليها اختراع الحواسيب الأولى، ويعرض أهم التطورات في مجال المعلوماتية خلال العقود الخمسة الماضية وما رافقها من تطوير لأجيال الحواسيب.

كُرس الفصل الثاني شرح مبدأ هام من مبادئ عمل الحواسيب وهو ترميز المعلومات الرقمي. يعرض هذا الفصل الطرائق المتبعة في ترميز الأنواع المختلفة من المعلومات التي يخزنها الحاسوب ومعالجتها كالأعداد، والنصوص، والصور،

والأصوات: يركز هذا الفصل الاهتمام في نظام العد الثنائي، وأنظمة العد الأخرى المشتقة منه، وبين طريقة إجراء العمليات الحسابية فيه، ويمهد بذلك للفصل الثالث الذي يعالج مكونات الحاسوب المادية، فيعرض البنية الأساسية التي يجب أن تتوفر في أي نظام حسابي، ثم ينتقل إلى شرح مبدأ عمل مكونات الحاسوب المادية بشيء من التفصيل.

يكمل الفصل الرابع ما شُرح في الفصل الثالث، فيعرض مبدأ عمل أهم الأجهزة الملحقة بالحاسوب، والتي تُسمى محيطات الحاسوب، كالطابعة، والراسمة، والماسح الضوئي، والموديم.

يبحث الفصل الخامس المكونات البرمجية للحواسيب فيبين أهمية البرمجيات، ومبدأ عملها، وأنواع لغات البرمجة. يُبرز هذا الفصل أهم وظائف نظام التشغيل، ويصف بعض التفصيل إحدى وظائفه الهامة وهي تنظيم خزن المعطيات ونظام الملفات.

ونظراً إلى التطور المتسارع في الشبكات وتأثيرها في عمل الحواسيب، فقد كُرس الفصل الأخير من هذا الكتاب لشرح أهمية الشبكات المعلوماتية وفوائدها ومبادئ عملها.

يُعتبر علم المعلوماتية من أسرع العلوم تطوراً، لذلك فقد تطلب إعداد هذا الكتاب العودة إلى العديد من المصادر لاستيفان دقة وحدثة ما يحويه من معلومات.

إننا إذ نضع هذا الكتاب بين أيدي طلابنا الأعزاء، تمنى أن يسهم عملنا المتواضع هذا في دعم مسيرة المعلوماتية في التعليم العالي، ونأمل من طلابنا وزملائنا ألا يخلوا علينا بملاحظاتكم التي سنوليها كل اهتمام وتقدير وسنستفيد منها في تطوير هذا الكتاب. والله من وراء القصد.

دمشق في 26 أيلول 1998

المؤلفون

الفصل الأول

بنية الحاسوب الأساسية ومبدأ عمله

مقدمة

حاول الإنسان، منذ بداية أولى أشكال الحضارة، السيطرة على الطبيعة لتسخيرها لخدمته. فسخر في البداية الكائنات الأخرى، ثم اخترع الآلة لتساعده في أعماله أو لتحل محله. ولم تتوقف رغبته في تحسين وسائل السيطرة على الطبيعة والحصول على المزيد من الرفاهية. فالآلات تتطور بسرعة، مُتَقِنَة عملها أكثر فأكثر وبكلفة أقل. وهو يريد أن تعمل بلا توقف أو استراحة، وبلا خطأ بالطبع.

لذا كان لا بد من وسيلة تحل مكان الإنسان الذي يدير الآلة ليراقب عملها ويعطيها الأوامر المناسبة. قد تكون هذه الآلة آلة إنتاج في مصنع، أو فارزة ميكانيكية، أو جهاز تحليل في مختبر طبي، أو منظراً موجهاً نحو السماء لسيرها أو طائرة تحلق في السماء وتتحل بين البلدان.

على هذه الوسيلة أن تحل مكانه، لا في تعامله مع الآلة فقط، وإنما مع الوسط الذي توجد فيه هذه الآلة مع كل ما ينطوي عليه ذلك من حاجة إلى إجراء حسابات قد تكون معقدة، أو إلى اتخاذ قرار في ضوء معطيات اللحظة. أي إن على هذه الوسيلة أن تحاكي الجانب الذهني من الإنسان في تعامله مع بيئة العمل ولا يطلب منها، على الأقل حتى الآن، أن تشابه الإنسان في انفعالاته وتأثره العاطفي وتأثير ذلك في قراراته.

هذه الوسيلة هي ما سميت خطأً بالحاسوب Computer. ذلك أن هذه الكلمة Computer تشير إلى أن وظيفته هي الحساب. ولكن الأمر ليس كذلك الآن، ولو أن الحساب، والحساب فقط، كان هو المطلوب من أول أجيال هذه الوسيلة.

لقد كان اختراع الحاسوب الإلكتروني في نهاية العقد الخامس من هذا القرن، وما تلا ذلك تطورات في علم المعلوماتية، وهو العلم الذي يهتم بجمع المعلومات وتخزينها ومعالجتها، نقطة

تحول في تاريخ البشرية وأنماط النشاط الإنساني. وتجاوزت تأثيرات المعلوماتية مجالات العلوم لتشمل النشاط الاقتصادي بجميع أنواعه، والحياة الاجتماعية والثقافية. وما انفك العاملون في المعلوماتية يحاولون زيادة قدرات الحاسوب ليحاكي الدماغ الإنساني، على الأقل فيما يتعلق بالعمليات الفكرية الرياضية والهندسية. إذ يصعب علينا تخيل حاسوب يبدع روايات ومقطوعات موسيقية، ويقرض الشعر، ويخوض في النظريات الفلسفية أو الاجتماعية.

إن ما يقوم به الحاسوب هو مساعدة الإنسان في عملياته الفكرية بفضل قدرته الفائقة في إجراء العمليات المنطقية والحسابية الأساسية.

1- تعريف الحاسوب

الحاسوب جهاز إلكتروني لديه القدرة على استقبال البيانات أو المعطيات (المدخلات) وتخزينها داخلياً ومعالجتها (أي إجراء العمليات الحسابية المنطقية عليها) بطريقة ذاتية بواسطة برامج مكونة من تعليمات للحصول على النتائج المطلوبة (المخرجات).

من هذا التعريف المبسط للحاسوب نميز الخصائص التالية التي تميزه من غيره من الآلات:

- الحاسوب جهاز إلكتروني، أي إنه يتألف من عناصر إلكترونية تقوم بالمهام الموكلة إليه. انطلاقاً من ذلك لا يمكن اعتبار آلات وأدوات الحساب الميكانيكية حواسيب.
- الحاسوب آلة رقمية أي إنه يتعامل مع أرقام فقط ولا بد من تحويل المدخلات على أنواعها المختلفة (نصوص، أعداد، صور،... الخ) إلى أرقام ليتمكن من معالجتها. وسنرى في الفصل الثاني كيف يجري ترميز هذه المعطيات باستعمال طرائق تتوافق مع عمل الدارات الإلكترونية التي تكون الحاسوب.
- يقوم الحاسوب بتنفيذ برامج يجري تخزينها داخله. وهو بذلك يختلف عن كل الآلات المبرمجة التي نستخدمها في حياتنا اليومية كالأدوات الكهربائية المنزلية التي تنفذ مجموعة محدودة من البرامج المخزنة فيها، ولا يمكن للمستخدم تعديل هذه البرامج أو إضافة برامج جديدة إليها.

- الحاسوب آلة غير متخصصة في وظيفة معينة وإنما تتحدد وظيفته بالبرنامج الذي يُنفّذه، ثم إن إمكانيات برمجته غير محدودة فيمكن أن يؤدي أي مهمة إذا زوّد بالبرنامج المناسب لأداء هذه المهمة.

2- بنية الحاسوب العامة

لتبسيط شرح مكونات العمل في الحاسوب وفق ما ورد في التعريف السابق، سنعرض مثلاً لمسألة بسيطة نودّ حلها باستخدام الحاسوب، وسنبين أثناء استعراض الحل، المكونات الأساسية الواجب توفرها في أي حاسوب.

لنفترض أننا نريد حساب وسطي مجموعة من الأعداد تمثل علامات طلاب صف معين. فإذا أردنا أن نطلب من أحد أصدقائنا المساعدة في إجراء هذه العملية لأنه ليس لدينا الوقت الكافي، فإننا نقوم بمايلي :

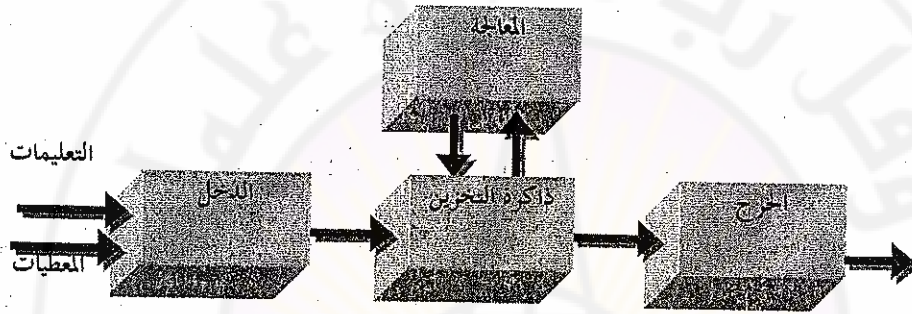
1. نخبر الصديق الذي تطوع لمساعدتنا في الحساب أننا نريد حساب الوسطي ونزوده بقائمة العلامات مدونة في ورقة أو نتلوها عليه فيدونها في ورقة جانبية.
2. يجري هذا الشخص عملية الحساب فيجمع العلامات ويقسم المجموع الناتج على عدد الطلاب فيحصل على الوسطي.
3. أخيراً، يزودنا بالنتائج.

من هذا المثال يتبين أن العملية تجري، من جهة الإنسان، على ثلاث مراحل :

1. تلقّي التعليمات والمعطيات الضرورية لحل المسألة. وهي في هذا المثال طلب حساب الوسطي، وقائمة العلامات على الترتيب.
2. معالجة المعطيات بما يتناسب مع التعليمات المطلوب تنفيذها.
3. إصدار النتائج.

فإذا أردنا استخدام الحاسوب لإجراء هذه العملية، أو : وجب أن تتوفر فيه الإمكانيات اللازمة لتلقي التعليمات والمعطيات، ثم معالجتها وإخراج النتائج (الشكل 1-1).

في مرحلة إدخال التعليمات والمعطيات، ينبغي توفر جهاز خاص (أو عدة أجهزة) نستطيع بواسطته تحويل هذه المعطيات إلى شكل إلكتروني يستطيع الحاسوب التعامل معه. كما ينبغي وجود لغة تخاطب يستطيع بواسطتها مستخدم الحاسوب التعبير عن التعليمات التي يريد أن ينفذها الحاسوب.



الشكل (1-1): المبدأ العام لعمل الحاسوب.

نميز في نظام System الحاسوب بين المكونات المادية أو الأجهزة الفيزيائية المكونة له (أو العتاد) Hardware وبين المكونات البرمجية أي البرامج Software التي ينفذها.

2-1- المكونات المادية

تشارك جميع الحواسيب في التنظيم الأساسي من حيث احتوائها على العناصر الرئيسية التالية:

- وحدة المعالجة المركزية Central processing unit أو اختصاراً CPU

- الذاكرة Memory

- الطرفيات أو وحدات الدخل و الخرج Input/Output Devices

ويمكن اعتبار وحدات التخزين الثانوي (الأقراص الممغنطة) ، التي أصبحت جزءاً لا يتفصم من منظومة الحاسوب، ذاكرة ثانوية دائمة. كما يمكن اعتبارها وحدة دخل وخرج، إذ تُنقل المعلومات بينها وبين الذاكرة الرئيسية.

وحدة المعالجة المركزية

تحتوي وحدة المعالجة المركزية المكونات الضرورية لإنجاز مهام المعالجة وتداول البيانات إضافة إلى رقابة وتوجيه جميع الوحدات والأجهزة الأخرى وتنسيق العمل بينها.

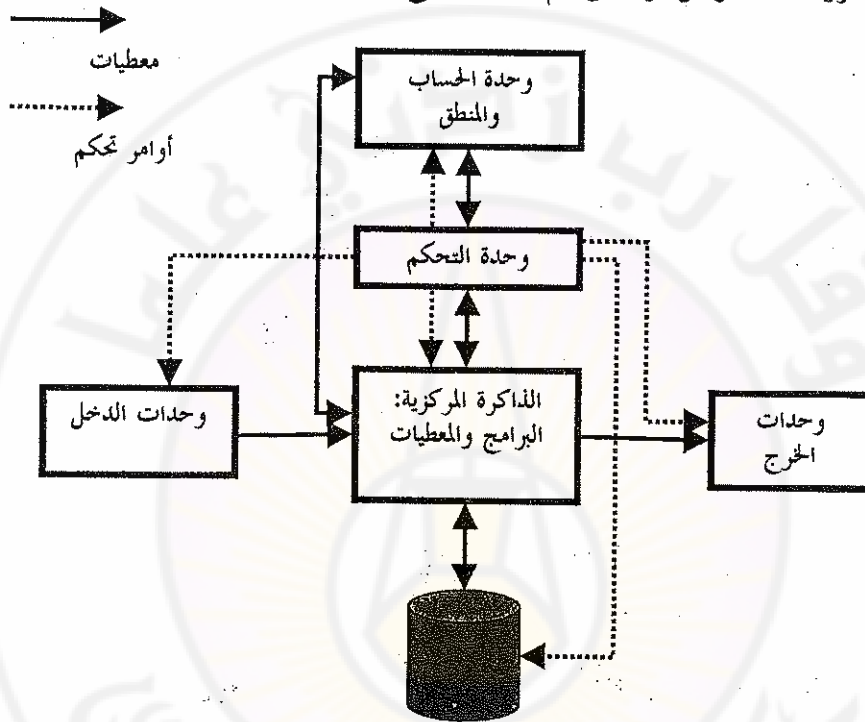
وتتكون وحدة المعالجة المركزية من جزأين رئيسين هما وحدة التحكم **Control Unit** ووحدة الحساب والمنطق **Unit Arithmetic-Logic (ALU)**. وتتعامل هذه الوحدات مع المعلومات (البرامج والمعطيات) المسجلة في الذاكرة المركزية.

تقوم وحدة التحكم بمراقبة وتوجيه جميع الوحدات الأخرى المكونة للحاسوب ، وتحصل على التعليمات من منطقة تخزين البرامج في الذاكرة المركزية، ثم تقوم بتفسير هذه التعليمات، وبعد ذلك تقوم بإرسال توجيهاتها إلى باقي الوحدات لتقوم تلك الوحدات بأداء المهام المكلفة بها.

فمثلاً تقوم وحدة التحكم بتفسير تعليمات البرنامج وإعلام وحدات الإدخال ووحدات التخزين الثانوي، البيانات والتعليمات المراد إدخالها إلى الذاكرة، وإعلام وحدة الحساب والمنطق بمكان توضع المعطيات المراد معالجتها في الذاكرة، وبعمليات المعالجة المراد إجراؤها، وتخزين النتائج التي حُصل عليها من عملية معالجة المعطيات في الذاكرة، وأخيراً تقوم بإرشاد وحدة الإخراج المناسبة لتحويل نتائج معالجة المعلومات إلى صيغة مفهومة وإرسالها إلى إحدى وسائط الخرج المناسبة.

تؤدي وحدة الحساب والمنطق جميع العمليات الحسابية (الجمع، الطرح، الضرب، القسمة)،
وجميع عمليات المقارنة (أكبر من، يساوي، أصغر من).

تنتقل المعطيات من الذاكرة إلى وحدة الحساب والمنطق للمعالجة ، وتعيدها إليها. ويمكن أن
يتكرر ذلك أكثر من مرة حتى يتم إنجاز البرنامج..



الشكل (1-2): المخطط الصندوقي لمكونات الحاسوب

الذاكرة المركزية

وتسمى أيضاً وحدة التخزين الرئيسية Main Storage Unit لأنها مكان تخزين المعلومات
(البرامج والمعطيات) التي تُعالج. الذاكرة الرئيسية هي ذاكرة ذات وصول مباشر، أي إن وحدة
المعالجة المركزية تعطي العنوان فتحصل على المحتوى المخزون. وتنصف هذه الذاكرة بأنها ذاكرة
مؤقتة أي إن انقطاع التغذية الكهربائية عنها يؤدي إلى ضياع المعلومات المخزنة فيها.

الذاكرة الثانوية

هي وحدات التخزين الدائم للمعلومات، ويشبه مبدأ عملها آلية التخزين الدائم على أشرطة الكاسيت وأقراص الأغاني، من حيث احتفاظها بما يسجل عليها حتى بعد انقطاع التغذية الكهربائية عنها. تُستخدم في الحواسيب أنواع عديدة من الذاكر الثانوية سنأتي على ذكرها في الفصل الثالث.

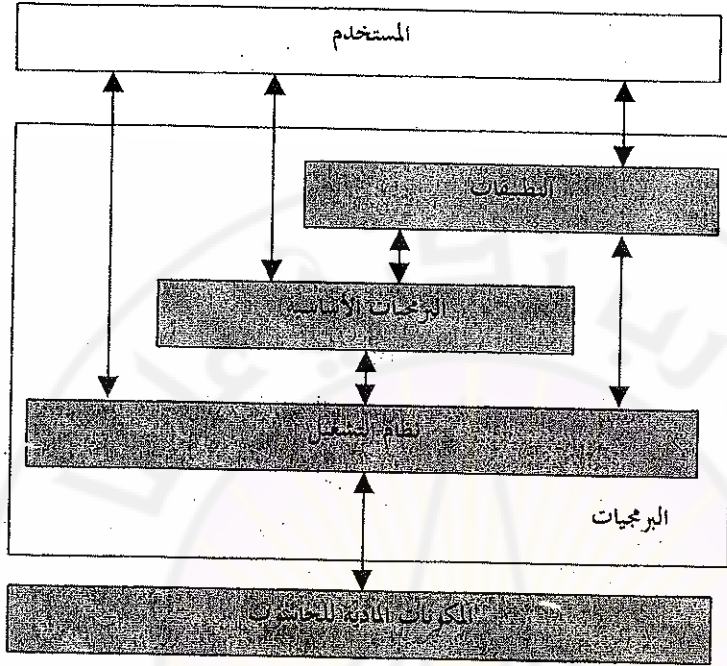
وحدات الدخل والخرج

لا يستطيع الحاسوب الاتصال بالعالم الخارجي، لإظهار معلوماته بطريقة مفهومة للمستخدم واستقبال المعلومات منه بنفس الطريقة، دون وسائط دخل وخرج مناسبة. تجري عمليات الإدخال والإخراج بواسطة أنواع عديدة من الطرفيات الخارجية. أهم وحدات الدخل لوحة المفاتيح Keyboard ، والفأرة Mouse. ومن أجهزة الخرج الشاشة Monitor، والطابعة Printer، والراسمة Plotter.

2-2- المكونات البرمجية

إن ما يميز الحاسوب عن الآلات الإلكترونية الأخرى هو قدرته على تنفيذ برامج مختلفة، ولذلك فهو ليس مجرد آلة محددة العمل ضمن إطار محدود. والبرمجيات هي مجموعة التعليمات التي تعرف للحاسوب طريقة عمله، وباختلافها يعطي تطبيقات متعددة جداً. فالحاسوب نفسه، نتيجة البرامج المختلفة، نراه في تطبيقات حسابية كما نراه في تطبيقات مكتبية مثل معالجة نصوص والجداول الإلكترونية، أو في إدارة وتخزين بيانات مؤسسة، أو في التسلية والألعاب، وما إلى ذلك من تطبيقات يصعب حصرها.

يمكن أن نميز ثلاثة مستويات من البرامج يمثلها الشكل (1-3) .



الشكل (1-3) : مستويات البرامج

نظام التشغيل

وهو برنامج متخصص ينسق بين مكونات الحاسوب ويقودها لتقوم بوظيفة معينة، ويوفر طريقة لإعطاء الأوامر للحاسوب والتعامل معه. لنظام التشغيل مهام عديدة أهمها:

- التحكم في عمليات وحدة المعالجة المركزية ، فهو يأمرها بأن تنفذ هذا البرنامج أو ذاك.
- تسهيل الاتصال بين وحدة المعالجة المركزية وملحقات الحاسوب (الطابعة، لوحة المفاتيح،... إلخ)
- تسهيل الاتصال بين الحاسوب والمستخدم.

إن ما نراه عند تشغيل الحاسوب هو مجموعة من الرسائل والأشكال التي يظهرها نظام التشغيل للمساعدة في استخدام الحاسوب، وعند تنفيذ عملية ما (مثل الضغط على أحد المفاتيح) فإن نظام التشغيل هو البرنامج الذي يتلقى هذه العملية ويعالجها بالأسلوب المناسب.

يحوي نظام التشغيل قائمة الأوامر التي يستطيع المستخدم بواسطتها قيادة كل الأجهزة المرتبطة بالوحدة المركزية، ويستخدم وحدة المعالجة المركزية لتنفيذ هذه الأوامر.

البرمجيات الأساسية

وهي البرامج التي تتعامل مع نظام التشغيل لتقديم خدمات إضافية سواء أثناء الاستخدام العادي للحاسوب أو أثناء تطوير الأنظمة البرمجية. نذكر من هذه البرمجيات :

- برامج إدارة الحزن الدائم (الملفات)، وغالباً ما تكون مضمنة في المستوى الأول أي كجزء من نظام التشغيل ولكن يمكن فصلها عنه.
- مترجمات (Compilers) ومفسرات (Interpreters) لغات البرمجة التي تُستخدم أثناء بناء وتطوير برامج للحاسوب، فهي تقوم بتحليل نص البرنامج المكتوب بلغة البرمجة (مثل Pascal أو C) وتدقّقه لتتّحقق صحته قواعدياً، ثم تترجمه إلى ما يكافئ تعليماته في لغة الآلة. وبذلك تقلل تعليمات البرمجة من لغات برمجة عالية المستوى وقريبة من مستوى تجريد الإنسان، إلى لغة الآلة الثنائية المتدنية المستوى والصعبة التعامل.
- نظم إدارة قواعد المعطيات : وهي برمجيات متخصصة في إدارة حجوم كبيرة من المعطيات بطريقة معيارية، وتوفر أدوات عامة لتعريف المعطيات وللتحكم في عمليات النفاذ (Access) إليها، خاصة في الأنظمة الضخمة المتعددة المستثمرين، كالأنظمة المصرفية والأنظمة الإدارية.
- حزم البرمجيات المتخصصة في أعمال تطوير البرمجيات : توفر هذه البرمجيات محيط عمل متكامل يساعد مطوري الأنظمة البرمجية ، وخاصة المعقدة منها، التي تتطلب عمل عدد كبير من المبرمجين، في متابعة مراحل العمل بدءاً من الدراسات والتصميم حتى آخر مراحل الصيانة والتحديث.

التطبيقات

التطبيق (Application) برنامج يؤدي عملاً "غير مختص" بعمل الحاسوب الداخلي لكنه موجه نحو الاستخدام في اتجاهات الحياة العملية كالتطبيقات المكتبية (مثل معالجة نصوص و الجدولة الإلكترونية) ، والتطبيقات الهندسية (مثل التصميم والتصنيع بمعونة الحاسوب) ، وبرامج الألعاب ، والبرامج المساعدة في التعليم، إلخ .

3-أنواع الحواسيب

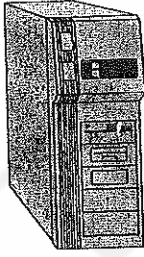
تُصنف الحواسيب عادة حسب قدرتها في معالجة المعطيات (عدد العمليات الحسابية في الثانية الواحدة) وطريقة عملها (وحيدة المستخدم أو متعددة المستخدمين). فنجد مثلاً الحواسيب الشخصية، والحواسيب المتوسطة ، ومحطات العمل ، والحواسيب العملاقة. إلا أن التطور الكبير في الحواسيب عامة، وفي الحواسيب الشخصية بوجه خاص، جعل الحدود بين هذه الأنواع غير دقيقة.

3-1 الحواسيب الشخصية

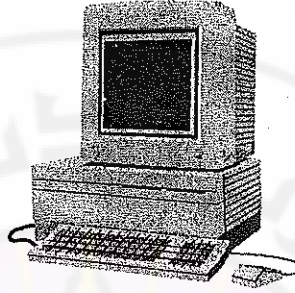
صُمم الحاسوب الشخصي (Personal Computer) ليستخدمه شخص واحد في الوقت الواحد. ولا يتشارك مستخدمو الحواسيب الشخصية في موارد الحاسوب (Resources) كالذاكرة والمعالج والأقراص. تعتمد الحواسيب الشخصية في مكوناتها المادية على المعالجات الصغيرة. واعتمدت في بداياتها مبدأ معالجة معطيات تتألف من ثنائي خانات ثنائية، وتطورت بسرعة فائقة حتى وصلت إلى 32 و 64 خانة في المعالجات الحديثة ، وهذا ما جعلها تضاهي الحواسيب المتوسطة وحتى العملاقة في سرعة معالجة المعطيات وقدرات التخزين.

توجد أنواع مختلفة من الحواسيب الشخصية تبعاً لنوع المعالج المستخدم فيها، وإمكانات التوسع التي يتيحها. فتعتمد الحواسيب الشخصية المتوافقة مع المعيار IBM-PC معالجات من صنع شركة Intel، وتستخدم في حواسيب Apple-Macintosh معالجات من صنع شركة Motorola. وتعلق إمكانات التوسع بطريقة تصميم البطاقة الأم (Mother board)

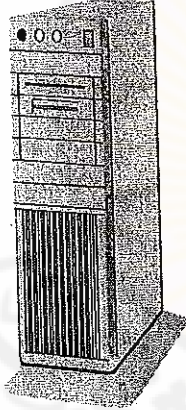
وقدرتها على استيعاب مكونات إضافية مثل الذاكرات والمتحكمات. كما تتعلق بحجم العلبة الحاوية لمكونات الحاسوب واستيعابها لوحدة التخزين الإضافية (أقراص صلبة، أقراص ليزرية، أشرطة مغناطيسية). يبين الشكل (4-1) الأنماط المختلفة لحاويات الحواسيب الشخصية.



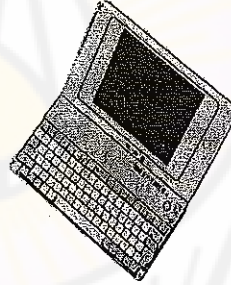
حاسوب برج صغير Mini tower



حاسوب مكتبي Desktop



حاسوب برج Tower



حاسوب نقال Portable

الشكل (4-1) : الأنماط المختلفة لتوضّع حاويات الحواسيب الشخصية

2-3 محطات العمل

محطة العمل (Work Station) حاسوب صغير (لكنه أكبر من الحاسوب الشخصي) يحوي جميع المكونات المادية اللازمة لعمل مستخدم واحد يحتاج إلى قدرات حساب عالية لمعالجة كمية كبيرة من المعطيات.

يملك هذا النوع من الحواسيب إمكانيات بيانية واتصالية متطورة، تجعل منه أداة مثالية لتنفيذ الأعمال الكبيرة التي تحتاج إلى حجم كبير من المعطيات وإمكانات حسابية معقدة. يُستخدم هذا النوع من الحواسيب غالباً في تطبيقات مثل التصميم بمعونة الحاسوب التي تحتاج إلى عمليات حسابية معقدة مثل حسابات الإنشاءات، أو تطبيقات معالجة الصور الرقمية كأنظمة المعلومات الجغرافية، وأنظمة الاستشعار عن بعد والأرصاد الجوية.

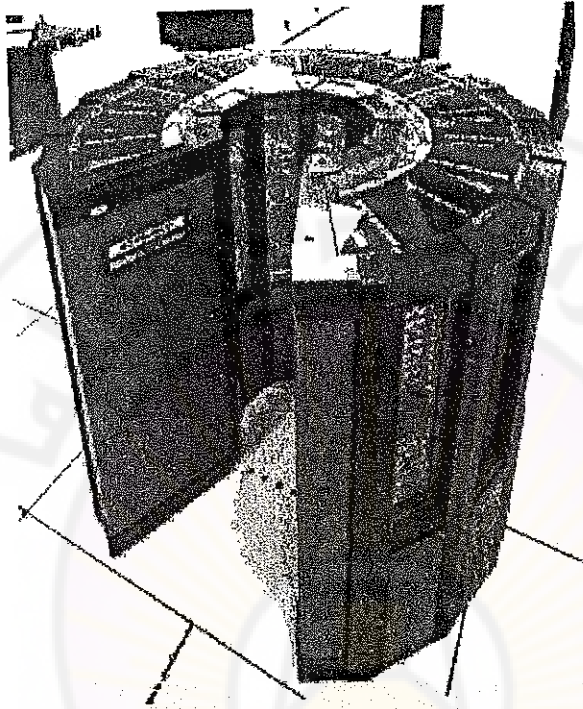
3-3 الحواسيب الكبيرة

تمتلك الحواسيب الكبيرة (Mainframe) قدرات حسابية فائقة من رتبة مليارات العمليات الحسابية في الثانية، وقد صُممت للقيام بالمهام التي تستدعي إجراء حسابات طويلة خلال زمن قصير.

تعتمد هذه الحواسيب في تصميمها تقنيات متعددة مثل الناقلية الفائقة (Super conductivity) التي تحصل في المكونات الإلكترونية عند تبريدها إلى درجة حرارة قريبة من الصفر المطلق (273 درجة تحت الصفر)، وطرق المعالجة التفرعية.

يُستخدم هذا النوع من الحواسيب في المصانع، والشركات، والمؤسسات الحكومية والعسكرية، وفي مؤسسات البحث العلمي. وغالباً ما يتشارك عدد كبير من المستخدمين في استعمالها.

وتُعتبر فصيلة حواسيب Cray أشهر الحواسيب حالياً، ويقوم الحاسوب Cray-1 بمئة مليون عملية حسابية في الثانية. وبرغم تطوير حواسيب تفوقه سرعة، فإن هذا الحاسوب يُعتبر مرجعاً في قياس أداء الحواسيب الكبيرة الأخرى. ويجري الآن العمل على حواسيب كبيرة متطورة



الشكل (5-1) : الحاسوب Cray-1

4- تطور الحواسيب

تضافرت جهود عديدة في نشأة وتطور الحواسيب، منها عوامل سياسية مثل نشوب الحرب العالمية الثانية التي واكبت تطوير الجيل الأول من الحواسيب، وعوامل اقتصادية تتمثل في اعتماد الشركات المتزايدة على الطرائق المؤتمنة في إنجاز أعمالها، وكان هذا من أهم الدوافع لتطوير الحواسيب والأنظمة المعلوماتية. وهنا يجب ألا ننسى الدوافع العلمية التي تتجلى في الأبحاث التي يجريها العلماء في الجامعات ومراكز البحوث لتأخذ طريقها إلى التطبيق العملي في مرحلة لاحقة ضمن منتجات جديدة تطبق نتائج هذه الأبحاث.

4-1 ماقبل الحاسوب : آلات الحساب والآلات المبرمجة

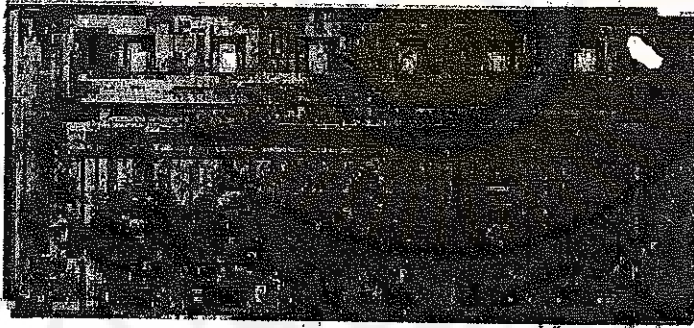
لم يأت اختراع الحاسوب من فراغ، وإنما اعتمد، مثل كل المنتجات الأخرى، على ما تقدم مسن أعمال السابقين في هذا المجال. ولا مجال الآن لحصر كل الأعمال والاختراعات في مجال الحساب الآلي والآلات المبرمجة التي سبقت الحاسوب فهذا عمل شاق. لذلك نكتفي بعرض مبسط لأهم الأعمال التي كان لها أثر واضح في أساليب تفكير العاملين في تطوير الحواسيب.

آلة فيلهم شيكارد Wilhelm Schikard

تعتبر الآلة التي اخترعها الألماني فيلهم شيكارد في عام 1632 أول آلة حاسبة ميكانيكية. وقد كانت هذه الآلة قادرة على إجراء عمليات الجمع والضرب والقسمة.

آلة باسكال Pascal

في عام 1642 اخترع الفرنسي باسكال أول آلة حساب تقوم بالجمع والطرح تلقائياً أي إنها كانت قادرة على التعامل مع باقي الجمع بدون تدخل المستثمر.



الشكل (1-6) : آلة باسكال الحاسبة

استخدم باسكال مجموعة من الأقراص لكل منها عشرة ثقوب، يمثل كل ثقب رقماً بين الصفر والتسعة. وُصلت الأقراص فيما بينها بحيث أن تدويرها عدداً محدد من الدورات يمكن من إجراء عملية جمع عددين.

آلة ليبتنيز Gottfried Leibniz

قام الرياضي الألماني ليبتنيز بتحسين آلة باسكال لتصبح قادرة على الضرب.

آلة جاكارد Jacquard

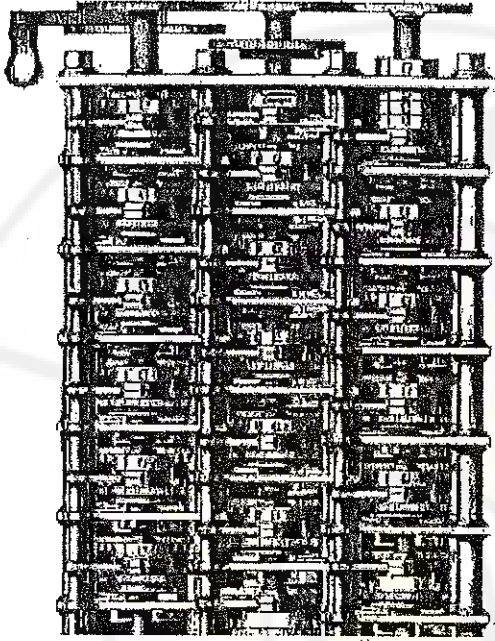
اخترع جاكارد الفرنسي في بداية القرن التاسع عشر، وبالتحديد في عام 1801، صفائح خشبية رقيقة مثقبة سمحت بالتحكم في نول الحياكة الخاص بالرسوم المعقدة. تقوم هذه الصفائح المثقبة، بفضل آلية خاصة، بتحريك مجموعة من الخيوط الطولانية دفعة واحدة لتمرير خيط عرضاني.

آلات باباج Babbage

في القرن التاسع عشر اكتشف أستاذ الرياضيات البريطاني شارل باباج (1791-1871) مبدأ الحاسوب العددي المعاصر. ففي عام 1822 اخترع باباج آلة الفروق (Difference Engine)، وهي آلة ميكانيكية صُممت لحل بعض المسائل الرياضية المعقدة مثل حساب جذور المعادلات وإعداد الجداول اللازمة للبحرية الإنكليزية.

أطلق باباج أثناء عمله فكرته الرائدة بإمكان تخزين أوامر الحاسوب داخل الآلة، وصمم آله الثانية التي سماها الآلة التحليلية (Analytical Engine)، وهي آلة تشبه آلة الفروق ويمكن برمجتها.

ابتكر باباج فكرة تخزين أوامر الحساب، أي البرنامج، ضمن الآلة. واستخدم مكونات ميكانيكية في تنفيذ تصاميمه، كما استخدم البطاقات المثقبة لإدخال المعطيات. لذلك يعتبره الكثيرون المخترع الأول للحاسوب العددي المعاصر، مع أن التكنولوجيا المتاحة في ذلك العصر لم تسمح له بتحقيق أفكاره.



الشكل (1-7) : آلة الفروق

آلة هوليرث Herman Hollerith

ابتكر هوليرث فكرة تمثيل البيانات المنطقية والعددية بثقوب على البطاقات. واعتماداً على هذا المبدأ استنبط في عام 1889 آلة سماها نظام الجدولة الإلكترونية وهي آلة تستخدم بطاقات مثقبة تشبه صفائح جاكارد لمعالجة المعطيات. تُمرَّر هذه البطاقات على لوحة تضم تماسات كهربائية، ومن وضعية التماسات يمكن تعرف محتويات البطاقة وتسجيلها، لتجري بعد ذلك معالجة المعلومات المرمزة على البطاقة. ومكَّنه هذا من تطوير آلة ساعدت في التعداد السكاني في الولايات المتحدة عام 1890. ثم أسس إثر ذلك شركة آلات الجدولة التي تحولت فيما بعد إلى

الشركة العالمية لآلات الأعمال (International Business Machines)، واختصارها I.B.M.، التي تُعتبر رائدة في مجال تطوير الحواسيب حتى الوقت الحاضر.

2-4 الجيل الأول

إن كل ما تم طوّر حتى بداية الحرب العالمية الثانية كان مجرد آلات حاسبة، بعضها ميكانيكي والآخر كهربائي. وتتمثل حواسيب الجيل الأول تحولاً من استخدام الوسائل والمعدات الميكانيكية والكهربائية في آلات الحساب إلى تطوير أجهزة إلكترونية مبرمجة تُستخدم في الحساب وغيره.

لقد جرى هذا التحول على مراحل تضمنت ظهور فصائل بينية من الآلات مثل الحواسيب الكهرميكانيكية، والحواسيب التمثيلية، والحواسيب الرقمية.

تتضمن حواسيب الجيل الأول الحواسيب أنتجت في الحقبة الممتدة بين منتصف الثلاثينيات ومنتصف الخمسينيات. لقد جرى الاعتماد خلال تطوير حواسيب هذا الجيل على نتائج أبحاث عديدة في مجال تصميم الحواسيب الرقمية أهمها:

- أبحاث العالم الرياضي الإنكليزي تورينغ Alan Turing الذي وضع عام 1936 نموذجاً رياضياً عاماً للآلات الرقمية سُمي لاحقاً آلة تورينغ. وما يزال هذا النموذج مستخدماً حتى الآن لتحديد إمكان حل المسائل بواسطة آلة مبرمجة، ولقياس درجة تعقيد المسائل التي يمكن حلها بواسطة هذا النوع من الآلات.
- أعمال الفرنسيين كوفينال Couffignal وفالتات Valtat اللذين وضعاً في عام 1936 الأساس النظري لنظام العدّ الثاني.
- بحث العالم الرياضي نويمان الذي وضع المبادئ الأساسية لعمل الحواسيب، وأهمها تخزين البرامج في ذاكرة الحاسوب بطريقة مماثلة لطريقة تخزين المعطيات، واستخدام نظام العدّ الثنائي في تمثيل المعلومات داخل الحاسوب، وطريقة استخدام الدارات الإلكترونية الرقمية في مكونات الحاسوب.

تأسيساً على هذه البحوث جرت خلال الحرب العالمية الثانية أعمال عديدة، في دول مختلفة لتطوير الحواسيب الأولى : ففي ألمانيا جرى تطوير ثلاثة حواسيب كهروميكانيكية بدأت بالنموذج Z1 ، ثم Z2 ، وأخيراً Z3 الذي دمرته إحدى غارات الحلفاء الجوية على برلين. وفي إنكلترا قام فريق من العلماء بقيادة آلان تورينغ ببناء الحاسوب الأول في عام 1943، وأطلقوا عليه اسم كلوسوس Clossus. ضم هذا الحاسوب 1500 صماماً كهربائياً واستُخدم لكشف رسائل الشفرة الألمانية.

وفي الولايات المتحدة الأمريكية جرى بناء الحاسوب الكهروميكانيكي Mark1 في عام 1944. واستُخدمت فيه العجلات لتسجيل الأرقام والبطاقات المثقبة لإدخال المعطيات. وأنتج أول حاسوب إلكتروني في عام 1946 وسُمي Electric & Numerical Integrator Anad Calculator واختصاراً ENIAC. وضم هذا الحاسوب 18000 صماماً كهربائياً وبلغت سرعته ثلاثمئة عملية ضرب في الثانية، وكان يستطيع التعامل مع أعداد ذات عشرين خانة عشرية. بلغ وزن هذا الحاسوب عدة أطنان وكان يستهلك طاقة كهربائية تكفي لإنارة حي كامل، ولم تكن إمكانياته تتعدى إمكانيات آلة حاسبة مدرسية من حاسبات اليوم.



الشكل (1-8) : الحاسوب ENIAC

وقد جرى بعد ذلك تطوير عدة حواسيب مثل الحاسوب EDVAC الذي طوره العاملون في جامعة بنسلفانيا والحاسوب Manchester MarkII في جامعة مانشستر، والحاسوب EDSAC في جامعة كامبردج. اعتمدت كل هذه الحواسيب على تقنية الصمامات الإلكترونية المفرغة في تصنيع وحداتها الداخلية ، وسرعان ما تبين ضرورة أن تستبدل بالصمامات عناصر أخرى أكثر وثوقية. وفي عام 1951 أنتج أول حاسوب بغرض الاتجار في الحواسيب سمي UNIVAC . وقد بيع أول هذه الحواسيب لمكتب التعداد السكاني في الولايات المتحدة الأمريكية، وبدأ بعد ذلك العديد من الشركات إنتاج الحواسيب بغرض التسويق فكانت حواسيب IBM650 و Burroughs 101 و Honeywell Datamatic 1100.

4-3 الجيل الثاني

تتضمن مجموعة حواسيب الجيل الثاني الحواسيب التي أنتجت من منتصف الخمسينيات وحتى منتصف الستينيات. وتمثل هذه الحواسيب تطوراً كبيراً في مجال التجهيزات والبرمجيات. ففي مجال التجهيزات بدأ استخدام الترانزستور بدلاً من الصمامات، وهذا مما أدى إلى إنتاج حواسيب ذات حجم أقل وتحتاج في التشغيل إلى طاقة أقل بكثير من حواسيب الجيل الأول، إضافة إلى أن سرعتها أكبر بكثير.

وفي مجال البرمجيات حدثت تغيرات كبيرة في فرعي نظم التشغيل والبرمجة. فمع هذا الجيل من الحواسيب بدأ استخدام اللغات ذات المستوى العالي مثل لغة فورتران (FORTRAN) مع الحاسوب IBM 704 في عام 1957.

ولوحظ مع تشغيل البرامج طول الوقت الضائع بين نهاية عمل برنامج وبداية البرنامج التالي فكانت فكرة نظم التشغيل، التي بدأت بنظم معالجة دفعة برامج (Batch Processing Systems) بحيث عندما ينتهي الحاسوب من تنفيذ برنامج يبدأ تشغيل البرنامج التالي ، ونظم المشاركة في الوقت (Time Sharing Systems). كما استخدمت حواسيب هذا الجيل في تشغيل النظم المتعددة البرامج (Multiprogramming Systems) والنظم المتعددة المعالجة (Multiprocessing Systems).

وأول حواسيب الجيل الثاني هو الحاسوب الذي أنتج في مخبر بل (Bell Laboratoires) في عام 1954 باسم Transistorized Airborne Digital Computer ، أو اختصاراً .TRADIC

ومن أهم ملامح حواسيب الجيل الثاني بداية استخدام الأقراص المغناطيسية كوسط لتخزين المعلومات والوصول إليها بطريقة عشوائية وذلك في الحاسوب المسمى RAMAC 305 ، واستخدم في هذا الحاسوب 50 قرصاً ممغنطاً لتسجيل 5 ملايين حرف مع إمكان الوصول إلى أي سجل في أقل من ثانية واحدة.

ومن الجدير بالذكر أنه في نهاية مرحلة الجيل الثاني من الحواسيب بدأ عدد من الشركات الصغيرة إنتاج حواسيب صغيرة قليلة التكلفة حتى تتمكن الشركات والهيئات، التي لا تستطيع اقتناء الحواسيب الكبيرة، من استعمال هذه الحواسيب الصغيرة، التي أطلق عليها اسم الحواسيب المتوسطة. ومن الشركات الرائدة التي بدأت إنتاج هذه الحواسيب شركة (DEC) التي أنتجت أول حاسوب متوسط ظهر في الأسواق باسم (PDP8) في عام 1963، وشركة (HP).

4-4 الجيل الثالث

بدأ جيل الحواسيب الثالث في عام 1964 بإعلان شركة أي. بي. إم (IBM) عن فصيلة IBM/360 من الحواسيب الكبيرة التي يمكن أن تستخدم في المجال العلمي ومجال الأعمال في وقت واحد.

وأطلق على هذه العائلة، ومن ثم جميع حواسيب الجيل الثالث، اسم نظم الأغراض العامة (General Purpose Systems). وعملت حواسيب (IBM/360) بنظام التشغيل (OS/360) الذي صمم بمفهوم عائلة الحواسيب حتى يضمن لمن يقتني هذه الحواسيب إمكان تشغيل برامجهم على حواسيب هذه العائلة، والتي أنتجت بقدرات مختلفة حسب النماذج المختلفة. فأقل هذه الحواسيب إمكانات كان النموذج 20 ثم النموذج 30 وكان أكثرها إمكانات النموذج 90.

وتتميز حواسيب ونظم تشغيل حواسيب الجيل الثالث بوجود طبقة من البرامج تمثل واجهة بين مستخدم الحاسوب ومكوناته المادية. ومعظم نظم تشغيل هذا الجيل كانت تتطلب الكثير من الوقت لتعلمها، إضافة إلى وقت طويل يمكن أن يستلزمه تنفيذ أو تعديل أو تصحيح أي برنامج.

ومن أهم الملامح في مرحلة الجيل الثالث من الحواسيب تطوير لغة (BASIC) في عام 1964 لتسهيل على الطلاب في المجالات المختلفة استخدام الحاسوب الموجود في كلية دورتموث الذي كان يعمل بنظم مشاركة الوقت. وأثرت هذه اللغة في نماذج نظم الحواسيب التي تعمل بنظم مشاركة الوقت. وفي مرحلة الجيل الثالث أيضا ظهرت فكرة البرمجة الهيكلية (Structured Programming) عن طريق إحدى مقالات الأستاذ إدسيجار ديكسترا (Edsger Dijkstra) في عام 1968. ومنذ ذلك الحين ظهر الميل الشديد إلى تبني فكرة البرمجة الهيكلية.

وقد استخدمت حواسيب الجيل الثالث وهي الحواسيب التي أنتجت حتى منتصف السبعينيات الدارات المتكاملة (Integrated Circuits) التي تختصر بالحروف (ICs)، وهذا مما يسر تصنيع الحواسيب بحجم أقل وتكلفة أقل مع كفاءة أكبر في تنفيذ البرامج. ويذكر من حواسيب هذه المرحلة بعض الحواسيب التاريخية ومنها الحاسوب (CDC 6000) وهو أول حاسوب عملاق (Supercomputer) وقد أنتج في 1964 وظل متربعا على عرش الحواسيب مدة تزيد على خمسة أعوام.

4-5 الجيل الرابع

منذ منتصف الستينيات بدأ متوسط عدد الدارات الإلكترونية على الرقائق يتضاعف كل عام. وكان من نتيجة ذلك إمكان إنتاج كل الدارات اللازمة لوحدة التحكم ووحدة الحساب والمنطق في رقاقة واحدة. وأطلق على رقاقة الدارات المتكاملة التي تتضمن هاتين الوحدتين اسم المعالج الصغري (Microprocessor). وأنتج أول معالج باسم 4004 في شركة Intel في أوائل السبعينيات. ويعتبر إنتاج المعالج 8080 في نفس الشركة عام 1974 بداية الجيل الرابع من الحواسيب لأنه استخدم معالجات مشابهة لمعالجات الحواسيب الشخصية أو الحواسيب الصغرية (Microcomputers).

والحقيقة أنه بسبب تزايد انتشار الحواسيب الصغيرة منذ منتصف السبعينيات وحتى الآن، يعتبر الكثيرون أن الجيل الرابع هو جيل تصنيع المعالجات. والواقع أن تطور إنتاج الرقاقات هو من الملامح الأساسية للجيل الرابع، ليس فقط من ناحية وحدة المعالجة المركزية، ولكن في كثير من الدوائر الإلكترونية التي تتعامل معها مثل الذاكرة ووحدات الدخل والخرج وغيرها.

ومن الملامح الأساسية للجيل الرابع في مجال نظم التشغيل ظهور نظام تشغيل DOS للحواسيب الصغيرة، وفي مجال لغات الحاسوب ظهر العديد من اللغات ذات المستوى العالي مثل Prolog و C و Pascal وغيرها. كما ظهر ما أطلق عليه اسم لغات الجيل الرابع (4GL : Fourth Generation Languages) والمقصود بالجيل هنا ليس جيل الحواسيب ولكن جيل البرمجة. فجيل البرمجة الأول هو لغة الآلة والثاني لغة التجميع والثالث هو اللغات ذات المستوى العالي.

ومن ملامح الجيل الرابع للحواسيب أيضاً ظهور ما يعرف باسم حزم البرمجيات المتكاملة، وظهور البرمجيات التي تتيح متابعة تطبيقات متعددة في آن واحد عن طريق تخصيص نافذة لكل تطبيق.

وتزامن مع الجيل الرابع للحواسيب انتشار شبكات الحاسوب على المستوى المحلي والعالمي، وما تبع ذلك من تطور في نظم تشغيل الشبكات، وتساعد مشاكل المواجهة بين أنواع الحواسيب المختلفة ومشاكل أمن البيانات.

4-6 أجيال المستقبل

مع تزايد التطور في المكونات المادية بدأت أحجام الحاسوب تصغر إلى الحد الأدنى. وبدأ التخطيط أيضاً لجيل الحواسيب الخامس، الذي كان متوقعا ظهوره في عام 1992. وتستخدم حواسيب الجيل الخامس اللغة الطبيعية (عن طريق الصوت) في إدخال البيانات. وتجري معالجة هذه البيانات بوسائل الذكاء الاصطناعي.

ومن نتائج أبحاث الجيل الخامس للحواسيب تبين وجود بعض الصعوبات في تحليل البيانات المدخلة بالطرائق التقليدية أو بطرائق الذكاء الاصطناعي، نتيجة لضخامة حجم البيانات المعالجة،

وكذلك الأبدال الكثيرة المتاحة. وبدأت الأبحاث تتجه في اتجاهين في محاولة لمحاكاة العقل البشري.

الاتجاه الأول يحاول تمثيل الحاسوب كشبكات عصبية وهو ما يعرف باسم الشبكات العصبونية الاصطناعية (Artificial Neural Network) ، والاتجاه الآخر يحاول، بالتعاون مع علماء الهندسة الوراثية، إنتاج رقاقة حيوية وذلك بتكليف البروتينات لتحل محل السيليكون في الدوائر الالكترونية. وتخدم أبحاث هذين الاتجاهين أساس الجيل القادم للحواسيب.

ويمكن إيجاز الأبحاث التي تجرى من أجل حواسيب المستقبل في مجموعة من الاتجاهات أو المحاور. أول هذه الاتجاهات يختص بالمكونات المادية (Hardware). وثاني هذه الاتجاهات هو أساليب العمل على التوازي والاتصالات. وثالث هذه الاتجاهات يختص بالبرمجيات (Software).

ففي مجال المكونات المادية تتزايد إمكانات وسرعات المعالجات المنتجة. وفي مجال المكونات المادية غير الفعالة مثل الذاكرة تتزايد أحجام الذاكرة في الرقاقة الواحدة.

وفي مجال أساليب العمل على التوازي والاتصالات، فقد تبين إمكان تنفيذ ملايين التعليمات في الثانية الواحدة، وذلك عن طريق استخدام أكثر من معالج. وتبين أن تعاون المعالجات في تنفيذ التعليمات يكون أيسر إذا كانت تعليمات هذه المعالجات بسيطة.

وفي مجال البرمجيات، وصلت بعض البرامج الخاصة بجيل الحواسيب الخامس، مثل برامج النظم الخبيرة (Expert Systems) إلى مرحلة النضوج. وما زالت هناك حاجة إلى المزيد من العمل في مجالات الذكاء الاصطناعي لتطوير وسائل إدخال البيانات والتساؤلات إلى الحاسوب بطريقة طبيعية أكثر مثل التخاطب مع الحاسوب بلغة طبيعية و الكتابة بأساليب بسيطة.



الفصل الثاني

ترميز المعلومات الرقمي

مقدمة

رأينا في الفصل السابق أن الحاسوب هو آلة رقمية تستخدم لتخزين المعلومات ومعالجتها. وأن الدارات الإلكترونية هي التقنية المعتمدة في تنفيذ مكوناته المختلفة سواء تلك التي تقوم بالمعالجة (وحدة المعالجة ووحدة التحكم) أو التي تخزن المعطيات. وتُسمى الدارات الإلكترونية الداخلة في تركيب الحاسوب بالدارات الإلكترونية الرقمية **Digital Circuits** لأنها تتعامل مع المعلومات المثلة رقمياً. هناك حالتان للدارة الإلكترونية هما :

0 : الدارة مفتوحة ومن ثم التيار لا يمر.

1 : الدارة مغلقة ومن ثم التيار يمر.

إذن، الدارة الإلكترونية الرقمية بسيطة، وهي تأخذ إحدى حالتين **ON, OFF** أو يرمز إليهما بـ 0, 1.

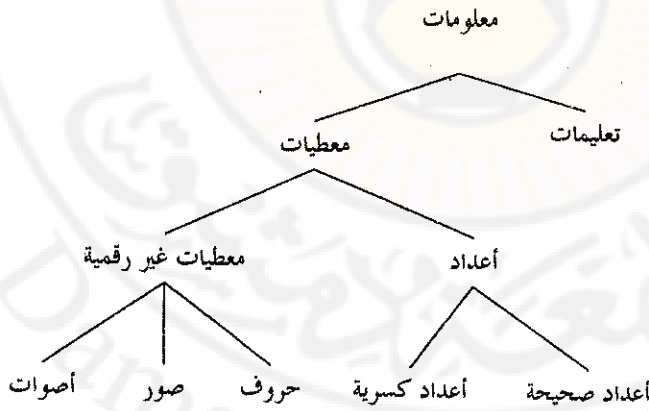
يتناول هذا الفصل المبادئ المستخدمة في التمثيل الرقمي للمعلومات داخل الحاسوب، في حين سنتطرق إلى مبدأ عمل مكونات الحاسوب في الفصل التالي.

1- المبدأ العام لتمثيل المعلومات في الحاسوب

تمثل المعلومات داخل الحاسوب بأنواعها المختلفة (التعليمات، الأعداد، الحروف، الصور، الأصوات،...) بسلاسل من الخانات الثنائية، وتمثل الخانة الثنائية والتي تأخذ إحدى حالتين 0, 1 باستخدام الدارات الإلكترونية (العناصر الأساسية للحاسوب). تُسمى الخانة الثنائية بـ **(bit : binary digit)** ويرمز إليها بـ **b**. تُنظم هذه الخانات في سلاسل ذات طول ثابت تُسمى كلمات **Words**. وهي تمثل وحدة المعلومات الأساسية في عمليات تخزين ومعالجة

في بدايات الحاسوب اعتمدت كلمة بطول 6 خانات ثنائية وهي تُعطي 64 رقماً مختلفاً، فكانت من ثم كافية لتمثيل 26 حرفاً من الحروف الإنكليزية و10 أرقام عشرية إضافة إلى علامات الترقيم والرموز الحسابية. حديثاً تُستخدم سلسلة من 8 خانات ثنائية لتكوين كلمة الحاسوب التي تُسمى ثمانية بايت Byte ويرمز إليها بـ B لترميز الحارف (وتُسمى "الحارف" لتمييزها عن الحروف العادية القابلة للطباعة والتي تُمثل في واقع الأمر جزءاً فقط من الحارف) . لم يكن هذا الاختيار عشوائياً لأن مجموعة من 8 أرقام ثنائية تستطيع تمثيل (256) رقماً مختلفاً ذلك أن $2^8 = 256$ وبذلك نستطيع ترميز ما يكفي من الحارف التي تشمل أبجدية الحاسوب من حروف وأرقام وعلامات ترقيم ورموز خاصة بالحاسوب.

إذن، تُمثل المعلومات داخل الحاسوب بشكل سلاسل من الخانات الثنائية، وعملية الترميز هي ترجمة المعلومات المراد معالجتها إلى كلمات مؤلفة من الخانات الثنائية، تقابل كل منها عنصراً من عناصر المعلومات. وتوجد عدة طرائق اختيارية عالمية لترميز الحارف على ثنائي خانات ثنائية. ومع أن الترميز يجري على كلمة من 8 خانات ثنائية، فإن الحواسيب تستخدم كلمات أطوالها من مضاعفات العدد 8 مثل 8، 16، 32، 64 لأغراض التعليمات ومعالجة المعلومات. يبين الشكل (1-2) الأنواع الأساسية للمعلومات المثلة في الحاسوب .



الشكل (1-2) : الأنواع الأساسية للمعلومات

2- أنظمة العد الرقمية

استخدم الإنسان تاريخياً العديد من أنظمة العد منها نظام العد الستيني البابلي الذي ما زلنا نستخدمه في مسألة التوقيت من حيث تقسيمنا الساعة إلى ستين دقيقة، والدقيقة إلى ستين ثانية. ونظام العد الروماني المستخدم في الفهرسة حتى يومنا هذا . وفي الحقبة ما بين القرنين الأول والثاني الميلاديين قام المهندوس بتطوير نظام العد العشري. إن هذا النظام هو الأكثر استخداماً و ألفه لنا.

وبوجه عام يُعرّف نظام العد :

- بقاعدة (أساس) a حيث a عدد صحيح موجب أكبر من الصفر (a تساوي العشرة في النظام العشري)

- وبمجموعة من الرموز $\{S_0, S_1, S_2, S_3, \dots, S_{a-1}\}$.

ويجري التعبير عن أي عدد صحيح موجب بالشكل $X = X_n X_{n-1} \dots X_0$

حيث $X_i \in S$ ، ويحقق العلاقة التالية :

$$X = \sum_{i=0}^n X_i a^i$$

فالعدد 267 في النظام العشري هو :

$$267 = 7 * 10^0 + 6 * 10^1 + 2 * 10^2$$

يبين الجدول (1-2) أهم أنظمة العد المستخدمة.

نظام العد	القاعدة أو الأساس	الرموز المستخدمة
نظام العد العشري	10	0, 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9
نظام العد الخماسي	5	0, 1, 2, 3, 4
نظام العد الثماني	8	0, 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7
نظام العد الست عشري	16	0, 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, A, B, C, D, E, F
نظام العد الثنائي	2	0, 1

الجدول (1-2) : أهم أنظمة العد

وتُستخدم الأحرف الأبجدية في أنظمة العد ذات القاعدة التي تزيد عن العشرة، فتمثل العدد 10 بالحرف A والعدد 11 بالحرف B ، وهكذا.

1-2 قواعد أنظمة العد الرقمية

تشارك كل أنظمة العد بمجموعة من القواعد العامة أهمها :

لموقع الرقم أهمية في تحديد الكمية التي يمثلها. فمثلاً الرقم 5 في نظام العد العشري في موقع الآحاد يمثل الكمية 5، لكن عندما يوجد في موقع العشرات فإنه يمثل الكمية 50. وهكذا نرى أن المقصود بكتابة العدد 247 في النظام العشري هو :

$$247 = 7 * 10^0 + 4 * 10^1 + 2 * 10^2$$

والمقصود بكتابة العدد 10100 في النظام الثنائي هو :

$$10100 = 0 * 2^0 + 0 * 2^1 + 1 * 2^2 + 0 * 2^3 + 1 * 2^4$$

(أي 20₁₀ في النظام العشري)

وبوجه عام فإن :

- إزاحة الرقم إلى اليسار موقعا واحدا يعني ضربه بقيمة الأساس مرة واحدة.
- إزاحة الرقم إلى اليمين موقعا واحدا تعني قسمته على قيمة الأساس مرة واحدة.
- نفس قواعد أنظمة الحساب تستخدم في أنظمة العد كافة.
- تستخدم أحرف اللغة الإنكليزية بالإضافة إلى رموز الأرقام للدلالة على أرقام أنظمة العد التي يزيد أساسها عن عشرة (كما في نظام العد الستة عشري المبين في الجدول (1-2))، ولا نميز بين الأحرف الصغيرة أو الكبيرة.

أمثلة عن أعداد ممثلة بأنظمة عد مختلفة :

$$422_5 = 160_8 = 1110000_2$$

يشير الرقم، المكتوب بخط صغير إلى يمين العدد، إلى أساس نظام العد المستخدم. والرقم الموجود في الخانة الأولى من اليمين في العدد هو الرقم الأقل قيمةً (LSD : Least Significant Digit) أما الرقم الموجود في الخانة الأخيرة إلى يسار العدد فهو الرقم الأعلى قيمةً (MSD : Most Significant Digit).

2-2 نظام العد الثنائي

نستخدم في حياتنا اليومية نظام العد العشري، وتمثيل ذلك في الحاسوب ليس مستحيلاً ولكنه صعب، إذ يتطلب التمييز بين 10 حالات للدارات الإلكترونية لتوافق الأرقام العشرة المستخدمة في نظام العد العشري. على حين وجدنا أن الدارات الإلكترونية الرقمية قادرة على تميز حالتي ON, OFF بسهولة، ولهذا فإن النظام الثنائي 0,1 هو النظام المعتمد منذ الأجيال الأولى للحواسيب.

ولا يعني التمثيل الثنائي للأعداد داخل الحاسوب بالضرورة أنه يجب أن تُدخَل الأعداد إلى الحاسوب بشكلها الثنائي، وهي تُدخَل بالأشكال المألوفة (باللغات الطبيعية) مع تحديد نظام العد المستخدم، ثم يقوم الحاسوب بتنفيذ مجموعة من التعليمات تُحوِّل هذه الأعداد إلى ما يكافئها في النظام الثنائي.

يتكون العدد في النظام الثنائي من مجموعة أرقام يأخذ كلٌّ منها إحدى قيمتين صفر أو واحد.

ومن ثم فإن كل عدد في هذا النظام يمثل كمتتالية من الأصفار والوحدات.

$$\begin{aligned} N_2 &= A_n A_{n-1} A_{n-2} \dots A_0 \\ &= A_0 * 2^0 + A_1 * 2^1 + A_2 * 2^2 + \dots \\ &= A_0 + A_1 * 2 + A_2 * 4 + \dots \end{aligned}$$

فالعدد 11012 في النظام الثنائي قيمته في النظام العشري هي :

$$\begin{aligned} X &= 1 * 2^0 + 0 * 2^1 + 1 * 2^2 + 1 * 2^3 \\ &= 1 + 0 + 4 + 8 = (13)_{10} \end{aligned}$$

يبين الجدول (2-2) الأعداد من 0 حتى 15 في الترميز الثنائي والعشري :

Damascus University

عدد من أربع خانات ثنائية	ما يقابله في النظام العشري
0000	0
0001	1
0010	2
0011	3
0100	4
0101	5
0110	6
0111	7
1000	8
1001	9
1010	10
1011	11
1100	12
1101	13
1110	14
1111	15

الجدول (2-2) : ترميز الأعداد من 0 حتى 15 في النظامين الثنائي والعشري.

2-2-1 العمليات الحسابية في النظام الثنائي

تجري العمليات في النظام الثنائي بطريقة مشابهة لما تعلمناه في النظام العشري من حيث وجود جدول للجمع وآخر للضرب، وكذلك حمل الناتج المساوي لأساس نظام العد من خانة إلى أخرى. نعرض فيما يلي طريقة إجراء هذه العمليات بأمثلة.

$$0 + 1 = 1 \quad \text{الجمع}$$

$$1 + 1 = 0 \quad \text{ويحمل الرقم واحد إلى الخانة التالية}$$

$$0 + 0 = 0$$

مثال :

$$110 = 6_{10}$$

$$101 = 5_{10} +$$

$$\begin{array}{r} 1011 = 11_{10} \\ \downarrow \\ 1+ \text{محمول} \end{array}$$

الطرح : تجري عملية الطرح تماماً كما في النظام العشري، فعندما تكون خانة المطروح أكبر من خانة المپروح منه، يستعير المپروح منه واحداً من الخانة التي إلى يساره ثم تُجرى عملية الطرح.

ويستعار واحد من الخانة التي تقع إلى يسار هذه الخانة. $0 - 1 = 1$

$$1 - 1 = 0$$

$$0 - 0 = 0$$

مثال :

$$10110 = 22$$

$$\begin{array}{r} - 1010 = 10 - \\ \hline \end{array}$$

$$1100 = 12$$

الضرب

$$1 * 0 = 0$$

$$1 * 1 = 1$$

$$0 * 0 = 0$$

مثال:

$$10101 = 21_{10}$$

$$1101 = 13_{10} \cdot$$

$$10101$$

$$00000$$

$$10101$$

$$10101$$

$$100010001 = 273_{10}$$

إذا بدأنا الضرب بأقل الخانات قيمة، فتجري الإزاحة خانة إلى اليسار.

أما إذا بدأنا الضرب بأعلى الخانات قيمة، فتجري الإزاحة خانة إلى اليمين.

القسمة :

$$1 / 0$$

عدم تعيين

$$1 / 1 = 1$$

$$0 / 1 = 0$$

مثال :

خارج قسمة 43 على 5 يساوي 8 والباقي 3 .

Damascus University

خارج القسمة	1000
المقسوم عليه	101
المقسوم	101011
	101
0 لا يقبل القسمة نضع 0 في خارج القسمة	
01 لا يقبل القسمة نضع 0 في خارج القسمة	
011 لا يقبل القسمة نضع 0 في خارج القسمة	
011 باقي القسمة	

2-2-2 العمليات المنطقية في النظام الثنائي

تذكرة سريعة بجبر بول :

خلال عام 1850 عُرف بول جبراً قابلاً للتطبيق على تقييم العبارات المنطقية، فالعبارة تأخذ إحدى قيمتين؛ صح أو خطأ، ونرمز إلى ذلك بـ 0 أو 1. ثم قام شانون بتطبيق هذا الجبر عام 1938 على تحليل الدارات التبديلية (الدائرة التي تأخذ إحدى حالتين : تسمح بمرور التيار 1 أو لا تسمح 0).

نتلخص المفاهيم الأساسية المستخدمة في هذا الجبر والتي استُخدمت في الدارات بما يلي :

التحول المنطقي : هو متحول يأخذ قيمته من إحدى قيمتين 0 ، 1 (صح أو خطأ) فنقول إن المتحولات $A, B, C, \dots$ متحولات منطقية يعني ذلك أن $A, B, C \in \{0,1\}$.

التوابع المنطقية : التابع المنطقي هو تابع من n متحولاً منطقياً ويأخذ قيمته من المجموعة $\{0,1\}$.
 $F(A_1, A_2, A_3, \dots, A_n) \in \{0,1\}$ مع $A_1, A_2, A_3, \dots, A_n$ متحولات منطقية. ومن ثم

فالتابع معرف تماماً بـ 2^n تركيبة ممكنة لمتحولاته، ويسمى الجدول الممثل لـ 2^n قيمة للتابع بجدول الحقيقة للتابع.

نلاحظ أن متحولاً منطقياً وحيداً يسمح بتعريف أربعة توابع حقيقة مبنية في جدول الحقيقة (2-3) :

A	F1	F2	F3	F4
0	0	0	1	1
1	0	1	0	1

الجدول (2-3) : جدول الحقيقة لمتحول منطقي

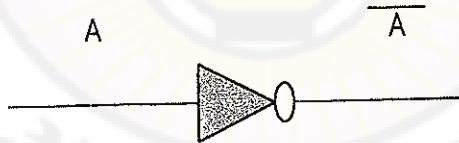
إن التابعين $F1$ و $F4$ تابعان ثابتان فـ $F1(A)=0$, $F4(A)=1 \quad \forall A \in \{0,1\}$

التابع $F2$ هو التابع الذاتي $F2(A) = A \quad \forall A \in \{0,1\}$

والتابع $F3$ هو التابع العكسي أو المتمم $\forall A \in \{0,1\}$ لذا فإن

$$\overline{F3(A)} = \overline{A}$$

ونرمز عادة إلى هذا التابع بالشكل (2-2) :



الشكل (2-2) : التابع العكسي

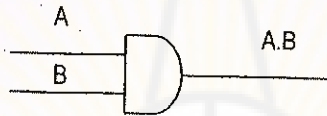
وإضافة إلى التابع العكسي يوجد تابعان آخران هامين يتعامل كل منهما مع متحولين منطقيين هما :

تابع التقاطع أو الجداء المنطقي : وهو يحقق جدول الحقيقة (2-4)، ويرمز إليه بـ

$F(A,B) = A.B$ أو أيضاً بـ $A \wedge B$ وتُسمى العملية التي يقوم بها هذا التابع بـ AND.

A	B	F(A,B)
0	0	0
0	1	0
1	0	0
1	1	1

الجدول (2-4) : جدول الحقيقة لتابع التقاطع



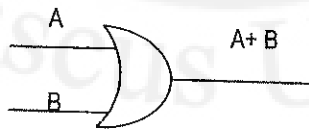
الشكل (2-3) : تابع التقاطع

تابع الاجتماع أو المجموع المنطقي : وهو يحقق جدول الحقيقة (2-5)، ويرمز إليه بالشكل

$F(A,B) = A + B$ أو أيضاً بـ $A \vee B$ وتُسمى العملية التي يقوم بها هذا التابع بـ OR.

A	B	F(A,B)
0	0	0
0	1	1
1	0	1
1	1	1

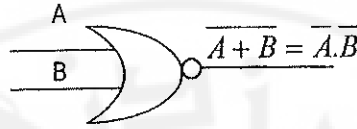
الجدول (2-5) : جدول الحقيقة لتابع الاجتماع



الشكل (2-4) : تابع الاجتماع

3- تابع عكس الاجتماع (NOR) أو المجموع المنطقي العكسي : وهو معرف على متحولين منطقيين بحيث :

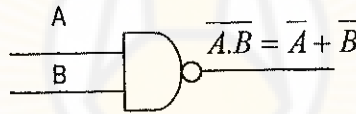
$$F(A, B) = \overline{A + B} = \overline{A} \cdot \overline{B}$$



الشكل (5-2) : تابع عكس الاجتماع

4- تابع عكس التقاطع (NAND) أو التقاطع المنطقي العكسي : وهو معرف على متحولين منطقيين بحيث :

$$F(A, B) = \overline{A \cdot B} = \overline{A} + \overline{B}$$



الشكل (6-2) : تابع عكس التقاطع

5- تابع الاجتماع الاستثنائي (OR Exclusive) أو المجموع المنطقي الاستثنائي (الجمع الثنائي) وهو يحقق جدول الحقيقة (6-2)، ويرمز إليه بـ

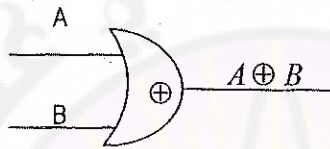
$$F(A, B) = A \oplus B$$

أو بالشكل :

$$F(A, B) = \overline{A} \cdot B + A \cdot \overline{B} = (A + B) \cdot (\overline{A} + \overline{B})$$

A	B	F(A,B)
0	0	0
0	1	1
1	0	1
1	1	0

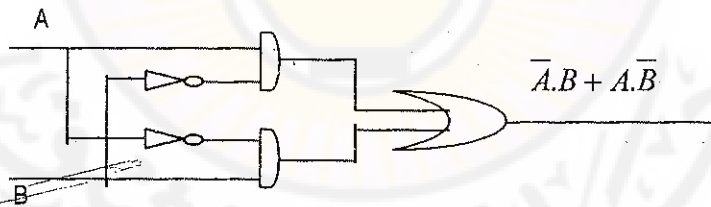
الجدول (6-2) : جدول الحقيقة لتابع الاجتماع الاستثنائي



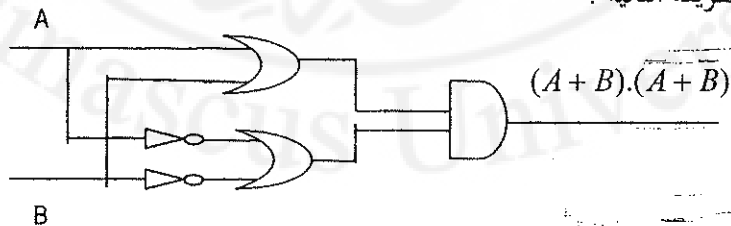
الشكل (7-2) : تابع الاجتماع الاستثنائي

يمكن تحقيق هذا التابع بعدة طرائق، يوضح ذلك الشكل (8-2)، باستخدام العمليات المنطقية الأساسية (AND, OR, NOT)

الطريقة الأولى :



الطريقة الثانية :



الشكل (8-2) : تمثيل تابع الاجتماع الاستثنائي بطريقتين مختلفتين

3-2-2 تمثيل الأعداد الصحيحة في النظام الثنائي

تمثل الأعداد الصحيحة في الحاسوب باستخدام الأرقام الثنائية، فتستخدم عادة مجموعات من الخانات الثنائية عددها من مضاعفات الثمانية أي : 8، 16، 32، 64 ...

يتعلق عدد الأعداد الصحيحة التي يمكننا تمثيلها بعدد الخانات الثنائية المستخدمة في الترميز. وبوجه عام، إن عدد الأعداد الصحيحة الممثلة بـ (n) خانة ثنائية هو 2^n عدداً صحيحاً.

ويسمح استخدام 16 خانة ثنائية بتمثيل $2^{16} = 65536$ عدداً صحيحاً. وللتمييز بين الأعداد الموجبة والسالبة يمكن حجز الخانة الأخيرة العليا (أي الموجودة إلى يسار التمثيل) لتمثيل الإشارة. فنصطلح مثلاً أنه إذا كانت قيمة هذه الخانة تساوي الصفر فالعدد موجب، وإلا فالعدد سالب. وتمثل القيمة المطلقة للعدد في باقي الخانات.

باستعمال هذا الاصطلاح نحصل على مجموعتين من الأعداد :

مجموعة من الأعداد الموجبة محصورة بين 1+ و $2^{16-1} - 1 = 32767$

مجموعة من الأعداد السالبة من -1 إلى $-32767 = -2^{16-1} - 1$.

إضافة إلى الصفر الذي يأخذ التمثيلين (السالب والموجب) :

0000000000000000, 1000000000000000

ملاحظة : في الأعداد الموجبة قيمة البتة العليا (الأخيرة إلى اليسار) دوماً = الصفر

في الأعداد السالبة قيمة البتة العليا (الأخيرة إلى اليسار) دوماً = الواحد

مثال :

تمثيل العدد 15 + باستخدام 16 خانة ثنائية :

0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	1	1
---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---

خانة الإشارة +

القيمة المطلقة

ويمكننا تمثيل العدد السالب 15- كالعدد الموجب مع جعل قيمة البتة الأخيرة (اليسرى) = 1 لتمييزه فيكون

1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	1	1
---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---

ملاحظة :

لا بد من الإشارة إلى أن تنفيذ بعض العمليات الحسابية (الجمع، الضرب) على عددين ممثلين بهذه الطريقة قد يؤدي إلى تجاوز القيمة الناتجة الحد الأقصى للأعداد الممكن تمثيلها بالخانات الثنائية المستخدمة لتمثيل تلك الأعداد.

مثال : جمع عددين موجبين ممثلين بست خانات، تستعمل الخانة السادسة لتمثيل الإشارة

011010

+ 010010

101100

فائض في خانة الإشارة

نلاحظ حصول زيادة في العدد أثر في خانة الإشارة وأدى إلى نتيجة خاطئة. ويمكن التغلب على هذه المشكلة باعتماد تمثيل مختلف للأعداد السالبة.

2-2-4 تمثيل الأعداد السالبة في النظام الثنائي

يستخدم الحاسوب نظرية الإتمام للتعبير عن الأعداد السالبة، ولتحويل عمليات الطرح إلى عمليات جمع أعداد سالبة. ولما كانت الأعداد ممثلة في الحاسوب بشكلها الثنائي فإن الإتمام المستخدم هو الإتمام إلى الواحد والإتمام إلى الاثنين، وسنورد فيما يلي معنى الإتمام في النظام العشري التقليدي، ثم كيفية استخدامه للتعبير عن الأرقام السالبة في النظام الثنائي.

2-2-4-1 الإتمام

الإتمام الرياضي يكافئ عملية الطرح في أي نظام عد. في نظام العد العشري يوجد نوعان مسن الإتمام : الإتمام إلى التسعة والإتمام إلى العشرة.

الإتمام إلى العشرة : إن متمم عدد عشري A إلى العشرة هو رقم B إذا أضفناه إلى العدد الأول كانت النتيجة من الشكل 10^N أي $A + B = 10^N$ حيث N عدد 1, 2, 3,

مثال	العدد	المتمم
	1	9
	4	6
	34	66
	101	899

الإتمام إلى التسعة : هو عدد B إذا أضفناه إلى العدد الأول A كانت النتيجة أقل بواحد من 10^N ، أي :

$$A + B = 10^N - 1$$

مثال	العدد	المتمم
	1	8
	4	5
	34	65
	101	898

وبنفس الطريقة يجري تعريف الإتمام إلى اثنين (يُسمى المتمم الثنائي) والإتمام إلى واحد (يُسمى المتمم الأحادي) في النظام الثنائي .

المتمم الثنائي في النظام الثنائي

متمم العدد الثنائي $(1101)_2$ هو العدد الذي إذا أضيف إلى العدد المذكور كانت النتيجة $(10000)_2$. أي $(0011)_2$ لأن :

$$1101 + 0011 = 10000$$

المتمم الأحادي في النظام الثنائي

متمم العدد $(1101)_2$ إلى واحد هو العدد الذي إذا أضيف إلى العدد المذكور كانت النتيجة $(1111)_2$. أي $(0010)_2$ لأن :

$$1101 + 0010 = 1111$$

يمكن الحصول على المتمم الأحادي لعدد ما X بعكس خانات العدد الثنائية (1 مكان 0 و 0 مكان 1). والمتمم الثنائي يساوي المتمم الأحادي مضافاً إليه واحد في الخانة اليمنى.

2-4-2-2 استخدام الإتمام

يستخدم الحاسوب الإتمام لإيجاد حاصل طرح عددين. فمثلاً لطرح العدد 101_2 من العدد 111_2 نجمع متمم الثنائي للعدد 101_2 إلى العدد 111_2 ونهمل الخانة الأخيرة الفائضة عن عدد الخانات الممثلة للعدد فنحصل على النتيجة المطلوبة.

بافتراض أننا نستخدم 16 خانة ثنائية لتمثيل الأعداد الصحيحة

فائِضٌ يُهْمَلُ

[illegible]

2- لتحويل العدد 13_{10} أو 1101_2 إلى القيمة السالبة في النظام الثنائي نحسب متممه الثنائي :

• المتمم الأحادي $0010 > 1101$ -----

• نضيف واحد يصبح العدد مساوياً $0011_2 = -13_{10}$

للتحقق لجمع العددين : $1101 + 0011 = 0000$

و يمثل العدد $13, 13-$ في كلمة من / 16 خانة ثنائية / كما يلي :

$$13_{10}$$

0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	0	1
---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---

$$-13_{10}$$

1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	0	1	1
---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---

3- أوجد التمثيل الثنائي للعدد الثماني السالب $(-6372)_8$ بعدد خانات يساوي 16 خانة ثنائية.

1- نوجد التمثيل الثنائي للقيمة المطلقة للعدد السابق

$$110\ 011\ 111\ 010_2 = 6372_8$$

2- حتى يصبح عدد الخانات الثنائية / 16 / نضيف أصفاراً إلى يسار الرقم :

$$0000\ 110\ 011\ 111\ 010$$

3- نستخدم قاعدة المتمم الثنائي :

- نعكس الخانات $(1111\ 001\ 100\ 000\ 101)$

- نضيف واحداً إلى الناتج نحصل على العدد المطلوب

$$(-6372)_8 = 1111\ 001\ 100\ 000\ 110_2$$

للتحقق نجمع العددين :

$$+ \quad 110\ 011\ 111\ 010_2$$

$$1111\ 001\ 100\ 000\ 110$$

$$0000\ 000\ 000\ 000\ 000$$

2-2-5 تمثيل الأعداد الكسرية في النظام الثنائي

يتكون العدد الكسري من جزأين، الأول يمثل القسم الصحيح من العدد، والثاني يمثل القسم الكسري من العدد. رأينا في الفقرة السابقة كيفية تمثيل القسم الصحيح الموجب والسالب وسنرى فيما يلي كيفية تمثيل الجزء الكسري في الذاكرة.

الجزء الكسري هو عدد b محصور بين 0 و 1 ويُمثل في نظام العد المستخدم ذي القاعدة a بحيث يحقق ما يلي :

$$b = 0.b_1b_2\dots b_m$$

$$b = \sum_{i=1}^m b_i a^{-i}$$

حيث i تدل على ترتيب الرقم الموجود b_i إلى يمين الفاصلة.

فعندما نكتب 0.123 في النظام العشري فإننا نقصد

$$0.123 = 1 \cdot 10^{-1} + 2 \cdot 10^{-2} + 3 \cdot 10^{-3}$$

و لتمثيل الأعداد الكسرية في النظام الثنائي نستخدم القاعدة نفسها فعندما نكتب 0.1 في النظام الثنائي فإننا نقصد المقدار :

$$0.1_2 = 1 \cdot 2^{-1} = (0.5)_{10}$$

وهكذا فإن :

$$0.111_2 = 1 * 2^{-1} + 1 * 2^{-2} + 1 * 2^{-3} = 0.5 + 0.25 + 0.125 = 0.875$$

تمثل الأعداد الكسرية في الحاسوب باستخدام إحدى طريقتين :

- طريقة الفاصلة الثابتة.
- طريقة الفاصلة العائمة.

2-2-5 طريقة الفاصلة الثابتة

تستند طريقة الفاصلة الثابتة (Fixe Point) إلى تمثيل الجزء الكسري الموجود بعد الفاصلة فقط في الذاكرة، إذ لا حاجة إلى تمثيل الصفر قبل الفاصلة وتستخدم الخانة الموجودة في أقصى اليسار لتمثيل إشارة العدد.

وهكذا يمكن تمثيل الجزء الكسري +0.5 بالشكل :

العدد	تمثيل الجزء الكسري	تمثيل الإشارة
+ 0.5	1000000	0

و الجزء الكسري -0.5 بالشكل :

العدد	تمثيل الجزء الكسري	تمثيل الإشارة
- 0.5	1000000	1

ويمكن دمج تمثيل القسمين الصحيح والكسري من الأعداد الكسرية في عدد من الخانات وتوضع إشارة العدد في الخانة الأخيرة. ويجري تقسيم منطقة التخزين بين هذين الجزأين.

القسم الكسري	القسم الصحيح	الإشارة
--------------	--------------	---------

ويمكن تطبيق الإتمام كما لو كنا نتعامل مع أعداد صحيحة.

يبين الجدول التالي تمثيل بعض الأعداد الكسرية بواسطة الفاصلة الثابتة باستعمال 16 خانة ثنائية تُخصّص ثمان منها للقسم الكسري (نفترض أن الفاصلة موجودة بعد الخانة الثامنة) :

العدد في النظام العشري	التمثيل بواسطة الفاصلة الثابتة
1.5	00000001 10000000
-1.5	11111110 10000000

يحدد عدد الخانات الثنائية المخصصة لتمثيل القسم الكسري دقة التمثيل. ففي المثال السابق تُمثل أول خانة من اليمين العدد $a=2^{-8}$ أي إن الفرق بين أي عدد كسري ممثل بهذه الطريقة والعدد التالي سيكون a . تسمح هذه الطريقة بتمثيل مجموعة من الأعداد الكسرية الفارق بين عددين متجاورين فيها هو a .

2-5-2-2 طريقة الفاصلة العائمة

تُستخدم طريقة الفاصلة العائمة (Floating Point) لتمثيل الأعداد الكسرية بدرجة عالية من الدقة، إذ نحتاج إلى استخدام أكبر عدد من الأرقام الدالة على العدد. تستند الطريقة المستخدمة للتمثيل إلى استخدام القاعدة الأساسية لتمثيل الأعداد الحقيقية المشابهة للتمثيل اللوغاريتمي والتي تقوم على تمثيل العدد بالشكل: $X = M * B^E$ حيث :

- M هو الجزء الأعظمي (Magnitude) من العدد ويسمى بالجزء العشري (Mantissa).
- B القاعدة (base) المستخدمة في التمثيل.
- E هو الجزء الأسّي (Exponent).

نورد أمثلة على ترميز أعداد ضمن القاعدة $B=10$:

$$21 * 10^3 = 21000$$

$$-21. * 10^3 = -21000$$

$$21. * 10^{-3} = 0.021$$

$$-21. * 10^{-3} = -0.021$$

نلاحظ أننا لتمثيل القيم الأربع السابقة نحتاج إلى : الجزء العشري من العدد، إشارة الجزء العشري، الجزء الأسّي، إشارة الجزء الأسّي، إضافة إلى معلومتين إضافيتين هما القاعدة المستخدمة التي سنرفعها إلى الأس وموقع نقطة الجذر (radix point) في الجزء العشري. إن الأسس المختلفة المستخدمة لتمثيل الأعداد الكسرية في الحواسيب التجارية هي الثنائي، الثماني، والست عشري.

وباختصار إن تمثيل الأعداد الكسرية في الحاسوب، باستخدام طريقة الفاصلة العائمة، يجري بتمثيل الجزأين الجزء العشري والأسّي للعدد باستخدام طريقة الفاصلة الثابتة (باعتبار النقطة الأسية في أقصى اليمين يكون الجزآن السابقان عددين صحيحين). ولا حاجة إلى تمثيل القاعدة B ضمن العدد لأنه متضمن ضمن دارات الحاسوب.

SE	E	S	M
----	---	---	---



تزداد الدقة في تمثيل العدد $M * B^E$ بازدياد عدد الخانات الثنائية المستخدمة في تمثيل الجزء العشري M ، ثم إن مجال الأعداد التي يمكن تمثيلها يتحدد بالقاعدة المستخدمة B وعدد الخانات المستخدمة في تمثيل الجزء الأسّي E .

إن تمثيل الأعداد بهذه الطريقة لا يعطي شكلاً وحيداً للعدد فمثلاً

$$1000000 * 10^{12} \quad 100 * 10^{16} \quad 0.1 * 10^{19} \quad 1.0 * 10^{18}$$

كلها أشكال مختلفة للعدد نفسه.

عادة نرغب في التعامل مع شكل وحيد معياري للأعداد المثلة بالفاصلة العائمة ضمن الحاسوب. وللحصول على الشكل المعياري للتمثيل بالفاصلة العائمة لعدد (والذي يعني الاحتفاظ بأكبر عدد ممكن من الأرقام الدالة في تمثيل العدد)، نزيح الأرقام الممثلة للجزء العشري للعدد نحو اليسار حتى يكون الرقم الأول الممثل لهذا الجزء ذا دلالة فيه، و نقوم بالمقابل بإنقاص الجزء الأسّي بعدد مرات الإزاحة التي قمنا بها (بافتراض أن الجزء الأسّي يُعبر عن القوة 2).

مثال: عملية تعبير للعدد $125 * 10^{06}$ باستخدام 8 خانات (6 خانات للجزء العشري و 2 خانة للجزء الأسّي).

الجزء العشري						الأسّي	
0	0	0	1	2	5	0	6
0	0	1	2	5	0	0	5
0	1	2	5	0	0	0	4
1	2	5	0	0	0	0	3

ملاحظات :

نواجه بعض المشاكل في تمثيل العدد صفر بهذه الطريقة. فالجزء العشري بالطبع سيكون مساوياً للصفر ولكن يمكن أن يأخذ الجزء الأسّي أية قيمة حيث أن $0 * B^E$ مساوي للقيمة 0 مهما تكن قيمة E .

وغالباً يُعتبر العدد صفراً ، مع قبول خطأ ، عندما يكون الجزء العشري صغيراً جداً وليس مساوياً للصفر.

في حال استخدامنا لـ k بته لتمثيل الجزء الأسّي مع تمثيل إشارته، نستطيع تمثيل الأعداد التي تقع بين 2^{k-1} و $2^k - 1$.

2-3 الانتقال من نظام عد إلى نظام عد آخر

يوجد طريقتان لتحويل تمثيل العدد من نظام إلى آخر :

1- باستخدام جدول التحويل بين نظامي العد فهذا الجدول يقابل كل عدد ممثل في النظام الأول بعدد ممثل في النظام الثاني.

يمثل الجدول (2-7) جدول التحويل بين نظام العد العشري والثنائي، ويحوي التمثيل الثنائي لكل رقم من الأرقام العشرية حسب موقعه في العدد (آحاد، مئات، ...).

الرمز	الآحاد	العشرات	المئات	الألوف
0	0	0	0	0
1	1	1010	1100100	1111101000
2	10	10100	11001000	11111010000
3	11	11110	100101100	101110111000
4	100	101000	110010000	111110100000
5	101	110010	111110100	1001110001000
6	110	111100	1001011000	1011101110000
7	111	1000110	1010111100	1101001011000
8	1000	1010000	1100100000	1111101000000
9	1001	1011010	1110000100	10001100101000

الجدول (2-7) : جدول التحويل بين نظام العد العشري والثنائي

مثال :

تحويل العدد 4750 الممثل في النظام العشري إلى التمثيل الموافق في النظام الثنائي
نأخذ التمثيل الموافق لكل رقم حسب موقعه من جدول التحويل، ثم نجمع الأعداد للحصول
على التمثيل المطلوب :

الرمز	موقعه	التمثيل الموافق
0	آحاد	0
5	عشرات	110010
7	مئات	1010111100
4	ألوف	111110100000

1001010001110

الترميز الموافق هو :

2- التقسيم التالي : إذا كان النظام المراد التحويل منه هو النظام العشري، فالطريقة تركز
على التقسيم التالي للعدد العشري على أساس النظام المراد التحويل إليه، وحفظ الباقي في

سلسلة من الأرقام التي تؤلف الناتج، ونوقف عملية التقسيم عند الحصول على الصفر كناتج لهذه العملية. نرتب الباقي حسب تسلسل عملية القسمة، من الخانة التي في أقصى اليمين (أي التي هي أقل دلالة) لنحصل على العدد الممثل في نظام العد المطلوب.

مثال : لنوجد تمثيل العدد 13 في النظام الثنائي باستخدام طريقة التقسيم المتتالي :

الباقي	الأساس	المقسوم
1	2	13
0	2	6
1	2	3
1	2	1
		0

$$13_{10} = 1101_2$$

2- تحويل الرقم 169_{10} إلى المكافئ في النظام الثماني

نتبع الطريقة العامة بالقسمة على 8

الباقي	الأساس	المقسوم
1	8	169
5	8	21
2	8	2
		0

$$169 = (251)_8$$

2-4 نظام العد الثماني والست عشري

من أنظمة العد المستخدمة غالباً في الحواسيب، نظاما العد الثماني والست عشري.

2-4-1 نظام العد الثماني

يستخدم نظام العد الثماني (Octal Number System) ثمانية أرقام هي 0, 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7 ونلاحظ أن هذه الأرقام تُمثل باستخدام ثلاث خانات ثنائية كما هو مبين :

خانة 3	خانة 2	خانة 1	
0	0	0	= 0
0	0	1	= 1
0	1	0	= 2
0	1	1	= 3
1	0	0	= 4
1	0	1	= 5
1	1	0	= 6
1	1	1	= 7

التحويل من النظام الثنائي إلى الثماني : نجمع كل ثلاث خانات من العدد الثنائي ونستبدلها بالقيمة الموافقة في النظام الثماني لنحصل على العدد الموافق في النظام الثماني.

مثال : ليكن لدينا العدد $(11010)_2$ والمطلوب إيجاد التمثيل الموافق في النظام الثماني

نجمع الخانات ثلاثة ثلاثة في العدد ابتداءً من الخانة اليمنى

مع ملاحظة أن إضافة الخانة 0 إلى يسار العدد لا يؤثر في قيمته

011 010

3 2

القيم الموافقة هي

ومن ثم فإن التمثيل الموافق في النظام الثماني هو : $(11010)_2 = (32)_8$

2-4-2 نظام العد الست عشري

تُغطى أرقام نظام العد الست عشري (Hexadecimal) وهي 0-F باستخدام أربع خانسات ثنائية. ومن ثم، لكي نحول من النظام الثنائي إلى النظام الست عشري نجمع خانسات العدد أربعة أربعة ابتداءً من الخانة اليمنى، ثم نستبدل بكل مجموعة الرقم الموافق من أرقام النظام الست عشري. يبين الجدول (2-8) التحويل بين النظامين الثنائي والست عشري .

النظام الثنائي	النظام الست عشري	القيم العشرية
0000	0	0
0001	1	1
0010	2	2
0011	3	3
0100	4	4
0101	5	5
0110	6	6
0111	7	7
1000	8	8
1001	9	9
1010	A	10
1011	B	11
1100	C	12
1101	D	13
1110	E	14
1111	F	15

الجدول (2-8) : التحويل بين النظامين الثنائي والست عشري

أمثلة :

1- ماذا يقابل الرقم $16(1101)$ في النظام العشري ؟

$$1 * 16^0 + 0 * 16^1 + 1 * 16^2 + 1 * 16^3 = 1 + 0 + 256 + 4096 = (4353)_{10}$$

-2

$$(1101)_2 = (13)_{10} = (d)_{16}$$

3- ليكن لدينا العدد $(1101001)_2$ أوجد التمثيل الموافق في النظامين الثماني والست عشري.

$$\begin{aligned} 1101001 &= (0110 \ 1001)_2 \\ &= 6_{16} \ 9_{16} = (69)_{16} = (105)_{10} \\ &= (001 \ 101 \ 001)_2 \\ &= 1_8 \ 5_8 \ 1_8 = (151)_8 = (105)_{10} \end{aligned}$$

2-5 الترميز العشري المرمز ثنائياً

يقوم الترميز العشري المرمز ثنائياً **Binary Coded Decimal** أو اختصاره **BCD** على استخدام عشرة رموز، ويمثل كل رمز في أربع خانات ثنائية كما هو الحال في نظام العد الست عشري ولكنه يختلف عنه أنه لا يستخدم الأرقام التي تزيد على 9. الرموز المستخدمة فيه هي: 0, 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9 ويمجري ترميز الأعداد التي تزيد عن 9 فيه بصف أرقام من الترميز جنباً إلى جنب.

لتمثيل العدد 725 في النظام العشري المرمز ثنائياً نقوم بما يلي :

- نقوم بفصل الأرقام أي مباعدها مثل (725) 7 2 5
- نحول كل رقم عشري الى رمزه الثنائي

7	2	5
0111	0010	0101

- نضع مجموعة الترميزات الرباعية بعضها إلى جانب بعض، فنحصل على العدد

$$(0111\ 0010\ 0101)_{BCD} = (725)_{10}$$

لتحويل عدد من BCD إلى الترميز العشري :

نقسم العدد الى مجموعات من 4 خانات ثنائية بدءاً من اليمين الى اليسار ونضيف أصفاراً إلى اليسار إذا كان عدد الخانات أقل من 4

نحوّل كل مجموعة إلى مايقابلها في النظام العشري

نرتب الأرقام من اليمين الى اليسار

مثال : $(10000010110)_{BCD}$ نضيف 0 إلى يسار العدد الثنائي الأخير ليصبح 0100

	0100	0001	0110
	4	1	6
$(416)_{10} <===$			

لا بد من الإشارة إلى أننا نحتاج إلى إجراء تصحيح على العمليات الحسابية التي تجري على أعداد ممثلة ضمن هذا الترميز، وذلك لاحتمال الحصول على عدد لا يقع ضمن المجال المعمول به. يجري التصحيح بإجراء عمليات حسابية مناسبة كإضافة العدد 6 إلى الرقم الناتج غير المعمول به.

مثال :

إجراء العملية الحسابية بين عددين مرمزين بالترميز العشري المرمز ثنائياً :

$55 + 99$		
5	5	ناتج جمع
9	9	و
1	5	4 هو

إن العدد 55 يرمز بالـBCD 0101 0101

والعدد 99 يرمز بالـBCD 1001 1001

ناتج عملية الجمع 1110 1110

إن العدد الناتج برقميه EE غير معرف بنظام BCD ولذلك نصصح بإضافة 6 لكل رقم :

0110	0110	
+1	+1	المنقول
0100	0100	الناتج الجزئي
1	0101	0100
1	5	4
		أى

إن ترميز BCD يسهل العمليات الحسابية و المنطقية ضمن الدارات الإلكترونية الرقمية.

3- ترميز المعلومات في الأنظمة الرقمية

3-1 ترميز الحروف

تشمل الحروف الأبجدية بأشكالها المختلفة ، والأرقام، وعلامات الترقيم، والأحرف الخاصة،... الخ. وبوجه عام يجب أن يحقق الترميز المعتمد بعض الشروط، ومن أهم هذه الشروط ما يلي :

- يجب أن يشمل الترميز ترميز الأرقام العشرية 0, 1, 2... بشكل سهل الاستخدام ويسمح بتمييزها بسرعة عن بقية الأحرف.
- يجب أن يسمح الترميز بترميز حروف جديدة خاصة بتطبيق معين.

4- تدقيق المعلومات لحمايتها من الأخطاء

قد تتعرض المعلومات المثلة داخليا بواسطة الأرقام الثنائية لأخطاء ناتجة من تبادل هذه المعلومات بين مكونات الحاسوب، أو نتيجة أعطال في التجهيزات. تتمثل هذه الأخطاء بتغيير خانة ثنائية أو عدة خانات من 0 إلى 1 أو العكس.

ولحماية المعلومات من الأخطاء استُخدمت خانة إضافية للتدقيق. وهي الخانة ذات القيمة الأعلى **MSB (Most significant bit)** والتي لم تستخدم في عملية الترميز. لذلك اعتبرت خانة للمقارنة أو التدقيق، لها دور في حماية المعلومات وتصحيحها.

فمثلاً عند ترميز الحروف باستعمال 8 خانات ثنائية يمكن تخصيص الخانة العليا للتدقيق، وتأخذ هذه الخانة القيمة صفر أو واحد بحيث يكون عدد الوُحَدان في الخانات الثمانية (ومنها خانة التدقيق) زوجياً، وفي هذه الحالة يسمى نظام التدقيق زوجياً **Even Parity**، أو فردياً (نظام التدقيق فردي **Odd Parity**). ويمكن في بعض الحالات، وخاصة عند تبادل المعلومات عبر الشبكات، تخصيص ثمانيات للتدقيق.

مثال :

لنفترض أن المعلومات المرسلة من حاسوب إلى آخر هي الأحرف **A, B, C, D**. يقوم الحاسوب بإرسال هذه السلسلة إضافة إلى حرف التدقيق في نهاية السلسلة. يبين الجدول (2-10) الرموز المعطاة للمعلومات السابقة باعتماد نظام التدقيق الزوجي :

الخانة التدقيق	الرمز الثنائي	الحرف
0	1000001	A
0	1000010	B
1	1000011	C
0	1000100	D
1	0000100	حرف التدقيق

الجدول (2-10) : التدقيق الزوجي

لاحظ أن عدد الخانات التي تحوي الرمز 1 (ومعها خانة التدقيق) زوجي في الترميز المعطى للمحارف وحرف التدقيق.

وباعتماد نظام التدقيق الفردي يصبح الجدول كالتالي :

الحرف	الرمز الثنائي	خانة التدقيق
A	1000001	1
B	1000010	1
C	1000011	0
D	1000100	1
حرف التدقيق	1000011	0

الجدول (2-11) : التدقيق الفردي

5- ضغط المعلومات

إن التضخم الكبير في حجم المعلومات التي يجري التعامل معها، وسعات التخزين الضرورية لها، نبه المهتمين بالمعلومات إلى ضرورة تصغير هذا الحجم. ويُدعى باستخدام بعض التقنيات لضغط المعلومات في أوائل الستينيات بقصد تخزينها أو تبادلها (نقل أكبر كمية من المعلومات في وقت قصير).

تعتمد طرائق ضغط المعطيات على وجود ارتباط بين الرموز المتتالية، ويُعرف ذلك من دراسة إحصائية لتواتر مكونات المعلومات المخزنة والمتبادلة. وقد تؤدي بعض تقنيات الضغط إلى إنقاص الحجم اللازم لتخزين المعلومات إلى أقل من 1% من الحجم الأصلي.

فمثلاً لضغط النصوص يمكن دراسة تواتر الأحرف، وتواتر الثنائيات (حرفان متتابعان)، والثلاثيات،... الخ. وإعطاء رموز لهذه التراكيب. ففي اللغة العربية تتكرر الثنائية "ال" عدداً

كثيراً من المرات في النصوص. فإذا كان لدينا نص يحوي 10000 حرفاً وتكررت فيه الشائبة "ال" 500 مرة فإن إعطاء رمز واحد لهذه الشائبة يعني اختصار 500 ثمانية. وسوف نتطرق إلى تفاصيل تقنيات ضغط المعلومات في مادة "نظرية المعلومات" التي ستدرس في السنوات التالية.



الفصل الثالث

مكونات الحاسوب المادية ومبادئ عملها

مقدمة

ألقينا في الفصل الأول نظرة عامة عن بنية الحاسوب الأساسية ومبدأ عمله . وسوف نستعرض في هذا الفصل مكونات الحاسوب الأساسية بوجه عام، ومبادئ عمل كل منها، وسنتطرق بمزيد من التفصيل إلى مكونات الحاسوب الشخصي المادية، وذلك من حيث التركيب والوظائف .

1- البنية الأساسية لأبسط نظام حاسبي

وجدنا في الفصل الأول أن الحواسيب، وبغض النظر عن حجمها ، تتكون عموماً من وحدة معالجة مركزية ووحدة تخزين ووحدات دخل ووحدات خرج . ويمكن هنا أن نتوسع قليلاً في تفصيل هذه البنية . يبين الشكل (1-3) البنية الأساسية لأبسط نظام حاسبي وليكن مثلاً آلة حاسبة صغيرة، وهي لا تختلف في بنيتها الأساسية عن بنية الحاسوب الكبير .

يتكون النظام في المقام الأول من المكونات التالية :

• وحدة الحساب والمنطق Arithmetic Logic Unit

• ذاكرة تخزين البرنامج ROM

• الذاكرة المساعدة RAM

• وحدة إدخال المعلومات Input Unit

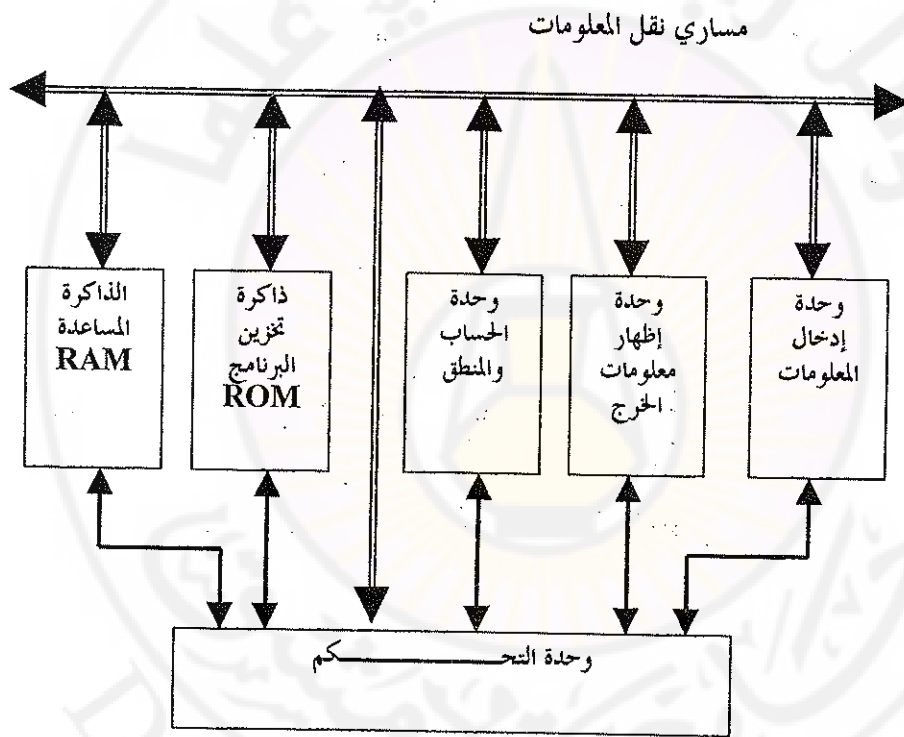
• وحدة إظهار معلومات خرج النظام Output Unit

• مساري نقل المعلومات BUS

• وحدة التحكم Control Unit

• متممات النظام الحاسوبي

سنستطرق في الفقرات التالية إلى شرح مبسط لتلك المكونات، لكننا سنبحث فيها بمزيد من التفصيل في الفقرات اللاحقة في هذا الفصل . ومن الجدير بالذكر أن الأسهم المزدوجة في الشكل (1-3) تشير إلى تبادل المعلومات في الاتجاهين ، أي هناك مداخل ومخارج للمعلومات في الوحدة .



الشكل (1-3) : البنية الأساسية لأبسط نظام حاسوبي

وحدة الحساب والمنطق

تقوم هذه الوحدة بتنفيذ كافة العمليات الحسابية الأساسية البسيطة (جمع ، طرح ، ضرب وتقسيم أرقام صحيحة ، مقارنة بين متحولين ، عمليات منطقية ، الخ . . .) . وتنفيذ عمليات حسابية معقدة مثل اللوغارتم والنسب المثلثية والرفع إلى قوة وغيرها من التوابع الرياضية ، تحتاج وحدة الحساب والمنطق إلى طريقة أو خوارزمية تحدد إليها طريقة تنفيذ تلك التوابع انطلاقاً من العمليات الأساسية البسيطة التي تقوم بها .

ذاكرة تخزين البرنامج ROM

يُخزّن فيها البرنامج الذي يقود عمل النظام الحاسبي البسيط . ويتكون هذا البرنامج من عدد من البرامج الجزئية التي تمثل كل منها خوارزمية محددة تُنفَّذ عند الطلب . وهذه الذاكرة للقراءة فقط، ويجب أن تكون هذه الذاكرة دائمة، لتتمكن من حفظ البرنامج حتى في غياب التغذية الكهربائية اللازمة لتشغيل النظام الحاسبي . وسنبحث الذاكرة ROM بمزيد من التفاصيل لاحقاً . فمثلاً في الآلة الحاسوبية الصغيرة تُخزين برامج العمليات الحسابية (توابع رياضية معينة) التي تقوم بها الآلة ضمن ذاكرة ثابتة ROM بحيث تُنفَّذ تلك البرامج عند ضغط الزر الخاص بكل عملية .

الذاكرة المساعدة RAM

تتلخص مهمة هذه الذاكرة في النظام الحاسبي البسيط في :

- تخزين المعطيات المدخلة تمهيداً لمعالجتها
- تخزين النتائج الجزئية للعمليات الحسابية المنفذة
- تخزين النتائج النهائية الناتجة من العمليات المنفذة تمهيداً لإخراجها أو إظهارها على وحدة خرج النظام .

تختلف هذه الذاكرة عن سابقتها في أنها قابلة للقراءة منها والكتابة فيها . لذلك يمكن استخدام حيز منها لغرض معين، وإعادة استخدام نفس الحيز لاحقاً لأغراض أخرى ، أي يمكن إهمال

المعلومات المخزنة في تلك الذاكرة بعد الانتهاء من العملية المنفذة . ويفقد هذا النوع من الذاكرات محتوياته بمجرد قطع التغذية الكهربائية عنه . وسوف نبحث الذاكرة RAM بمزيد من التفصيل لاحقاً .

وحدة إدخال المعلومات

يجري عن طريق هذه الوحدة إدخال المعلومات (المعطيات و التعليمات) إلى الحاسوب . وهناك وسائل وطرائق عديدة لإدخال المعلومات إلى الحاسوب . وفي الآلة الحاسبة الصغيرة تتمثل وحدة الإدخال بلوحة المفاتيح (الأزرار) في الآلة .

وحدة إظهار معلومات الخرج

يمكن أن تستخدم لإظهار المعطيات المدخلة إلى الحاسوب لمعالجتها، وذلك ليؤكد لنا إدخالها على الوجه الصحيح . كما يمكن أن تستخدم لإظهار النتائج التي وصلت إليها وحدة الحساب والمنطق بعد تنفيذ العمليات الحسابية المطلوبة . وهناك وسائل عديدة للإخراج سيتناولها البحث بالتفصيل لاحقاً . وفي الآلة الحاسبة الصغيرة تتمثل وحدة الإخراج بشاشة الإظهار فيها .

وحدة التحكم

لا بد من وحدة خاصة في الحاسوب تقوم بتنظيم تسلسل العمليات ضمن مكوناته . فلا بد من تلقي المعطيات والأوامر من وحدة الدخل وإظهار بعضها على وحدة الخرج في الوقت المناسب . ولا بد أيضاً لوحدة الحساب والمنطق من البدء في عملها عند استلام المعطيات المناسبة . ولا بد أيضاً من قيام الذاكرات بوضع المعلومات واستلامها ضمن التسلسل المناسب . تقوم وحدة التحكم بضبط تنفيذ تعليمات البرنامج وتتابع العمل وتفعيل المكونات المختلفة للحاسوب في الوقت المناسب . يجري في هذه الوحدة ، ووفق ترتيب معين ، قراءة تعليمة من البرنامج المخزن في ذاكرة تخزين البرنامج ، عن طريق مساري نقل المعلومات ، وترجمة محتواها الرقمي إلى أوامر مناسبة تصدر إلى مكونات الحاسوب المختلفة، لتنفيذ سلسلة من العمليات الأساسية المطلوبة في الوقت المناسب . وعندما ينتهي تنفيذ التعليمة الحالية، تجري قراءة تعليمة أخرى من ذاكرة

تخزين البرنامج وتفسيرها وتحويلها إلى أوامر مناسبة في الحاسوب وهكذا إلى أن تستكمل كافة تعليمات البرنامج المراد تنفيذها .

مساري نقل المعلومات

طبعاً لابد من وجود مسار (عدد من خطوط نقل المعلومات) خاصة تصل بين المكونات الأساسية في النظام الحاسبي . يجري نقل عناوين مواقع البرنامج المطلوب تنفيذه عبر خطوط نقل العناوين ويجري أيضاً نقل محتوى مواقع الذاكرة (من تعليمات ومعطيات) عبر خطوط نقل المعطيات . وتتضمن مساري المعلومات، إضافة إلى خطوط نقل العناوين وخطوط نقل المعطيات، عدداً من الخطوط الأخرى التي تخدم أغراض التحكم، بحيث يحدث انتقاء أو تفعيل الوحدة التي ترسل المعلومات والوحدة التي تستقبل المعلومات .

متطلبات النظام الحاسوبي

هناك عدد من المكونات الأساسية الضرورية لاستكمال النظام الحاسوبي، أهمها وحدة التغذية والعلبة الحاوية لمكونات الحاسوب .

مهمة وحدة التغذية الكهربائية تقديم الطاقة اللازمة والمناسبة لتشغيل كافة مكونات الحاسوب . تعمل مكونات الحاسوب بالتيار المستمر وتحتاج إلى جهود تغذية مختلفة، تقوم غالباً وحدات التغذية بتوفيرها عن طريق تحويل التغذية الكهربائية المتناوبة العامة (220 فولط) إلى تغذية مستمرة ذات جهود متعددة حسب الطلب . وفي الحاسوبات الصغيرة تستخدم البطاريات الجافة لتوفير التغذية المناسبة إليها، أو تستخدم وحدة تغذية خارجية صغير الحجم (يمكن أن تسمى محول) في بعض الأنواع منها .

لابد أخيراً من وعاء أو حاوية مناسبة لتضم بالشكل المناسب مكونات الحاسوب المختلفة ، وقد تكون تلك الحاوية بلاستيكية أو معدنية أو مزيجاً من المعدن والبلاستيك . وغالباً ما تكون حاوية الحاسبات اليدوية الصغيرة مصنوعة من البلاستيك .

2- مكونات الحاسوب المادية الأساسية

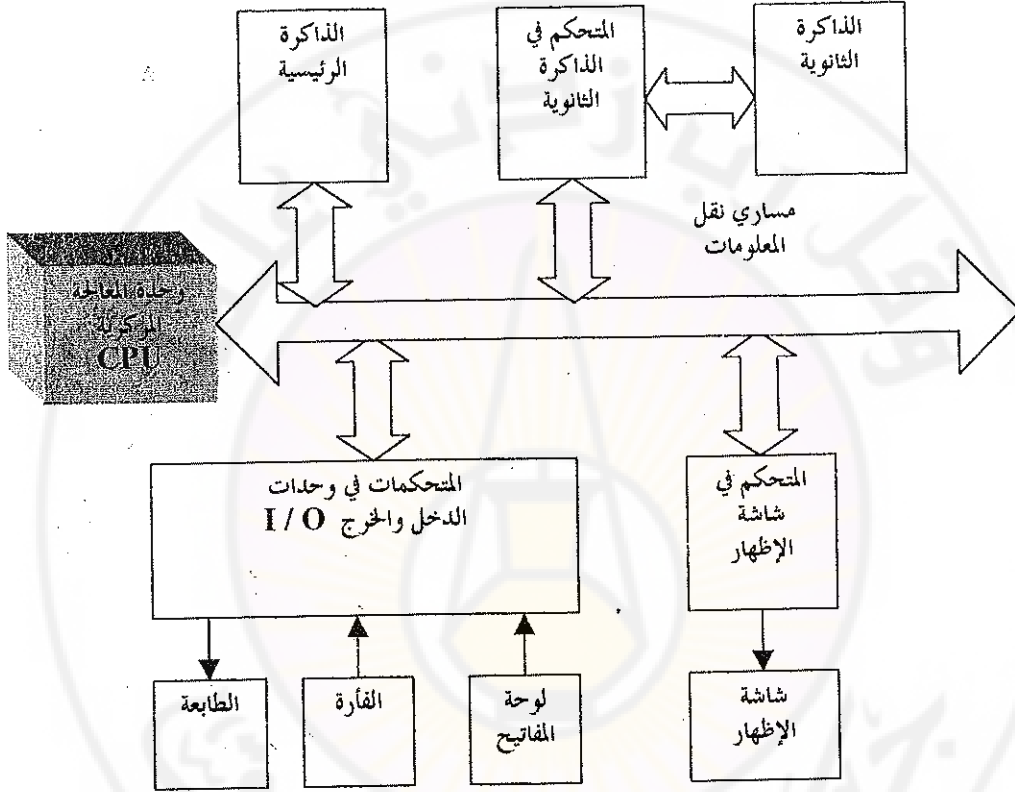
نهدف في هذا الفصل إلى إعطاء فكرة عامة عن المكونات الأساسية لأي نظام حاسوبي . وسوف نركز اهتمامنا في الحاسوب الشخصي لإعطاء فكرة متكاملة عن النظام الحاسوبي . في الواقع لا يوجد اختلاف كبير بين الحواسيب الكبيرة والحاسوب الشخصي من حيث البنية الأساسية . ولكن هناك اختلاف في تركيبة وحدة المعالجة المركزية وفي طريقة عمل نظام التشغيل ونوع بعض محيطيات الحاسوب .

يبين الشكل (2-3) مكونات الحاسوب المادية الأساسية عموماً . وبالمقارنة بالشكل (1-3) نجد أنه قد دُمجت وحدة الحساب والمنطق مع وحدة التحكم، في كتلة أساسية (موجودة في جميع الحواسيب) تسمى وحدة المعالجة المركزية **Central Processing Unit** أو اختصاراً **CPU** . ودُمجت أيضاً الذاكرات في كتلة سميت الذاكرة الرئيسية . وقد أضيفت كتلة خاصة بالذاكرة الثانوية أو المساعدة التي سنوضحها لاحقاً . وجرى تفصيل وحدات الدخل والخرج (شاشة الإظهار ، لوحة المفاتيح ، الفأرة ، طابعة) . وتعتبر الطابعة من محيطيات الحاسوب، لا من مكوناته الأساسية . وسنورد لاحقاً شرح تلك المكونات .

يضاف إلى المكونات الأساسية في الشكل (2-3) عدد من التجهيزات الإضافية المحيطة بالحاسوب والمكملة لعمله، والتي غالباً هي وحدات إدخال وإخراج للمعلومات مثل :

- وسائط طباعة معلومات الخرج : طابعات .
- وسائط طباعة المخططات والرسوم : راسمات .
- وسائط إدخال وإخراج المعلومات الرقمية من وإلى الحاسوب عن طريق وسائط الاتصال السلكية واللاسلكية : موديمات .
- وسائط إدخال صور الوثائق إلى الحاسوب : ماسحات .
- وسائط مساعدة لإدخال وإخراج الأصوات (والإشارات التمثيلية عموماً) عبر الحاسوب ، وهي ترد ضمن مجموعة الوسائط المتعددة **Multimedia** (صوت وصورة) .

وسيتطرق الفصل الرابع إلى شرح مبادئ عمل هذه التجهيزات الخيطة .



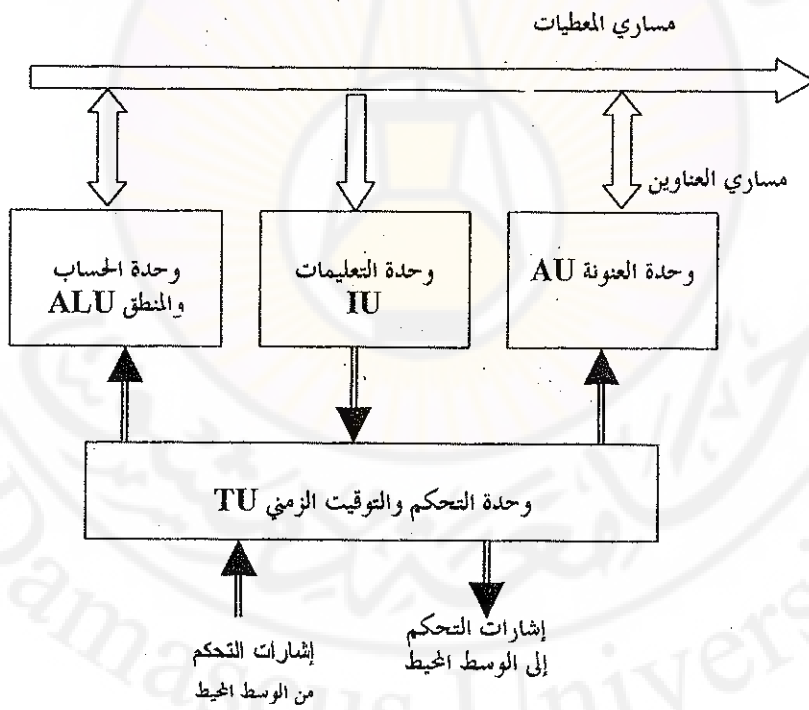
الشكل (2-3) : مكونات الحاسوب المادية الأساسية

1-2 وحدة المعالجة المركزية

تعتبر وحدة المعالجة المركزية أهم مكونات الحاسوب ، ففيها تنفذ كل العمليات الحسابية والمنطقية وتستخرج النتائج ، ويجري عن طريقها التحكم في جميع عمليات إدخال وإخراج المعلومات في الحاسوب . تقوم فلسفة عملها على قراءة تعليمات من ذاكرة البرنامج ، وتفسيرها ،

وتنفيذها ، ثم كتابة النتائج إلى الذاكرة . تتكون هذه الوحدة من وحدتين رئيسيتين هما وحدة الحساب والمنطق ، ووحدة التحكم . تتكون وحدة التحكم بدورها من ثلاث وحدات جزئية هي :

- وحدة العنوان Address Unit .
 - وحدة التعليمات Instruction Unit .
 - وحدة التحكم والتوقيت الزمني Timing Unit .
- يبين الشكل (3-3) البنية الأساسية لوحدة المعالجة المركزية .



الشكل (3-3) : البنية الأساسية لوحدة المعالجة المركزية

2-1-1 وحدة التحكم

تتحكم الوحدات الجزئية الثلاث في وحدة التحكم بتنفيذ تعليمات البرنامج ضمن وحدة المعالجة المركزية وفق مايلي :

يبدأ العمل انطلاقاً من وحدة العنوان التي تحدد عنواناً في الذاكرة لبداية البرنامج المطلوب تنفيذه في لحظة زمنية معينة، ويظهر هذا العنوان على مساري العنوانين Address Bus التي هي أحد مكونات مساري المعلومات المرتبطة بالذاكرة التي تتضمن البرنامج المطلوب تنفيذه. يُجلب محتوى الذاكرة (المؤشر عليه بالعنوان الظاهر على مساري العنوانين) عبر مساري المعطيات (التي هي أيضاً أحد مكونات مساري المعلومات) إلى وحدة التعليمات.

يجري في وحدة التعليمات تفسير التعليمات الواصلة وتسليمها إلى وحدة التحكم والتوقيت الزمني التي تقوم بدورها بإصدار الأوامر المناسبة لتنفيذ التعليمات في وحدة الحساب والمنطق . قد تتضمن التعليمات رمزها وعنوان موقع الذاكرة الذي يتضمن المتحولات أو المعطيات المطلوب معالجتها، فيجري لاحقاً جلبها من الذاكرة عبر مساري المعطيات (تتضمن الذاكرة التعليمات والمعطيات) .

بعد انتهاء تنفيذ العملية المطلوبة تُنقل النتائج إلى المكان المذكور في نفس التعليمات أو التعليمات التي تليها ، وهذا المكان ربما يكون أحد مواقع الذاكرة، أو تخزن مؤقتاً ضمن وحدة المعالجة المركزية في ذاكرة مؤقتة (مجموعة سجلات) .

وهكذا تتكرر العملية على جميع تعليمات البرنامج، فتقوم وحدة العنوان بالانتقال التلقائي إلى العنوان من ثم بعد انتهاء تنفيذ التعليمات السابقة .

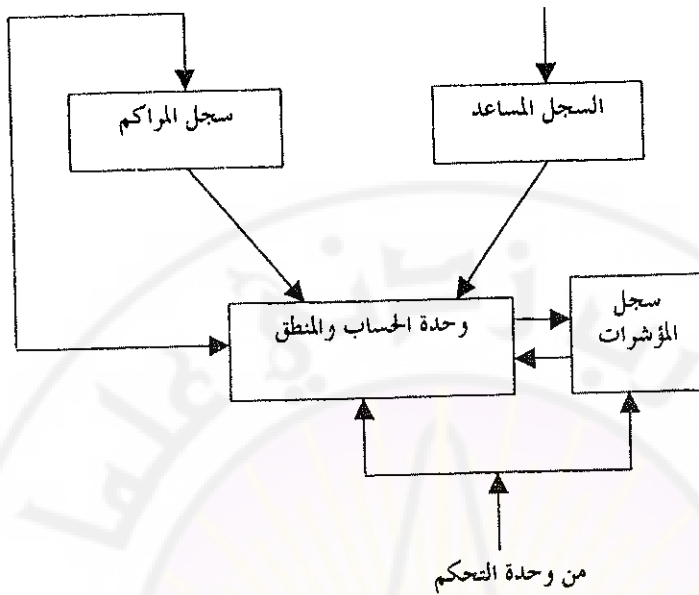
يرتبط عمل وحدة التحكم والتوقيت الزمني بالزمن ، وهي المسؤولة عن التسلسل الزمني لتنفيذ التعليمات ضمن وحدة المعالجة المركزية . فهي تتلقى التعليمات مترجمة إلى أوامر تحكم قابلة للتنفيذ فيها، فتقوم بدورها بضبط التسلسل الزمني للقراءة من الذاكرة وتنفيذ عمليات الحساب، وللتحكم أيضاً في وحدة العنوان لتعلمها بالانتقال إلى عنوان التعليمات التالية في البرنامج بعد انتهاء تنفيذ التعليمات الحالية . وتقوم وحدة التوقيت الزمني بإضافة إلى مهامها

الداخلية بمهام خارجية . فيمكنها أن تتلقى أوامر من الدارات الإلكترونية المحيطة بوحدة المعالجة المركزية بحيث تقاطع عملها وتوجهها من برنامج إلى آخر وغير ذلك من الأوامر الأخرى . كما تصدر بدورها أوامر إلى التجهيزات المحيطة بوحدة المعالجة المركزية مثل الذاكرات ووحدات الدخل والخرج، وتشكل بعض إشارات الخرج عليها جزءاً من مساري نقل المعلومات . تعمل وحدة التحكم بسرعات عالية جداً وقد يقتصر زمن تنفيذ التعليمات الواحدة في بعض المعالجات على زمن أقل من 1ns (واحد نانو ثانية ويساوي جزءاً من ألف مليون جزء من الثانية) .

تحتوي وحدة العنوان على عداد يحدد رقم العنوان الحالي ويزداد العداد آلياً ليشير إلى العنوان من ثم خلال تنفيذ التعليمات الحالية . ويمكن أن يحدث القفز إلى عنوان آخر في الذاكرة بتغيير محتوى هذا العداد عن طريق مساري المعطيات المتصلة بتلك الوحدة وذلك عند توفر التعليمات المناسبة . تتضمن وحدة العنوان وحدة خاصة بإدارة عناوين الذاكرة **Memory Management Unit** مهمتها تنظيم وتسهيل التعامل مع الذاكرة الرئيسية في الحاسوب . يختلف عدد خطوط مساري العناوين من وحدة معالجة أو معالج إلى آخر . فمثلاً هناك معالجات بمسرى عناوين ذي 16 bits ، 20 bits ، 24 bits ، أو 32 bits قادرة على التعامل مع قرابة 4 مليار عنوان مختلف . وسنتطرق بمزيد من التفصيل إلى جميع مكونات وحدة المعالجة المركزية في مادة فيزياء الحواسيب .

2-1-2 وحدة الحساب والمنطق

تقوم وحدة الحساب والمنطق بتنفيذ مجموعة من التعليمات الحسابية والمنطقية . وتتضمن هذه الوحدة مجموعة من السجلات المساعدة (ذاكرة داخلية) تساعد في حفظ العناوين والنتائج المرحلية . يبين الشكل (3-4) آلية عمل وحدة الحساب والمنطق .



الشكل (4-3) : آلية عمل وحدة الحساب والمنطق

يبين الشكل (4-3) وجود سجلين على مدخلي وحدة الحساب والمنطق يسمى أحدهما المراكم **Accumulator** والآخر السجل المساعد ، تخزن فيهما القيم الواجب إجراء العمليات عليها ضمن تلك الوحدة ، ونلاحظ أن خرج الوحدة يمكن أن يعود ويخزن في المراكم أو يوضع على مساري المعطيات . غالباً ما يحدد طول سجل المراكم تسمية وحدة المعالجة . فمثلاً إذا كان طول المراكم 16 bits نقول إن وحدة المعالجة ذات 16 bits ، وتتوفر معالجات بـ 8 bits ، 16 bits ، 32 bits ، 64 bits . كما يبين الشكل وجود سجل المؤشرات **Flags** الذي توضع فيه مؤشرات تصف خرج وحدة الحساب والمنطق . فمثلاً عند جمع قيمتين يوضع في أحد مواقع سجل المؤشرات قيمة تدل على كون الناتج صفراً وفي موقع آخر للدلالة على إشارة الناتج أي كونه موجباً أو سالباً .

2-1-3 مجموعة تعليمات وحدة المعالجة المركزية

تتميز كل وحدة معالجة مركزية ، أو معالج ، بمجموعة من التعليمات التي يمكن أن تتكون من ثمانية واحة byte إلى ثلاث ثنائيات أو أكثر حسب نوع المعالج . فالتعليمة هي سلسلة من الوُحَدان والأصفار تسمى لغة الآلة . تتضمن الثمانية 8 خانات ثنائية يمكنها تمثيل 256 تعليمة مختلفة . تقسم التعليمات التي يمكن أن تنفذها وحدة المعالجة المركزية إلى مجموعات ذات وظائف متشابهة أهمها :

- التعليمات الحسابية : وهي مجموعة التعليمات التي تحقق عمليات الجمع ، الطرح ، الضرب والقسمة ، زيادة القيمة المخزنة في سجل ما بمقدار واحد ، إنقاص القيمة المخزنة في سجل ما بمقدار واحد .
- التعليمات المنطقية : وهي مجموعة من التعليمات التي تحقق العمليات المنطقية AND, NOT, OR, XOR والمقارنة بين محتوى المراكم وسجل آخر . يضاف إلى هذه العمليات عمليات إزاحة نحو اليمين لمحتويات سجل ما والإزاحة نحو اليسار ، وتدوير محتوى السجل .
- تعليمات نقل المعطيات : وهي مجموعة التعليمات التي تحقق عمليات نقل المعطيات من مواقع محددة في الذاكرة إلى السجلات ضمن وحدة المعالجة المركزية كما تحقق النقل بين السجلات الداخلية في الوحدة . يضاف إليها تعليمات إخراج المعطيات من الوحدة وإخراج المعطيات عبر بوابات الدخل/ الخرج المتصلة بالمعالج .
- تعليمات التفريع أو القفز : وهي مجموعة التعليمات التي تغير من تتابع تنفيذ البرنامج . مثل تعليمات القفز المشروطة بنتيجة عملية سابقة أو بقيمة معينة أو القفز غير المشروط . كما تضم تعليمات طلب البرامج الجزئية والعودة من البرامج الجزئية إلى البرنامج الرئيسي .

طبعاً لا يمكن كتابة البرنامج بلغة الآلة لصعوبة التعامل مع الوحدات والأصفار . لذا عُرِّفَت لغة برمجة تسمى لغة المجمّع Assembly Language ، تعطي رمزاً من ثلاثة أو أربعة حروف لكل تعليمة وتكتب المعطيات بالشكل الست عشري . يبين الجدول (1-3) أمثلة توضيحية عن لغة المجمّع .

التعليمة	العمليات التي تنفذ
ADD B	جمع محتوى السجل B إلى سجل المراكم
MOV B,A	نقل محتوى السجل B إلى السجل A
LDA 1000	نقل محتوى موقع الذاكرة ذي العنوان 1000H إلى المراكم (العنوان 1000H يعني العنوان ذا الرقم 4000 عشري)

الجدول (1-3)

2-1-4 المعالجات الصغرية

المعالج الصغري Microprocessor هو وحدة معالجة مركزية مع توابعها، متوضعة ضمن دائرة إلكترونية واحدة . يعتبر المعالج الصغري النواة المركزية للحاسوب الشخصي ، فهو يتحكم في جميع مكونات النظام الحاسوبي ويوفر له إمكان تحقيق الوظائف الحسابية والمنطقية المختلفة . يحصل المعالج على المعطيات بالرجوع إلى الذاكرات المتصلة به ووحدات الدخل خرج I/O ، ويستجيب لإشارات التحكم الواردة من العناصر المحيطة بالمعالج . يبين الشكل (3-5) المعالج الصغري وخطوط وصله بالوسط الخارجي .

يوجد في الأسواق عدد كبير من المعالجات الصغيرة التي تنتجها شركات عالمية متعددة . ومن أهم هذه المعالجات عائلتان الأولى من إنتاج شركة Motorola وتستخدم في الحواسيب الشخصية من طراز مآكتوش Macintosh والثانية من إنتاج شركة Intel وتستخدم في الحواسيب الشخصية التي تنتجها شركة IBM والحواسيب المتوافقة معها التي تنتجها شركات أخرى . تعتبر عائلة معالجات Intel أكثر شهرة من عائلة معالجات Motorola .

وبين الجدول (2-3) أشهر معالجات شركة Intel .

طراز المعالج	طول السجلات	مساري العنوانين	مساري المعطيات	حيز العنوانين المتاح
8085	16 bits	20 bits	8 bits	1 Mbytes
8086	16 bits	20 bits	16 bits	1 Mbytes
80186	16 bits	20 bits	16 bits	1 Mbytes
80286	16 bits	24 bits	16 bits	16 Mbytes
i386SX	32 bits	24 bits	16 bits	16 Mbytes
i386DX	32 bits	32 bits	32 bits	4 Gbytes
i486	32 bits	32 bits	32 bits	4 Gbytes
Pentium	32 bits	32 bits	64 bits	4 Gbytes

الجدول (2-3) : أشهر معالجات شركة Intel

يتعلق حيز العنوانين المتاح للمعالج بعدد خطوط مساري العنوانين ، فمثلاً عندما يكون عددها 20 فإن الحيز المتاح يساوي إلى 20*2 أي 1 Mbytes . تعمل المعالجات المذكورة في الجدول (2-3) بسرعات متعددة تقع ضمن المجال 300-6 MHz . وأسرعها في الوقت الراهن المعالج Pentium وهو المعالج السائد حالياً في الحواسيب الشخصية المتوافقة مع حواسيب IBM الشخصية .

2-2 الذاكرة الرئيسية وأنواعها

يقصد بالذاكرة الرئيسية في الحاسوب الذاكرة المتصلة مباشرة بالمعالج عن طريق مساري المعلومات ، وهذه الذاكرة صغيرة الحجم ومصنوعة من مادة نصف ناقلة Semiconductor وتتميز بزمان نفاذ Access Time صغير . تشرح هذه الفقرة أنواع الذاكرات من حيث طريقة الكتابة والقراءة فيها ومن حيث حفظها للمعلومات . كما تصف الأنواع الأخرى من الذاكرات التي تعمل مباشرة مع المعالج وهي ذاكرة نظام الدخل / الخرج الأساسي وذاكرة محددات النظام والذاكرة المخفية . وسنتطرق لاحقاً إلى الذاكرات الموجودة على الأقراص المغنطة ، وهي ذات زمن نفاذ كبير نسبياً ، ضمن فقرة الذاكرة الثانوية .

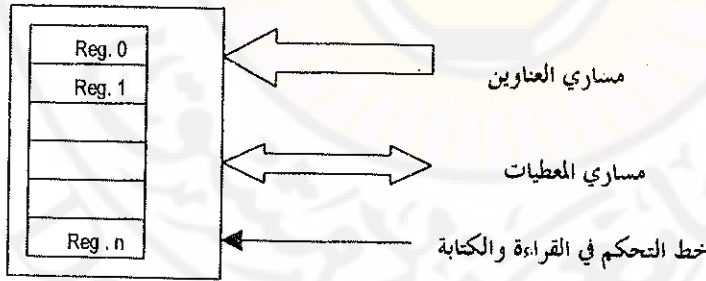
2-2-1 أنواع الذاكرات

يطلق على مجموعة التعليمات التي تستخدم لتنفيذ خوارزمية معينة اسم البرنامج . وتُخزن البرامج والمعطيات المراد معالجتها في الذاكرة . فالذاكرة هي مجموعة من السجلات ذات طول محدد سلفاً . وجدنا في الفصل الثاني أن الحروف تُرمز بكلمة ذات ثنائي خانة ثنائية ، وهذا الطول مناسب جداً لسجلات الذاكرات . ومن ثم تضم الذاكرة مجموعة من السجلات المتساوية الطول ، طول كل منها 8 bits . يمكن الوصول إلى أي موقع من مواقع الذاكرة باستخدام عنوان وحيد لذلك الموقع . تسمى عملية تخزين المعطيات في الذاكرة بعملية الكتابة Write ، وتسمى عملية الحصول على القيمة المخزنة في الذاكرة بعملية القراءة Read . يبين الشكل (3-6) مخططاً صندوقياً للذاكرة قابلة للقراءة والكتابة متضمنة $n+1$ سجلاً . ونلاحظ وجود مساري العناوين (دخل) ، ومساري المعطيات (دخل/خرج) ، وخط تحكم في القراءة والكتابة (يجري في لحظة ما إما الكتابة في الذاكرة أو القراءة منها) .

إذا كانت لدينا ذاكرة بسعة 1 K byte (1024 سجلاً) يلزم 10 خطوط ضمن مساري العناوين و 8 خطوط للمعطيات . على حين للذاكرة بسعة 4 K byte يلزم 12 خطاً ضمن مساري العناوين .

يمكن تحقيق ذاكرة ذات سعة كبيرة وطول كلمة أكبر من 8 bits وذلك عن طريق تجميع عدة ذاكرات معاً لتحقيق السعة المطلوبة مقدرة بـ K byte ، و طول الكلمة المطلوب مقدراً بعدد البتات . فيمكن مثلاً تحقيق ذاكرة ذات سعة 4 K byte وطول كلمة 32 bits باستخدام 4 ذاكرات سعة كل منها 4 K byte . ويمكن تحقيق ذاكرة 16 K byte باستخدام 4 ذاكرات سعة كل منها 4 K byte .

تتميز الذاكرات ، إضافة إلى سعتها وطول كلمتها ، بمحددتين هما : زمن النفاذ access time وزمن الكتابة write time . يعرف زمن النفاذ بأنه الفاصل الزمني ما بين لحظة تطبيق عنوان السجل المراد قراءة محتواه ولحظة ظهور هذا المحتوى على خرج الذاكرة (على خطوط المعطيات) . وزمن النفاذ ثابت لكافة مواقع الذاكرة . أما زمن الكتابة فهو الزمن اللازم لتسجيل المعطيات في أي سجل في الذاكرة بعد تطبيق قيمة العنوان ، ومعطيات الدخل ، وإشارة التحكم في الكتابة وقبل التسجيل الفعلي لمعطيات الدخل . يقدر زمن النفاذ بـ ns (النانو ثانية : جزء من مليار من الثانية) ويبلغ زمن النفاذ في الذاكرة الرئيسية المتوفرة في الحاسوب الشخصي بـ 60 ns (DRAM) ، وتوجد ذاكرات ذات زمن نفاذ يساوي 10 ns (SRAM) . وغالباً يكون زمن الكتابة أصغر من زمن النفاذ ومن ثم تُميّز الذاكرات بزمن النفاذ .



الشكل (6-3) : مخطط صندوقي لذاكرة قابلة للقراءة والكتابة

تصنف الذاكرات من حيث الكتابة والقراءة في نوعين رئيسيين هما :

- ذاكرات من نوع RAM (ذات وصول عشوائي Random Access Memory)
 كتلك المشروحة آنفاً ، والتي يمكن الكتابة فيها والقراءة منها ، ويدل اسمها على طريقة الوصول إلى مواقعها المختلفة ولا يشير إلى كونها قابلة للكتابة والقراءة . وتفقد هذه الذاكرات محتواها بمجرد قطع التغذية الكهربائية عنها . ويوجد منها صنفان : ذاكرة ساكنة Static RAM ويرمز إليها بـ SRAM وذاكرات ديناميكية Dynamic RAM ويرمز إليها بـ DRAM . الذاكرات الديناميكية أرخص من الساكنة وذات زمن نفاذ أعلى نسبياً . تحافظ الذاكرة الساكنة على محتواها مادامت هناك تغذية كهربائية مطبقة عليها ، على حين تفقد الذاكرة الديناميكية محتواها بعد مدة قصيرة ، ولا بد من قراءة محتواها وإعادة كتابته (refresh) دورياً .
- ذاكرات من نوع ROM (ذاكرات قراءة فقط Read Only Memory) . وهي ذاكرات تجري برمجتها ، أي الكتابة فيها ، مرة واحدة في المصنع وتبقى محتفظة بمحتواها حتى في غياب التغذية الكهربائية عنها ، ومن ثم لا حاجة إلى احتوائها على مدخل تحكم في القراءة والكتابة R/W . وهذا النوع أيضاً ذو وصول عشوائي إلى أي موقع فيها مثل الذاكرة RAM . هناك ذاكرات قراءة فقط ، يمكن برمجتها مرة واحدة لدى المستخدم تسمى Programmable ROM أو اختصاراً PROM وتحتاج إلى أداة خاصة لبرمجتها . وهناك أيضاً ذاكرات قراءة فقط يمكن محو محتواها وإعادة برمجتها عدداً كبير من المرات لدى المستخدم تسمى Erasable PROM أو اختصاراً EPROM وتحتاج إلى أداة خاصة لمحو محتواها (يجري المحو باستخدام الأشعة فوق البنفسجية) وبرمجتها . وهناك أخيراً ذاكرات قراءة فقط يمكن إعادة برمجتها كهربائياً على نفس الدارة الكهربائية الموضوعة ضمنها خلال عملها وتسمى Electrically EPROM أو اختصاراً EEPROM .

2-2-2 ذاكرة نظام الدخل / الخرج الأساسي

يوجد في الحاسوب الشخصي ذاكرة ROM موصولة بمساري المعلومات مع المعالج ، تسمى ذاكرة نظام الدخل/الخرج الأساسي Basic Input / Output System أو اختصاراً BIOS . وواضح من اسمها أنها تتضمن برامج التعامل مع وحدات الدخل / الخرج في الحاسوب مثل لوحة المفاتيح وسواقات الأقراص الصلبة والمرنة و بوابات الدخل والخرج الموجودة في الحاسوب ، إضافة إلى برنامج استنهاض أو إقلاع الحاسوب . ويعتبر الـ BIOS نظام تشغيل أساسي لتنظيم العمليات الأساسية في الحاسوب مثل الولوج إلى التجهيزات الخيطة بالحاسوب ووحدات التخزين الواسعة (الذاكرة الثانوية) . ونشير هنا باختصار إلى عملها، فبمجرد وصل التغذية إلى الحاسوب يبدأ بالعمل برنامج ضمن ذاكرة BIOS يسمى برنامج الاختبار الذاتي Power On Self Test أو اختصاراً POST وهو يفحص المكونات الداخلية للحاسوب بالترتيب الآتي :

- فحص المعالج وسجلاته الداخلية
 - فحص مساري المعلومات والذاكرات
 - فحص بطاقة المتحكم في الشاشة، ولوحة المفاتيح
 - تعرف السواقات المرنة والصلبة والتحقق من وجودها
- ثم يبدأ برنامج الإقلاع Bootstrap الذي يبحث عن نظام التشغيل على السواقة المرنة أو الصلبة وينقله إلى الذاكرة الرئيسية RAM حيث يبدأ نظام التشغيل بالعمل والسيطرة على الحاسوب ، ومن ثم تمكين المستخدم من تنفيذ التطبيقات البرمجية التي يريدها .

2-2-3 ذاكرة محددات النظام

هناك ذاكرة RAM يترافق عملها مع عمل ذاكرة BIOS . تُخزن في هذه الذاكرة المحددات الأساسية للحاسوب مثل : الأقراص المرنة والصلبة الموجودة في الحاسوب وسعة كل منها ، نوع بطاقة المتحكم في الشاشة ، التاريخ ، التوقيت (تتضمن ساعة توقيت) ، توقيت صيفي

شئوي ، القرص الذي يحتوي نظام التشغيل ، كلمة المرور إلى النظام Password (إذا رغبنا في منع الدخول إلى النظام إلا للأشخاص المخولين الدخول إليه) ، عناوين البوابات التسلسلية والتفرعية ، تنظيم الذاكرة ، تفعيل أو إبطال مفعول بعض طلبات المقاطعة ، فحص وجود لوحة المفاتيح وتحديد معدل تكرار ضغط المفاتيح ، وغيرها من محددات النظام الأساسية . هناك برنامج مخزن في ذاكرة BIOS يسمح للمستخدم بالدخول إلى هذه الذاكرة وتعديل محتوياتها وذلك عند بدء استنهاض الحاسوب ويسمى برنامج الإعداد Setup program . يقوم برنامج الفحص الأساسي الموجود في ذاكرة BIOS عند بداية الإقلاع بفحص مكونات الحاسوب والتحقق من مطابقتها لما هو معرف في ذاكرة محددات النظام . وفي حال وجود خطأ في تعريف مكونات الحاسوب يوقف النظام عملية الإقلاع ويعطي رسالة الخطأ المناسبة . وسوف يُستعرض برنامج الإعداد خلال الجلسات العملية للمادة .

للمحافظة على هذه المعلومات مخزنة ضمن ذاكرة محددات النظام حتى بعد فصل التغذية الكهربائية عنها، ولتجنب إعادة إدخالها عند كل تشغيل للحاسوب، تُزود هذه الذاكرة ببطارية لتغذيتها على الدوام (بطارية 3 أو 3.6 فولط) . تُصنع هذه الذاكرة من نوع من مواد أنصاف النواقل يسمى CMOS يستهلك طاقة كهربائية قليلة جداً ، ومن ثم تكفي البطارية الصغيرة لتغذية هذه الذاكرة مدة 3-5 سنوات متتالية . تُسمى هذه الذاكرة BIOS CMOS RAM .

تتضمن هذه الذاكرة أيضاً ساعة توقيت تعمل دائماً (بسبب وجود البطارية الداخلية) لإعطاء التوقيت والتاريخ الضروريين لأنظمة التشغيل ، وذلك لتحديد تاريخ إنشاء الملفات أو تاريخ آخر تعديل أُجري عليها .

2-2-4 الذاكرة الرئيسية

الذاكرة الرئيسية في الحاسوب هي ذاكرة من نوع DRAM . الحد الأدنى للذاكرة الرئيسية في الحواسيب الشخصية هو 1 Mbytes . تستخدم الذاكرة الرئيسية في الحاسوب لعدة أغراض نذكر منها :

- تخزين برامج نظام التشغيل للحاسوب (نظام DOS أو Windows) في حيز خاص .
 - تخزين البرامج التطبيقية المراد تنفيذها في حيز آخر من الذاكرة .
 - التعامل مع وحدات الدخل / الخرج ، وله حيز ثالث .
 - تخزين البرامج التطبيقية المطلوب تنفيذها ضمن بيئة أنظمة تشغيل متطورة ، في حيز رابع.
- فعندما نرغب في تنفيذ برنامج تطبيقي ما ، نُنقل النسخة التنفيذية من البرنامج (من الذاكرة الثانوية) إلى الموقع المناسب في الذاكرة الرئيسية RAM ويجري تنفيذه من هناك ، فإذا كانت سعة الذاكرة غير كافية لاستيعاب كامل البرنامج، يُنقل جزء من البرنامج إلى الذاكرة الرئيسية وينفذ ثم يُستدعى جزء آخر إلى أن ينتهي البرنامج . وعند استخدام نظام التشغيل Windows تؤدي زيادة سعة الذاكرة الرئيسية إلى زيادة سرعة تنفيذ البرامج . حالياً ، ومع انخفاض أسعار الذاكرات، أصبح من الطبيعي وجود ذاكرة رئيسية 32 Mbytes أو 64 Mbytes ضمن الحاسوب الشخصي .

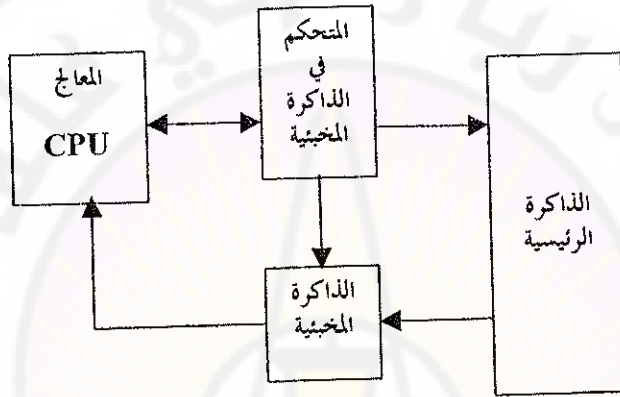
2-2-5 الذاكرة المخفية

تعمل المعالجات بسرعة عالية جداً . فمثلاً في معالج يعمل على إشارة ساعة (توقيت) ذات تردد 50 MHz وبافتراض أن المعالج يحتاج إلى زمن قدره 40 ns لتنفيذ أبسط تعليمة ، وهذا الزمن أقل بكثير من زمن النفاذ في الذاكرة الرئيسية للحاسوب (بافتراض زمن نفاذ الذاكرة 100 ns)، لابد للمعالج من الانتظار حتى تتم قراءة التعليمات من الذاكرة الرئيسية . ولتجنب هذه المشكلة تستخدم ذاكرة SRAM ذات زمن نفاذ قليل بحدود 10 ns لتعمل كخزان مساعد للذاكرة الرئيسية وتسمى الذاكرة المخفية Cache Memory . تتوضع الذاكرة المخفية بين الذاكرة الرئيسية والمعالج كما هو مبين في الشكل (3-7) الذي يبين مبدأ عمل الذاكرة المخفية والمتحكم فيها .

تُحفظ المعلومات ، التي قرأها المعالج حديثاً من الذاكرة الرئيسية ، في الذاكرة المخفية ومن ثَمَّ يمكن الوصول إليها بسرعة كبيرة . إذا طلب المعالج قراءة معلومات جديدة من الذاكرة الرئيسية فإن المتحكم في الذاكرة المخفية (المتوضع على مساري العنوانين بين الذاكرة

الرئيسية والمعالج) يبحث عن تلك المعلومات ضمن الذاكرة المخفية ، فإذا كانت موجودة تُنقل مباشرة إلى المعالج ، وإلا فإن المتحكم في الذاكرة المخفية يقرأها من الذاكرة الرئيسية وينقلها مباشرة إلى المعالج .

أما إذا أراد المعالج كتابة معلومات في الذاكرة فإنه يكتبها أولاً في الذاكرة المخفية بسرعة عالية ، ثم يقوم المتحكم في الذاكرة المخفية بنقلها إلى الذاكرة الرئيسية .



الشكل (7-3) : مبدأ عمل الذاكرة المخفية والمتحكم فيها

تتضمن المعالجات الصغيرة الحديثة ، مثل i486 و Pentium ، ذاكرة مخفية داخلية قدرها 8 Kbytes مع المتحكم الخاص بها . لكن مع ذلك تستخدم حالياً في الحواسيب الشخصية ذاكرة مخفية خارجية ذات سعة 512 Kbytes .

2-2-6 وحدة الدخول المباشر إلى الذاكرة

يتكرر نقل كميات كبيرة من المعلومات من وحدات الدخل المحيطة بالحواسب إلى الذاكرة الرئيسية . يحدث ذلك مثلاً عند نقل برنامج تطبيقي من القرص الصلب أو القرص المرن (الذاكرة الثانوية) إلى الذاكرة الرئيسية . في هذه الحالة ينقل المعالج المعلومات من الذاكرة الثانوية إلى سجلات المعالج ، ثم ينقلها إلى الذاكرة الرئيسية . وبالعكس يجري نقل المعلومات

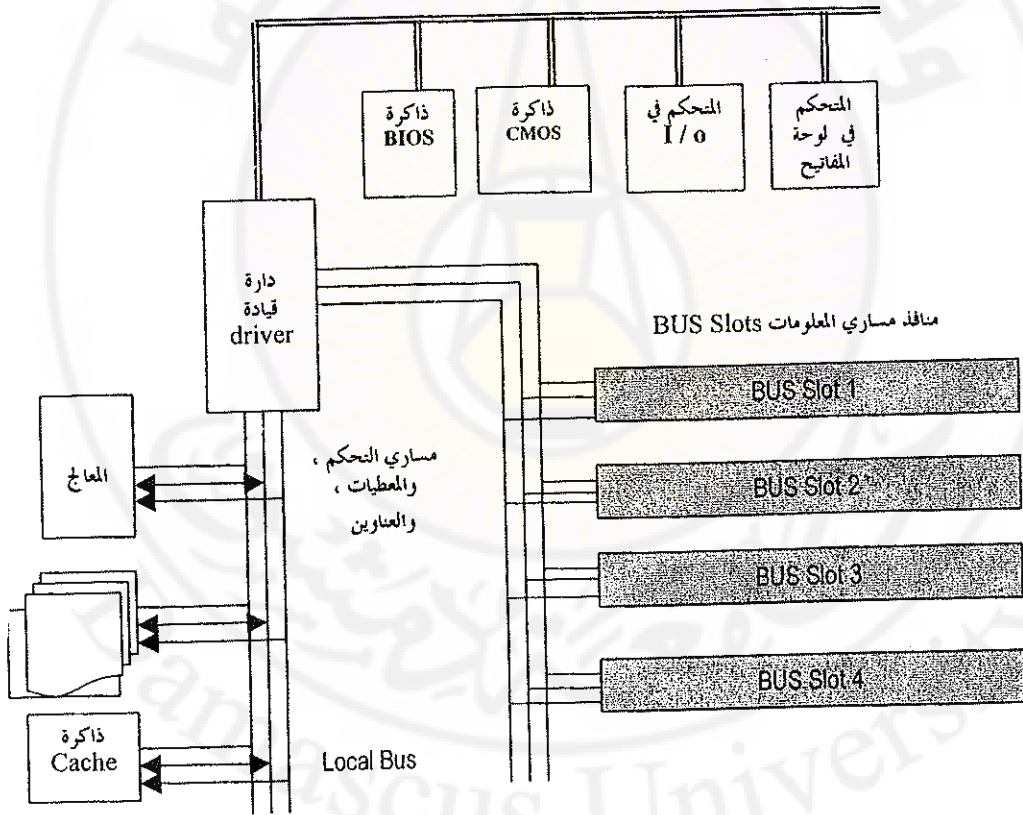
من الذاكرة الرئيسية إلى الذاكرة الثانوية عن طريق المعالج . تؤدي هذه العملية إلى تبديد وقت المعالج و شغله بعمليات بسيطة . ولعلاج هذه المشكلة استتبطت دائرة خاصة تنشئ ممر معلومات إضافياً بين الذاكرة الرئيسية والذاكرة الثانوية . تسمى هذه الدائرة المتحكم في الدخول المباشر إلى الذاكرة **Direct Memory Access** ويرمز إليها بـ **DMA** . بوجود المتحكم **DMA** يجري نقل المعلومات عبر مساري المعطيات **Data Bus** مباشرة بين الذاكرة الرئيسية والذاكرة الثانوية ، دون مرورها بسجل المعالج ، ويقتصر عمل المتحكم **DMA** على تقديم مساري العنوان وخطوط التحكم، وبهذا يتحرر المعالج من المساهمة المباشرة في عمليات نقل المعلومات . لكن لا بد من الإشارة إلى أن المعالج يقود عملية النقل دون أن تجري عن طريق سجلاته ، ويعلم المعالج بانتهاء عملية النقل في حينها .

في المعالجات الحديثة تُسند إلى المتحكم في الدخول المباشر إلى الذاكرة مهمة أخرى هي نقل المعطيات بين أجزاء مختلفة في الذاكرة الرئيسية (نقل معطيات من مكان إلى آخر) .



2-3 مساري نقل المعلومات

يجري الربط بين المكونين الأساسيين للحاسوب ، المعالج والذاكرة الرئيسية ، عن طريق خطوط أو مساري نقل المعطيات ، ومساري نقل العناوين ، ومساري خطوط التحكم . يعنون المعالج الذاكرة الرئيسية بواسطة مساري العناوين **address bus** ، في حين يجري نقل محتويات الذاكرة عبر مساري المعطيات **data bus** ، وتعمل خطوط أو مساري التحكم **control bus** على التحكم في عملية النقل . تولّد إشارات التحكم الضرورية بواسطة المتحكم في المساري **bus controller** تبعاً لتعليمات ترد من المعالج . تسمى المساري الثلاثة بمساري



الشكل (8-3) : مساري المعلومات في الحاسوب .

المعلومات في الحاسوب، ويمكن أن نشير إليها بكلمة مسار فقط .
يتضمن الحاسوب الشخصي على اللوحة الأم أو اللوحة الرئيسية Motherboard عدداً من المنافذ Slots (يمكن أن تسمى مأخذ أيضاً) الخاصة بمساري المعلومات ، والتي يمكن استثمارها لإضافة مكونات مادية مختلفة للحاسوب (بطاقات إلكترونية مختلفة) . يبين الشكل (3-8) رسماً تخطيطياً لمساري المعلومات ومنافذ مساري المعلومات في الحاسوب .

لتجنب أخطاء النقل على مساري المعلومات تستخدم دارات قيادة drivers لتعزيز إشارات مساري المعلومات على مرابط مكونات الحاسوب المختلفة (المعالج والذاكرة الرئيسية ، ذاكرات BIOS و CMOS والمتحكمات في وحدات الدخل / الخرج) ، مهمتها الحفاظ على إشارات مساري المعلومات اللازمة لذلك المكون . تسمى المساري التي يربط إليها المعالج بالمساري المحلية Local Bus وتُنقل المعلومات عبرها بسرعة عالية قريبة من سرعة المعالج، على حين تعمل باقي المساري بسرعة أصغر من سرعة عمل المعالج .

هناك أنواع مختلفة من مساري المعلومات في الحواسيب الشخصية حسب الشركة المصنعة و نوع المعالج المستخدم فيها والتطور الذي طرأ عليها، وهي مبنية وفق الجدول (3-3) . وتتضمن تفاصيل كثيرة لا مجال لذكرها هنا، إذ نهدف إلى التبسيط قدر الإمكان في هذا الكتاب، ويمكن العودة إلى المراجع لتعرف مزيد من التفاصيل عن مساري المعلومات وأنواعها وتفاصيل ومزايا كل نوع . خلال العمل على الحاسوب (ضمن نظام التشغيل الخاص به) لا يهتم المستخدم نوع المساري الموجودة فيه ، ويهتم بهذه الأمور العاملون في برمجة نظام التشغيل أو الذين يعملون على مستوى الكيان المادي للحاسوب .

اسم المساري BUS	عدد خطوط المعطيات bits	عدد خطوط العناوين bits	معدل نقل المعطيات Mbytes/s	ملاحظات
AT	8 / 16	20	6-8.33	من شركة IBM ، غير معياري
ISA / AT	16	24	8.33	جسري تقييس AT بواسطة ISA
EISA	32	32	33	متوافق مع ISA
MCA	16/32	32	20	من شركة IBM
PCI	32	64	133 / 266	طور من قبل شركة Intel

الجدول (3-3) : بعض أنواع مساري المعلومات

أسماء المساري واختصاراتها :

ISA : Industrial Standard Architecture

EISA : Extended ISA

MCA : MicroChannel Architecture

PCI : Peripheral Computer Interconnection

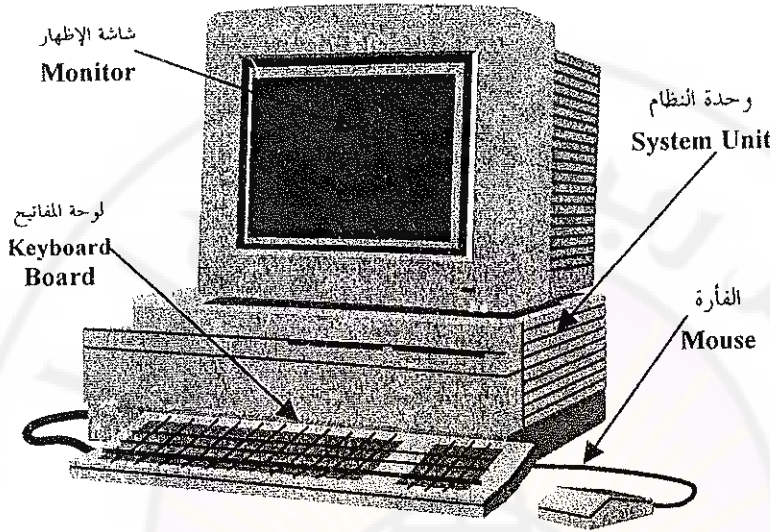
تتضمن الحواسيب الشخصية المتوافقة مع حواسيب IBM مساري معلومات من الأنواع الثلاثة : ISA, EISA, PCI معاً على نفس لوحة الحاسوب الرئيسية . فهناك مثلاً ثلاث منافذ ISA / EISA و أربع منافذ PCI . وتستخدم منافذ مساري المعلومات في الحاسوب لوضع بطاقات الكترونية (بعضها متوافق مع مساري نوع ISA أو EISA والبعض الآخر

مساري من نوع PCI حسب الشركة المصنعة للبطاقة) تؤدي وظيفة معينة مثل بطاقة إدخال / إخراج الصوت إلى الحاسوب ومنه ، بطاقة التحكم في شاشة الإظهار ، بطاقة التحكم في ماسح الصور ، بطاقة معالجة الصورة ، بطاقة وصل بشبكة نقل معلومات ، بطاقة التحكم في آلة ما ، . . . الخ .

مساري المعلومات PCI هي أحدث طراز ، وقد أوجدتها شركة Intel بهدف التمكن من نقل المعلومات عبر هذه المساري بسرعة عالية تتماشى مع السرعة التي يجري العمل بها ضمن المساري المحلية Local bus للمعالج ، أنظر الشكل (3-8) . تتميز المساري من نوع PCI بالعمل بسرعة عالية تصل في شروط العمل المثالية إلى 266 Mbytes / s .

2-4 وحدات الدخل / الخرج

وجدنا أن المعالج يقوم بمعالجة المعلومات وفق ما تحدده تعليمات البرنامج ، لكن لا بد من كتابة أو إدخال البرنامج وتزويده بالبيانات المطلوبة والحصول على نتائج المعالجة . ولما كان الحاسوب يتعامل مع لغة الآلة (وحدات وأصفار) ، التي لا يمكن الإنسان أن يتعامل معها على نطاق واسع ، كان لا بد من وجود مترجمات أو وحدات توافق بين الإنسان والآلة ، مهمتها تحويل بيانات الدخل من أشكال اللغات الطبيعية التي يفهمها ويتعامل معها الإنسان إلى لغة الآلة التي يتعامل بها الحاسوب . يتوفر للحاسوب عدد من وحدات الدخل مثل لوحة المفاتيح لإدخال المعلومات النصية ، الفأرة ، ماسح الصور لإدخال الصور إلى الحاسوب . كما يتوفر للحاسوب عدد من وحدات الخرج مثل شاشة الإظهار والمراقبة ، طابعة النصوص ، راسمة المنحنيات والرسوم الهندسية . يبين الشكل (3-9) صورة لحاسوب شخصي يتضمن وحدة النظام وشاشة الإظهار ولوحة المفاتيح والفأرة .



الشكل (3-9) : حاسوب شخصي

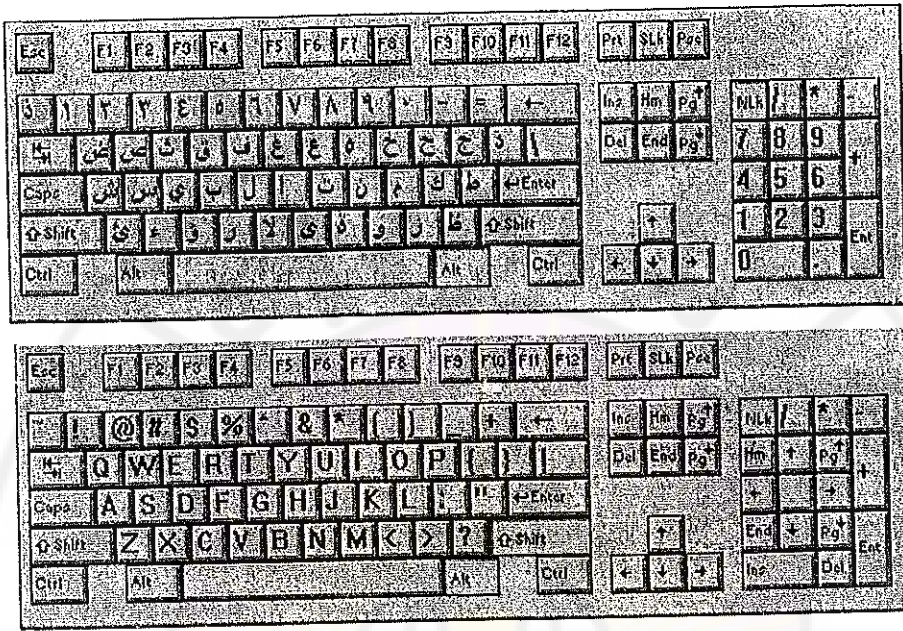
تُربط وحدات الدخل / الخرج إلى مساري المعلومات في الحاسوب باستخدام دارات توافق **Interface units** خاصة أو متحكمات **Controllers** خاصة بكل وحدة كما سنوضح لاحقاً. يضاف إلى تلك الوحدات وحدات تخزين مساعدة ، مثل الأقراص الصلبة والأقراص المرنة (الذاكرة الثانوية) توصل بها مساري المعلومات في الحاسوب باستخدام المتحكم فيات خاصة بها وتعامل على أنها وحدات دخل / خرج (**I/O**) . ويوفر الحاسوب منافذ خاصة (تتوفر بشكل ظاهر في الحاسوب) لوصل وحدات دخل وخرج بها بسهولة دون الحاجة إلى الوصل المباشر ضمن جهاز الحاسوب وهي البوابات التسلسلية والتفرعية . سندرس في الفقرات اللاحقة عدداً من وحدات الدخل / الخرج الأساسية في الحاسوب ، وسنتطرق إلى الذاكرة الثانوية في فقرة مستقلة ، أما شرح محيطات الحاسوب مثل الطابعة والراسمة وغيرها فنورده في الفصل الرابع .

2-4-1 لوحة المفاتيح

مهمة لوحة المفاتيح Keyboard هي إدخال البيانات إلى الحاسوب وتحويلها إلى لغة الآلة التي يفهمها الحاسوب . تتكون لوحة المفاتيح من مجموعة من المفاتيح يمثل كل منها حرفاً من حروف اللغة التي يتعامل معها الحاسوب (العربية ، الإنكليزية ، الفرنسية) ، و يمكن أن يجري التعامل مع لغتين بحيث تكون لوحة المفاتيح ثنائية اللغة أي يوجد حرفان على كل مفتاح . لكن في بعض اللغات اللاتينية يأخذ الحرف شكلين صغيراً و كبيراً (مثل A , a) ، وقد تحقق ذلك في لوحة المفاتيح بفضل استخدام مفتاح يسمى shift للحصول على الشكل الآخر للحرف . ويمكن بواسطة مفتاح يسمى Caps Lock الحصول على الحروف الكبيرة (Capital letters) في اللغة اللاتينية بشكل دائم ، في حين لا أثر لهذا المفتاح عند استخدام الحروف العربية . تحوي لوحة المفاتيح مفاتيح تمثل حروف اللغة والأرقام، ومفاتيح تمثل علامات الترقيم (مثل الفاصلة والنقطة وإشارة التعجب والاستفهام وغيرها) ، ومفاتيح ذات مهمة معينة مثل Shift, Caps lock, Enter وغيرها كما هو موضح في الشكل (3-10) الذي يمثل لوحة المفاتيح متعددة الوظائف Multifunction Keyboard 2 واختصاراً MF 2 . ويمثل الشكل (3-10) لوحتي مفاتيح الأولى تظهر مواضع الحروف العربية والأخرى تظهر مواضع حروف اللغة الإنكليزية .

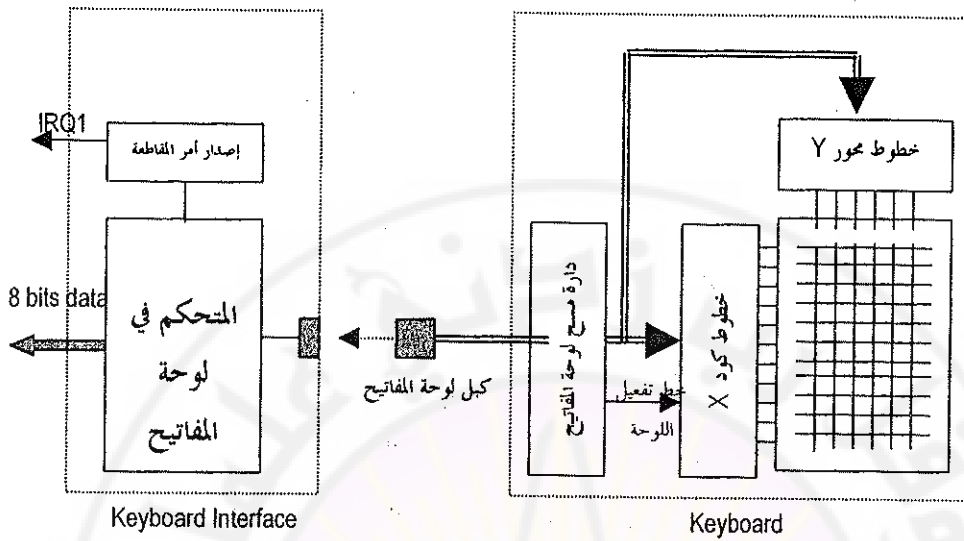
يبين الشكل (3-11) بنية لوحة المفاتيح ودارة توافق لوحة المفاتيح Keyboard Interface مع مساري المعطيات في الحاسوب . تقوم دارة مسح خطوط مصفوفة المفاتيح بالمسح الدائم لخطوط المصفوفة بالاتجاهين X,Y لمعرفة المفاتيح التي جرى ضغطها (والتي يكون التقاطع عندها مغلقاً) ، وذلك بإرسال إشارة بشكل تناوبي على خطوط X والبحث عن الخط Y الذي تلقى تلك الإشارة وهذا ما يدل على إغلاق أو ضغط المفتاح المقابل . تحدد دارة مسح لوحة المفاتيح، وبدقة، لحظة ضغط مفتاح ما، ولحظة تحريره ، إضافة إلى تحديد هوية المفتاح الذي تعرض للضغط أو التحرير وتكتب رمزاً معيناً (كود) ذاكرة داخلية ضمنها . هناك في الواقع رقم لكل مفتاح يسمى scan code . يعطى عند ضغط

مفتاح ما رمزاً يسمى make code وهو نفسه scan code وآخر عند إزالة الضغط أو تحرير المفتاح ويسمى break code وهو نفس رمز المسح مضافاً إليه الرقم 128 .



الشكل (10-3) : توضع الحروف على لوحة المفاتيح

بعد ذلك يجري تحويل هذه الرموز بشكل تسلسلي (أي تنقل الوُحَدان والأصفار للكلمة التي تمثل الكود بشكل متتابعي البتّة تلو الأخرى) باستخدام خط واحد لنقل المعطيات ضمن كبل لوحة المفاتيح الذي يوصل إلى مرتبط خاص به على اللوحة الرئيسية في الحاسوب الشخصي، وهناك يجري تحويلها إلى الرمز الخاص بالتحرف الممثل في جدول ترميز الحارف (مثلاً ASCII codes) .



الشكل (11-3) : دائرة توافق لوحة المفاتيح مع مساري المعطيات

تُزود لوحة المفاتيح بالتغذية الكهربائية اللازمة لعمل داراتها، عن طريق كبل اللوحة ، كما تزود بإشارة ساعة لتحديد معدل نقل المعلومات بشكل تسلسلي (أي لتحديد الزمن اللازم للبتة الواحدة) . يمثل كل رمز بثماني خانات ثنائية يضاف إليها عند نقلها إلى الحاسوب بتة واحدة بالبداية تسمى بتة البدء **Start bit** ويضاف بتة في النهاية لأغراض كشف خطأ النقل تسمى **Parity bit** ثم تليها بتة لتدل على انتهاء الكلمة تسمى **Stop bit** ومن ثم يصبح طول الكلمة المرسلة من لوحة المفاتيح إلى الحاسوب **11 bits** . عندما يقوم المتحكم في لوحة المفاتيح ضمن الحاسوب باستلام كلمة (رمز كامل **11 bits**) من لوحة المفاتيح ، تقوم دائرة التوافق بإصدار أمر طلب مقاطعة **Interrupt Request** ، ويرمز إليه بـ **IRQ** (يأخذ القيمة **IRQ1** ضمن طلبات المقاطعة الممكنة في الحاسوب كما سنرى لاحقاً) ، إلى المعالج لإعلامه بوجود عملية إدخال ليقوم بتنفيذها .

يمكن برمجية المتحكم في لوحة المفاتيح بحيث يبطل مثلاً عمل لوحة المفاتيح ، كما يمكن ، في لوحات المفاتيح الحديثة ، تحديد معدل تكرار ضغط المفاتيح بالبرمجة المناسبة للذاكرة CMOS في الحاسوب . ونشير هنا إلى أن برامج الإدخال الأساسية في ذاكرة BIOS تكون مسؤولة عن تخزين رموز المفاتيح التي جرى ضغطها (رمز المسح ورمز ASCII) في مواقع محددة في الذاكرة تسمى خزان أو دارئ المفاتيح Keyboard Buffer ريثما تنقل إلى المكان المحدد في برنامج العمل الذي ينفذ عند الإدخال .

2-4-2 الفأرة

الفأرة Mouse هي وحدة إدخال . باستخدام الفأرة يمكن تحريك مؤشر مضيء (يكمن أن يأخذ أشكالاً عديدة مثل سهم أو خطين متقاطعين ، . .) على شاشة الإظهار . بضغط زر على الفأرة يمكن انتقاء أمر يطلب تنفيذه من لائحة أوامر ، أو تعليم نص محدد في برنامج معالج النصوص تمهيداً لتعديله ، أو القيام برسم معين على الشاشة ، . . . الخ . ييسر استخدام الفأرة ويسهل مهام عديدة في الحاسوب يمكن أن تتطلب إدخال سلسلة من الأوامر النصية لتنفيذها .

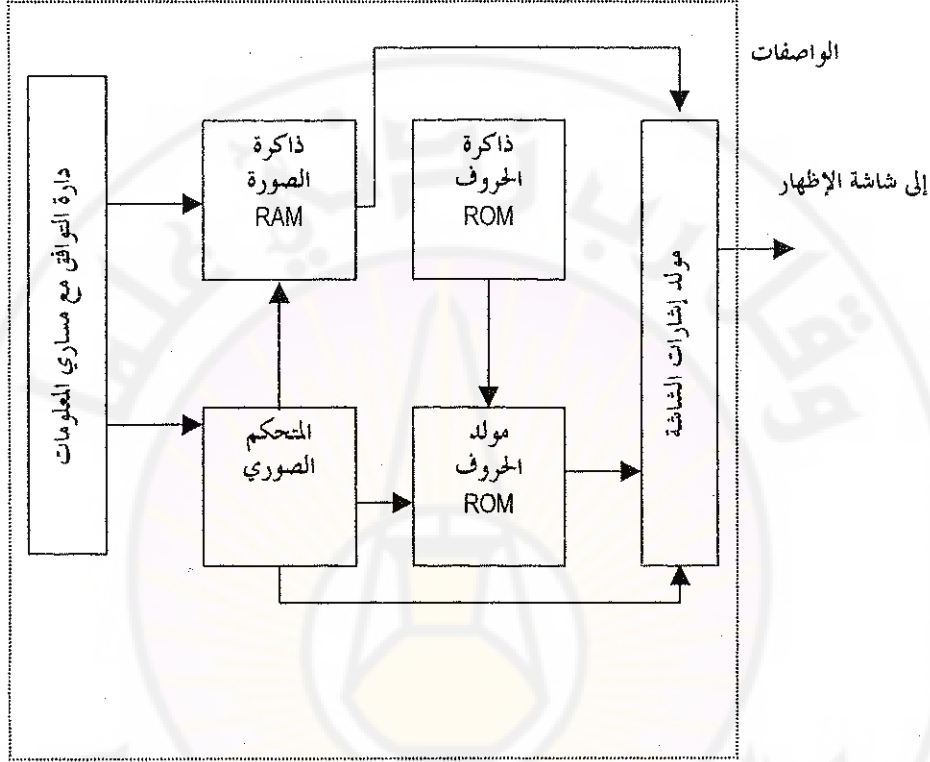
تحتوي الفأرة في داخلها على كرة فولاذية مغلفة بمادة مطاطية ، والكرة ناتئة قليلاً من حاوية الفأرة لكي تدور عند تحريك الفأرة على الطاولة . تنتقل هذه الحركة إلى دولابين صغيرين متعامدين ومتصلين بآلية كهروميكانيكية يترجمان حركة الفأرة على الطاولة في الاتجاهين X,Y إلى إشارات الكترونية ومن ثم إلى معطيات تُرسل إلى الحاسوب عبر أحد المنافذ التسلسلية فيه ، التي توصل إليها الفأرة لتحديد موقعها على الشاشة . يأتي مع الفأرة برنامج قيادة driver يترجم المعطيات المستلمة من الفأرة إلى أفعال أو أوامر يمكن تنفيذها ضمن البرنامج التطبيقي . توصل الفأرة بالمنفذ التسلسلي في الحاسوب ، وتزود بالطاقة اللازمة من خطوط التحكم الوصلة بها . وقد سميت بالفأرة بسبب شكلها وشكل كبل توصيلها مع الحاسوب الذي يُشبه ذنب الفأرة ، أنظر الشكل (3-9) .

تتميز الفأرة بما يسمى الدقة أو مقدرة الفصل Resolution التي يُعبر عنها بعدد عناصر الصورة (عنصر صورة على الشاشة pixel) التي تمر بها الفأرة عندما تتحرك مسافة قدرها بوصة واحدة (البوصة حوالي 2.5 سم). وكلما ازدادت الدقة كلما صغرت المسافة التي يجب تحريك الفأرة فيها للوصول إلى المكان المطلوب. من أشهر أنواعها تلك التي تصنعها شركة Microsoft والتي تحتوي على ثلاثة أزرار لا عمل لأوسطها في الوقت الراهن، في حين يستخدم الزر الأيسر لسحب القوائم واختيار العناصر وتشغيل البرامج ويسمى زر الاختيار. أما الزر الأيمن فيستخدم لأغراض قوائم التعليمات والأوامر التي تُختار إحداها بواسطة الزر الأيسر. أخيراً نشير إلى أنه لا يمكن تشغيل الفأرة إلا إذا ما تم تشغيل برنامج القيادة الخاص بها Mouse driver، ويمكن تدوير البرنامج آلياً عند إقلاع الحاسوب وذلك بوضعه ضمن برنامج الإقلاع الذاتي للحاسوب الذي سيأتي شرحه في الجلسات العملية للمادة.

2-4-3 شاشة الإظهار ومحول التوافق الصوري

شاشة الإظهار Monitor (ويمكن أن تسمى المراقب) هي وحدة إخراج للمعلومات مثل الحروف، الأرقام، الجداول، الرسوم البيانية والهندسية، والصور. تعمل شاشة الإظهار بطريقة مشابهة لعمل شاشة التلفاز (التي تتضمن صمام أشعة مهبطية). تقسم الشاشة إلى أسطر أفقية يحوي كل منها على عدداً من النقاط الضوئية تمثل عناصر الصورة Picture Elements وتسمى Pixels. يقوم النظام الإلكتروني التابع للشاشة بإصدار شعاع إلكتروني لمسح خطوط الشاشة الواحد تلو الآخر. ولإظهار المعلومات على الشاشة يستخدم ما يسمى بمحول توافق صور المخططات Video Graphics Adapter أو اختصاراً VGA (محول التوافق الصوري) فيركب على إحدى منافذ مساري المعلومات في الحاسوب الشخصي، ليزود بإشارات الصورة (شدة الإضاءة واللون) كل عنصر صورة pixels في الشاشة. ويعطي أيضاً إشارات التزامن اللازمة لمسح كامل الشاشة (أفقياً و شاقولياً). تعمل شاشة الإظهار وفق غطين من العمل: إظهار نص (مثلاً 25 سطراً في كل منها 80 حرفاً) وإظهار المخططات أو الرسوم.

يبين الشكل (12-3) البنية العامة لمحول التوافق الصوري . للقيام بعملية إخراج للمعلومات على شاشة الإظهار ، يقوم المعالج في الحاسوب ، بنقل المعلومات عن طريق مساري المعطيات ،



الشكل (12-3) : البنية العامة لمحول التوافق الصوري

وتخزين تلك المعلومات (الخاصة بالنص أو الرسوم المطلوب إظهارها على شاشة الإظهار) في ذاكرة الصورة Video RAM الموجودة على بطاقة محول التوافق . عند العمل بنمط إظهار النصوص ، تخزن الحروف في الذاكرة الصورية بكلمتين 2 bytes الأولى تمثل الرمز الشائي الموصف مثلاً بنظام ASCII والثانية تمثل ما يسمى واصفات Attributes . تدل الوصفات على طريقة إظهار الحرف من حيث الوميض أو إظهار الحرف بإضاءة معكوسة .

يقوم المتحكم الصوري Video Controller (الذي يراقب وظائف محول التوافق ويولد إشارات التحكم الضرورية لعمله) ، باستمرار ، بتوليد عناوين لذاكرة الصورة لقراءة رموز الحرف المطلوب إظهاره ونقله إلى مولد الحروف تمهيداً لرسمه على الشاشة . تحتوي ذاكرة

الحروف ROM ، ولكل الحروف ، نموذجاً نقطياً pixel pattern لكل حرف ، يتكون من مصفوفة من النقاط الضوئية (مثلاً 9x14 pixels ، أي ترسم على 9 نقاط ضوئية أفقياً و 14 خطاً في الاتجاه الشاقولي) يرسم فيها الحرف . يقوم مولد الحرف بتحويل نموذج أو الرسم النقطي للحرف (للحرف المعطى رمزه من الذاكرة RAM) إلى سلسلة متتابعة من البتات الممثلة لعناصر الصورة . ثم يقوم مولد إشارة الصورة ، انطلاقاً من البتات الممثلة لعناصر الصورة ، و واصفات الحرف ، وإشارات التزامن من التحكم الصوري ، بتوليد الإشارات التمثيلية Analog المناسبة للشاشة بغية إظهار صورة المعلومات المطلوبة .

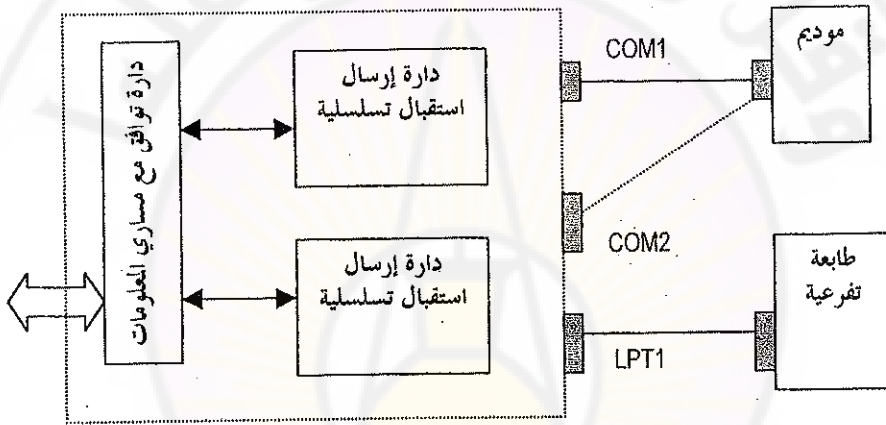
في نمط العمل الخاص بإظهار الرسوم Graphics mode ، يجري تزويد ذاكرة الصورة في محول التوافق الصوري مباشرة بالمعلومات اللازمة للرسم واللون المطلوب ولا يجري هنا التعامل مع ذاكرة الحروف ولا حاجة إلى واصفات الحروف . وانطلاقاً من المعلومات المخزنة في الذاكرة الصورية يقوم مولد إشارات الشاشة بتوليد إشارة الإضاءة أو السطوع brightness واللون المناسب لإظهار الرسوم على الشاشة .

أحدث أنواع محولات التوافق الصورية هما VGA و Supper VGA أو اختصاراً SVGA . يتميز محول VGA بدقة 640x480 pixels وبقدرته على إظهار 256 لوناً من أصل نحو 26 ألف لون بآن واحد ، ويتعامل مع ذاكرة صورية سعتها 1 Mbytes . على حين يتميز محول SVGA بدقة 1024x768 pixels ويظهر 256 لوناً من أصل 24 مليون لون ويستطيع التعامل مع ذاكرة صورية RAM سعتها أكبر من 1 Mbytes وهذا يعطي سرعة أكبر في العمل .

تتوضع دارات محول التوافق الصوري على بطاقة إلكترونية تتركب كما ذكرنا على إحدى فتحات مساري المعلومات على اللوحة الرئيسية للحاسوب الشخصي . وتتضمن البطاقة كافة مستلزمات عمل محول التوافق .

2-4-4 منافذ الاتصال بوحدات الدخل والخرج

هناك نوعان من منافذ الاتصال بوحدات الدخل والخرج الخارجية المختلفة وهما منافذ الاتصال التسلسلية **Serial Interface Ports** ومنافذ الاتصال التفرعية **Parallel Interface Ports**. وغالباً ما يزود الحاسوب الشخصي بمنفذين تسلسليين ومنفذ تفرعي واحد يجري توافقهما مع الحاسوب عبر دائرة توافق خاصة موصولة بمساري المعلومات في الحاسوب. يبين الشكل (13-3) مخططاً بنيوياً لحول التوافق **Interface Adapter** للمنافذ التسلسلية والتفرعية في الحاسوب.



الشكل (13-3) : مخطط بنيوي لحول التوافق للمنافذ التسلسلية والتفرعية في الحاسوب

2-4-4-1 منفذ الاتصال التسلسلي

يستخدم منفذ الاتصال التسلسلي لربط وحدات دخل / خرج إلى الحاسوب مثل طابعة أو راسمة ذات منفذ تسلسلي ، فأرة ، موديم **Modem** لإرسال المعلومات عبر الخطوط الهاتفية ، أوحى للربط المباشر بين حاسبين لنقل المعلومات فيما بينهما . يجري في هذا المنفذ نقل المعلومات الرقمية من وإلى الحاسوب بشكل تسلسلي باستخدام خط إرسال واحد وخط

استقبال واحد . تُحول البتات الثمانية للكلمة الواحدة من شكل تفرعي إلى شكل تسلسلي (سلسلة من الوُحَدان والأصفار) ويضاف إليها ثلاث بتات لتصبح كما يلي :

Start bit , DB1 , DB2 , DB3 , DB4 , DB5 , DB6 , DB7 , DB8 , Parity bit , Stop bit

البِتَّة الأولى هي بِتَّة البدء Start bit (تساوي الصفر) لتدل على بداية الكلمة تليها ثمانية بتات تمثل الكلمة ثم بِتَّة لكشف الخطأ parity bit (تأخذ أشكالاً مختلفة) ثم تليها stop bit (تساوي واحداً) للدلالة على نهاية الكلمة الحالية . يجري إرسال الكلمات الواحدة تلو الأخرى بالتسلسل عبر المنفذ التسلسلي وتقدر سرعة النقل بعدد البتات الممكن نقلها في الثانية ، فهناك سرعات قابلة للبرمجة ضمن المجال 50- 115200 bit/sec . ومن أكثر سرعات العمل استخداماً وشهرةً نذكر السرعات : 28400, 19200, 9600, 4800, 2400 بتة/ثانية .

يجري الاتصال عبر المنفذ التسلسلي وفق بروتوكول محدد . يطلق على المنافذ التسلسلية في أنظمة التشغيل في الحاسوب أسم COM1, COM2, COM3, COM4 . يجري تبادل المعطيات التسلسلية وفق معيار شائع وصَّفه اتحاد الصناعات الالكترونية الأمريكية Electronic Industrial Association أو اختصاراً EIA تحت اسم RS-232C . ويوصف هذا المعيار طريقة التوافق من النواحي الميكانيكية والكهربائية والمنطقية بين نظام معلومات ووحدة نقل معلومات . في أوروبا يطلق اسم V.24 على هذا المعيار وقد وصَّفه الاتحاد الدولي للاتصالات International Telecommunication Union أو اختصاراً ITU . يعرف المعيار RS-232C /25/ خط نقل بين الحاسوب والوحدة المحيطة به ومن ثم يستخدم مربوطاً وكبلاً يحتوي على /25/ نقطة . لكن في الحاسوب الشخصي نَتم بِـ /9/ نقاط فقط ، لذلك يستخدم /9/ من أصل /25/ ، وعلى العموم يستعمل في الحاسوب منفذ ذو تسع نقاط يمثل COM1 ومنفذ ذو خمس وعشرين نقطة (يستخدم منه تسع فقط) يمثل COM2 .

2-4-4-2 منفذ الاتصال التفرعي

في المنفذ التفرعي يجري تبادل كلمة المعطيات دفعة واحدة على التفرع باستخدام ثنائية خطوط نقل. ومن ثم يمكن تحقيق سرعة أكبر في نقل المعلومات بين الحاسوب والأجهزة المحيطة. يستطيع نظام التشغيل في الحاسوب أن يتعامل مع أربعة منافذ تفرعية تسمى LPT1, LPT2, LPT3, LPT4 وذلك اختصاراً لكلمتي Line Printer ، وهذا يدل على عمل هذه المنافذ حيث يمكن ربط طابعة أو راسمة ذات منفذ ربط تفرعي. يستخدم كبل ربط خلص بين الطابعة والحاسوب يسمى Centronics Cable لأن شركة Centronics هي أول من صنع طابعة تفرعية عام 1970 . يحوي طرف الكبل من جهة الحاسوب موصلاً ذي 25/ نقطة ويحوي طرف الكبل من جهة الطابعة موصلاً ذا Centronics مكون من 36/ نقطة ، يستخدم من الكبل 18/ خطاً تعمل كأرضي لباقي الخطوط تجنباً للتداخل بين إشارات الخطوط فيما بينها . يمكن استخدام المنفذ التفرعي لتبادل المعلومات بين حاسوبين بسرعة عالية وباستخدام برنامج خاص .

لا بد من الإشارة إلى أنه يمكن تبادل المعلومات عبر منافذ الاتصال والمعالج، وذلك بإصدار أمر مقاطعة للمعالج IRQ . تستخدم المنافذ التسلسلية COM1 و COM2 وأوامر المقاطعة IRQ3 و IRQ4 على الترتيب . أما المنافذ التفرعية LPT1 و LPT2 فتستخدم أوامر المقاطعة IRQ5 و IRQ7 على الترتيب .

2-5-5-2 الذاكرة الثانوية

2-5-1 أنواع الذاكرات الثانوية

إن سيرة الذاكرة الرئيسية (ذاكرات مصنوعة من أنصاف النواقل) في الحاسوب هي أنها تفقد محتوياتها بمجرد قطع التغذية الكهربائية عنها، أي بمجرد إيقاف الحاسوب عن العمل ، لكنها تتميز بسرعة عمل عالية جداً بالمقارنة بالأنواع الأخرى من الذاكرات الثانوية. ومن ثم هناك حاجة إلى ذاكرات ذات سعة تخزينية كبيرة Mass Storage لتخزين البرامج تخزيناً دائماً . تُستخدم لهذا الغرض الذاكرات المغنطة ، المعروفة منذ زمن بعيد حتى قبل تصنيع ذاكرات من

أنصاف النواقل، كما هو الحال في الأشرطة المغناطيسية المستخدمة في المسجلات الصوتية .
تتوفر عدة أنواع من الذاكرات المغناطيسية مثل :

- الأقراص المغناطيسية المرنة Floppy Disks أو اختصاراً FDs
- الأقراص المغناطيسية الصلبة Hard Disks أو اختصاراً HDs
- الأشرطة المغناطيسية Magnetic Tapes أو اختصاراً Tapes

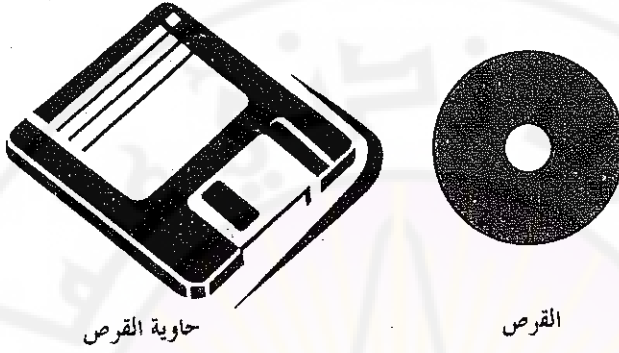
وقد ظهر حديثاً عدد من أنواع الذاكرات الأخرى مثل ذاكرات التخزين الضوئية (تُقرأ ضوئياً بواسطة شعاع ليزري) التي تخزن كميات كبيرة من المعلومات تصل إلى 1 Gbyte على قرص بلاستيكي يسمى القرص المدمج Compact Disk أو اختصاراً CD-ROM إن سيئة هذا النوع هي أنه لا يمكن تعديل محتوياته . ويوجد أنواع أخرى من الذاكرات الضوئية تسمى Write Once, Read Many أو اختصاراً WORM يُكتب عليها مرة واحدة وتقرأ مرات عديدة . ويمكن تعديل المعلومات عليها بإعادة كتابتها في مكان آخر، فتبقى المعلومات القديمة على القرص مهملة .

وبطبيعة الحال لكل نوع من أنواع الذاكرات سواقة Driver خاصة بما مهمتها هيئة الذاكرة للقراءة والكتابة وقيادة العمل عليها بوجه عام . فتتضمن السواقة الدارات الإلكترونية اللازمة لوصل السواقة بمساري المعلومات في الحاسوب BUS من جهة ، والدارات الإلكترونية والمكونات الميكانيكية (رؤوس القراءة والكتابة) اللازمة للقراءة أو الكتابة على الذاكرة من جهة أخرى . تُركَّب السواقات ضمن العلبة الحاوية للحاسوب والتي تحتوي غالباً على أماكن خاصة لوضع سواقتين أو ثلاث أو أكثر .

2-5-1-1 الأقراص المرنة

الأقراص المرنة FDs هي أقراص قابلة للمغطة ، مرنة وموضوعة ضمن حاوية. يتوفر الآن ثلاثة أنواع من الأقراص المرنة حسب قياس قطرها: 3.5 inch و 5.25 inch و 12 inch . النوعان 12" و 5.25" مغلفان بغلاف مرن وهما قديمان ولم يعودا يستخدمان. سعتهما العظمى 360 Kbytes (تخزين بكثافة منخفضة) و 720 Kbytes (تخزين بكثافة عالية

للقياس "5.25". أما النوع الصغير "3.5" فمغلف بحاوية بلاستيكية قاسية ويتوفر منها بسعتين 720 Kbytes و 1.44 Mbytes. يبين الشكل (3-14) شكل القرص المرن وحاويته. يمكن الكتابة / القراءة على وجهي القرص المغنط ومن ثمّ تحتوى سواقة القرص المرن على رأسي قراءة / كتابة.



الشكل (3-14) : القرص المرن وحاويته

2-1-5-2 الأقراص الصلبة

الأقراص الصلبة HDs هي أقراص صلبة ممغنطة غير قابلة للإزالة مثل الأقراص المرنّة. يوجد حالياً في الأسواق أقراص صلبة بسعات متعددة تقع بين 1 Gbytes وعدة Gbytes. زمن النفاذ الوسطي لهذا النوع من الذاكرات بحدود 10 msec. يمكن أن تحتوى السواقة الواحدة حتى ثمانية أقراص صلبة، وتحتاج من ثم إلى 16/ رأس كتابة / قراءة.

2-1-5-3 الأشرطة المغناطيسية

الشريط المغناطيسي Magnetic Tape هو وسيلة لتخزين المعلومات بالتتابع لذلك تسمى سواقة هذا الشريط Streamer. يمكن أن تصل سعة هذا الشريط إلى زهاء 4 Gbytes. سيئة وسيلة التخزين هذه هي أنّها بطيئة جداً في العمل (للوصول إلى المعلومات المطلوبة) بالمقارنة بالقرص الصلب، وذلك لأن المعلومات مخزنة فيها بالتتابع.

2-5-1-4 الأقراص المدمجة

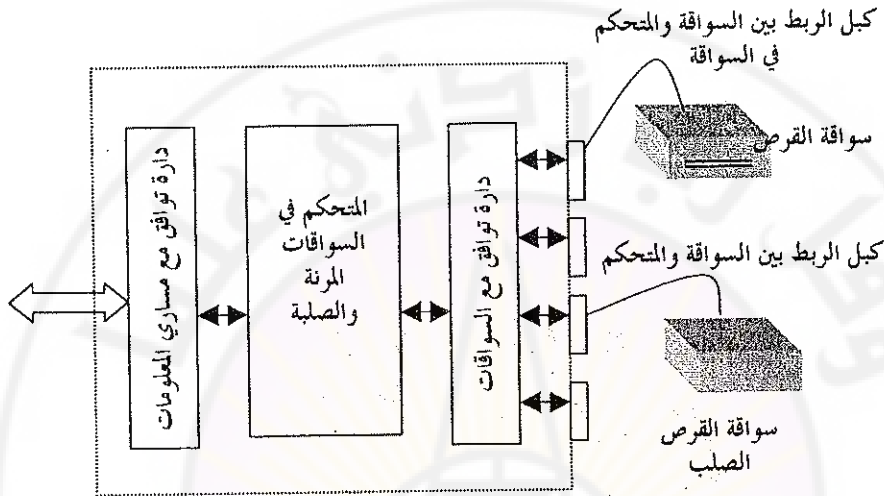
القرص المدمج CD-ROM و يسمى أيضاً القرص الليزي، نسبة إلى طريقة قراءة المعلومات من هذا القرص . يجري في السواقة الخاصة بهذا القرص مسح القرص بواسطة شعاع ليزري وتحوّل الأشعة المنعكسة من القرص إلى معلومات رقمية. يُكتب مرة واحدة على هذا القرص ولكن يمكن قراءته مرات عديدة . تصل السعة التخزينية الحالية للأقراص المدمجة إلى نحو 635 Mbytes . ويتوقع أن تتطور تطوراً ملحوظاً في السنوات القادمة من حيث زيادة كل من سعتها التخزينية ، وسرعة نفاذها ، وإمكان الكتابة والقراءة على القرص . القرص الليزي دائري (قطره 8 / 12 cm) يتضمن دائرة مفرغة من الداخل مخصصة لوضع القرص في السواقة . ويمتاز القرص بسهولة تداوله ونقله بالمقارنة بالقرص المرن الذي يتأثر بالغبار بدرجة عالية .

2-5-2 المتحكم في السواقات

لكي يقوم المعالج في الحاسوب بالكتابة والقراءة على الذاكرات الثانوية لابد من وجود دائرة متحكم **Controller** في سواقات الأقراص المرنة والصلبة وسواقة الشريط المغناطيسي والقرص المدمج ، وهي موجودة على لوحة الحاسوب الرئيسية (الحواسيب الحديثة) أو على بطاقة الكترونية خاصة للدخل / الخرج . يعتبر هذا المتحكم صلة الوصل بين السواقة من جهة والمعالج والذاكرة الرئيسية من جهة أخرى (إذ يمكن نقل المعلومات مباشرة بين الذاكرة الرئيسية والذاكرة الثانوية باستخدام وحدة الدخول المباشر للذاكرة) . ولكل متحكم مرتبط توافق ، أحدهما مع السواقة ، والآخر مع مساري المعلومات في الحاسوب .

يبين الشكل (3-15) مخططاً بنوياً لدائرة الربط بين مساري المعلومات والسواقات المرنة والصلبة حيث نلاحظ وجود أكثر من مأخذ ، ومن ثمّ يمكن وصل أكثر من سواقة . فمثلاً هناك مربطان للسواقات المرنة **Drives A,B** ومربطان للسواقات الصلبة **HD** أحدهما لوضع قرص صلب رئيسي **Primary HD** والآخر لقرص صلب ثانوي **Secondary HD** تستخدم مرباط الأقراص الصلبة أيضاً لربط كل من سواقة الشريط المغناطيسي أو سواقة القرص المدمج . هناك أنواع عديدة من المتحكمات في الأقراص الصلبة ، أشهرها ذلك

النوع الموصّف بالمعيار IDE وهو مختصر Intelligent Drive Electronics ويسمى أيضاً AT bus . هناك أيضاً نوع آخر موصف بالمعيار SCSI وهو مختصر Small Computer System Interface .



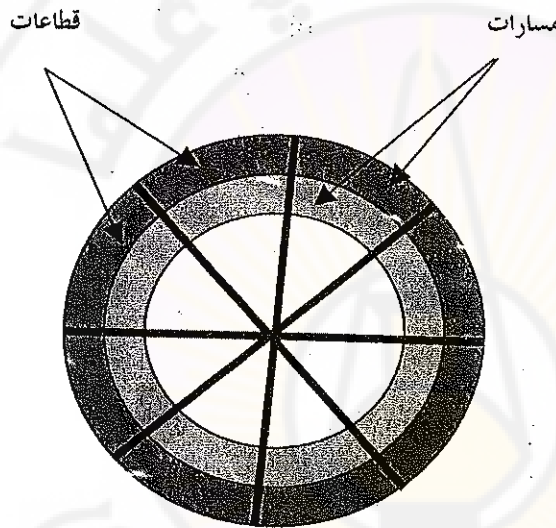
الشكل (3-15) : مخطط بنيوي لدائرة الربط بين مساري المعلومات

2-5-3 التنظيم المكاني للأقراص الممغنطة

تطلى الأقراص الممغنطة بمادة سريعة المغنطة وتُخزن المعلومات على وجهي القرص الممغنط . يقسم القرص إلى دوائر متحدة المركز تسمى مسارات Tracks كل مسار مقسم إلى قطاعات دائرية Sectors . يتسع كل قطاع عادة إلى 512 bytes . تسمى عدة قطاعات على مسار واحد بالعنقود Cluster أو وحدة توضع Allocation Unit . انظر الشكل (3-16) . تختلف كثافة المسارات من قرص إلى آخر (عرض المسار) ، كما يختلف عدد القطاعات في

المسار الواحد . فمثلاً يحتوي القرص المرن سعة 1.44 MB على 80 مساراً دائرياً على كل وجه يتضمن كل منها 18 قطاعاً .

يقوم نظام التشغيل في الحاسوب بتنظيم القرص إلى مسارات وقطاعات ، وتسمى هذه العملية تهيئة القرص Disk Format وفق شكل يستطيع التعامل معه . يستخدم نظام التشغيل في الحاسوب المسار رقم صفر لتخزين جدول يضم أسماء الملفات المخزنة و حجوماتها ومواقع تخزينها على القرص . يسمى هذا الجدول بجدول تخصيص الملفات File Allocation Table أو اختصاراً FAT .



الشكل (3-16) : التنظيم المكاني للأقراص الممغنطة

يختلف تنظيم القرص الليزي عن الأقراص الممغنطة . فبدلاً من استخدام عدة مسارات دائرية متحدة المركز على القرص ، تستخدم الأقراص المدججة مساراً حلزونياً واحداً ينطلق من مركز القرص إلى محيطه ، ويقسم هذا الحلزون إلى قطاعات متساوية المقاييس . ومن ثم فإن القرص المدمج يحتوي على قطاعات أكثر من القرص المغناطيسي ، وهذا يعني أنه قادر على تخزين كمية أكبر من المعلومات . تعمل سواقات القرص المدمج بسرعات متعددة ، تزداد السرعة مع تقدم رأس القراءة باتجاه المحيط الخارجي للقرص . السواقات الحديثة قادرة على العمل بسرعات عالية ، ومع ذلك مازال زمن النفاذ في الأقراص الصلبة أكبر منه في الأقراص المدججة .

3- المكونات المساندة

إضافة إلى المكونات الأساسية للحاسوب المبنية في الفقرات السابقة ، هناك مكونات و دارات الكترونية داعمة لعمل المعالج والوحدات المحيطة به . تقوم الدارات المساندة **Support Chip** بتنفيذ مهام محددة بسرعة عالية ، مستقلة عن المعالج . هناك أجيال مختلفة من تلك الدارات لكل جيل من المعالجات . أهم هذه الدارات مايلي :

- المتحكم في أوامر المقاطعة **Interrupt Controller**

- المؤقت الزمني **Interval Timer**

- المتحكم في الدخول المباشر إلى الذاكرة **DMA Controller**

لقد تقدم شرح المتحكم في الدخول المباشر إلى الذاكرة في فقرة الذاكرة الرئيسية ، وسنتناول الباقي بالبحث في فقرات لاحقة .

3-1 المتحكم في أوامر المقاطعة

يقوم المعالج بتخديم عدد من المكونات المحيطة به من وقت إلى آخر . فمثلاً إذا كان لدينا موديم موصول بأحد المنافذ التسلسلية في الحاسوب فإن المعالج سيقوم بتخديم عملية نقل المعلومات مابين الموديم والحاسوب . يقوم الموديم بإرسال الحرف تلو الآخر إلى المتحكم في المنافذ التسلسلية . ويقوم المعالج من وقت إلى آخر بقراءة محتوى سجل الاستقبال في المتحكم

في المنافذ التسلسلية . فإن وجد حرفاً جديداً نقله إلى سجلاته . وغالباً ما يكون هناك فواصل زمنية متغيرة بين الحرف (أو مجموعة الحروف) والحرف الذي يليه ، ومن ثم ينشغل المعالج بأعباء انتظار وصول حرف جديد تجنباً لضياح المعلومات المنقولة ، وهذه الأعباء بعيدة عن مهمته الأساسية . لذلك تم استنباط ما يسمى بعملية المقاطعة ، تُوفر على دارة المعالج مدخلاً للمقاطعة . تقوم الدارة المحيطة بالمعالج بإرسال أمر المقاطعة للمعالج لتقاطع عمله العادي ليقوم بتخديمها ثم العودة إلى متابعة عمله السابق . يقوم المتحكم في المنفذ التسلسلي وبمجرد استلامه حرفاً كاملاً (11 bits) بإصدار أمر مقاطعة للمعالج ليقوم بدوره بقراءة سجل الاستقبال في المتحكم ونقل محتواه إلى سجلات المعالج الداخلية ليجري تخزينه أو معالجته حسب البرنامج المرتبط بأمر المقاطعة . تسمى هذه العملية الاتصال بالمقاطعة .

Interrupt-driven communication

هناك عدد من مكونات الحاسوب التي تستخدم طريقة الاتصال بالمقاطعة مثل المتحكم في القرص الصلب والقرص المرن و المتحكم في لوحة المفاتيح والمتحكم في المنافذ التفرعية ، ولا يحتوي المعالج إلا على مدخل مقاطعة واحد . لذلك كان لابد من وجود متحكم في طلب المقاطعة Interrupt Controller يقوم بتلقي طلبات المقاطعة IRQ من المكونات المختلفة ، و ثم يقوم بتنفيذها (إصدار أمر مقاطعة للمعالج وتنفيذ البرنامج المقابل لهذا الأمر) الواحد تلو الآخر حسب الأولوية المعطاة لكل أمر مقاطعة . فلو ورد للمتحكم في المقاطعة طلبا مقاطعة معاً ، فإنه ينفذ الطلب ذا الأولوية العليا ثم الطلب ذا الأولوية الدنيا . يستطيع المتحكم في المقاطعة في الحاسوب الشخصي التعامل مع 16/ طلب مقاطعة .

2-3 المؤقت الزمني

غالباً ما تحتاج بعض مكونات الحاسوب إلى إشارات تحكيمية ذات عرض زمني ثابت ومحدد سلفاً ، أو قد تحتاج البرامج التطبيقية إلى تحقيق تأخير زمني معين بين تعليمة وتعليمة أخرى . ولما كانت المعالجات الصغيرة المستخدمة في الحواسيب تعمل وفق سرعات مختلفة ومتغيرة مع الزمن حسب نوع المعالج (مثلاً Pentium 133 MHz, Pentium 233 MHz) ، كان لابد من إيجاد دارة مؤقت زمني Interval Timer خاص يعمل على إشارة ساعة (مهتز

الالكتروني) مستقلة عن المعالج . يوجد في الحواسيب الشخصية دائرة مؤقت زمني قابل للبرمجة يتضمن عدة عدادات داخلية تعمل جميعها على مهتز وحيد ذي تردد ثابت يساوي 1.19318 MHz . تُبرمج عدادات المؤقت من قبل المعالج للحصول على الإشارات التحكيمية المطلوبة وللحصول على التأخير الزمني المطلوب . تُوصل دائرة المؤقت الزمني بمساري المعلومات مع المعالج .

4- اللوحة الأم في الحاسوب الشخصي

ذكرنا في الفقرات السابقة المكونات الأساسية للحاسوب بوجه عام وللحاسوب الشخصي بوجه خاص . كما ذكرنا عدداً من الدارات المساندة لعمل المعالج ومحيطياته .

ومع التطور الهائل والسريع الحاصل في تكنولوجيا الالكترونيات الصغيرة ، فقد أمكن مكاملة عدد من المكونات المنفصلة في الحاسوب ضمن دائرة إلكترونية (رقاقة أو شريحة سيليكونية Chip) واحدة سمينها دائرة المجموعة المتكاملة ، وتسمى Chip Set . وربما تفاجأ عندما تنظر إلى اللوحة الأم Motherboard أو الرئيسية في الحاسوب الشخصي في الوقت الراهن ولا تجد عليها سوى المعالج وعدد محدود من الدارات المتكاملة (مثلاً أربع دارات) تمثل الذاكرة المخفية ، ودائرة المجموعة المتكاملة ، ودائرة ذاكرة الـ BIOS ، وذاكرة الـ CMOS RAM مع بطاريتها . كما تجد عليها منافذ مساري المعلومات (حوالي 6-8 منافذ) ومنافذ لوضع الذاكرة الرئيسية (غالباً أربع منافذ) ومأخذ التغذية . تتضمن دائرة المجموعة المتكاملة كلاً من :

- المتحكم في لوحة المفاتيح
- المتحكم في المنافذ التسلسلية والتفرعية
- المتحكم في الدخول المباشر إلى الذاكرة
- المتحكم في السواقات الصلبة والمرنة
- المتحكم في أوامر المقاطعة

• المؤقت الزمني

ولا بد من القول إن بعض اللوحات الرئيسية تتضمن أيضاً محول التوافق السوري والمتحكم في الصوت المتوضع على نفس اللوحة ، لكن الغالبية حتى الآن تستخدم بطاقة محول توافق صوري مستقل وبطاقة صوت مستقلة .



الفصل الرابع

محيطات الحاسوب

مقدمة

يتطرق هذا الفصل إلى بعض التجهيزات المحيطية بالحاسوب Computer Peripheral والمكملة لعمله ، وغالباً ما تصنف ضمن وحدات إدخال المعلومات وإخراجها مثل الطابعات والموديمات والراسمات والمساحات. يقدم هذا الفصل شرحاً مبسطاً لمبادئ عمل هذه التجهيزات وطريقة ربطها إلى الحاسوب ومجالات استخدامها.

تعرف الوحدة المحيطية (التي تسمى أحياناً طرفية) بأنها جهاز قائم بذاته مستقل عن وحدة الحاسوب الرئيسية ، يربط إلى الحاسوب عن طريق أحد المنافذ التسلسلية أو التفرعية كما مثل الطابعات والراسمات والموديمات المستقلة أو بواسطة بطاقة توافق توصّل بمساري المعلومات في الحاسوب مثل المساحات . هناك أنواع حديثة من الموديمات لها شكل بطاقة إلكترونية قابلة للوصل بمساري المعلومات في الحاسوب أو يمكن أن تكون متضمنة في بطاقة الحاسوب الرئيسية، وهذا هو حال بعض الحواسيب المحمولة . يتعامل الحاسوب مع الأجهزة المحيطية على أنها أجهزة مستقلة توفر عمليات إخراج أو إدخال للمعلومات.

1- الطابعات

تستخدم الطابعات للحصول على نسخ مطبوعة على الورق من المعلومات الموجودة في الحاسوب ، و التي قد تكون نتائج عمليات حسابية أو نصوصاً جرى تحريرها ضمن الحاسوب أو صوراً ومخططات رُسمت في الحاسوب باستخدام البرامج التطبيقية المختلفة ، وهذا مما يسهل من تداول هذه المعلومات الموثقة على الورق واستثمارها في أغراض عديدة.

ازدادت أهمية الطابعات المرتبطة بالحواسيب الشخصية ، وخاصة بعد أن حل الحاسوب الشخصي محل الآلة الكاتبة ، لما يقدمه من مزايا ومرونة عالية في عمليات تحرير النصوص،

بفضل التحكم في أشكال وأحرف الطباعة، وما يقدمه من جودة في إعداد الرسوم الملونة والجداول والمخططات وغيرها. وهذا ما أدى إلى ازدياد الطلب على الطابعات، فدفع عملية تطويرها تطوراً ملحوظاً. ولهذا يتوفر حالياً في الأسواق طابعات عالية الجودة وقادرة على الطباعة الملونة معتدلة الأسعار.

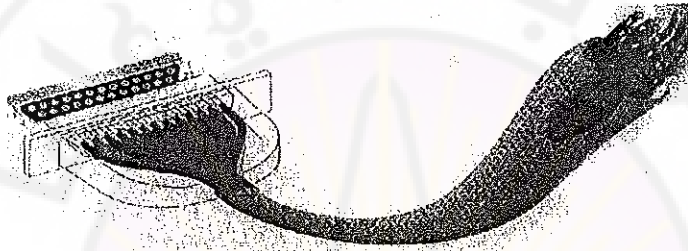
2-1 المبدأ العام لعمل الطابعات

تربط الطابعات إلى الحاسوب عبر المنافذ التسلسلية أو التفرعية وذلك حسب بطاقة الربط الموجودة في الطباعة. في الماضي كانت تستخدم الطابعات القابلة للربط إلى المنفذ التسلسلي للحاسوب. أما اليوم فكل الطابعات مزودة بوحدة توافق للربط إلى المنفذ التفرعي للحاسوب LPT حيث يجري نقل 8 bits على التوازي باستخدام ثمانية خطوط كما شرحنا في الفصل الثالث في فقرة "منفذ الاتصال التفرعي". بينا سابقاً أن عملية الربط بين الحاسوب والطباعة تنفذ باستخدام كبل خاص، طرفه الذي يربط إلى الطباعة يتضمن موصل 36/ نقطة (موصل Centronics) وطرفه الذي يربط إلى الحاسوب يحتوي على موصل 25/ نقطة. لابد من الذكر أن سرعة نقل المعلومات عبر المنفذ التفرعي تفوق سرعة النقل عبر المنفذ التسلسلي بنمائي مرات كحد أدنى. يبين الشكل (4-1) طرف الحاسوب لكبل الربط بين الحاسوب والطباعة ومقطعاً عرضياً في الكبل.

تقوم الطابعات على اختلاف أنواعها، بإنشاء نمط من النقاط المتلاصقة على صفحة الورق تشكل في نهاية المطاف حرفاً معيناً أو رسمة معينة. فصور الحروف والرسوم التي تخرجها الطباعة هي في الواقع نقاط متقاربة جداً، يختلف قياسها ودقتها (تقارب النقاط بعضها من بعض) حسب نوع الطباعة وحسب الأداة المزودة بالحبر، وكلما كانت النقاط صغيرة ومتقاربة، كانت الطباعة أفضل وأدق وأكثر جمالاً.

تحتوي الطباعة بوجه عام على وحدة تغذية كهربائية مستقلة عن الحاسوب وتغذى مباشرة من التغذية العامة 220 فولط. كما تحتوي على مخزن لتوضيع وتلقيم ورق الطباعة. أما طريقة الطباعة فتختلف حسب نوع الطباعة.

وتحتوي الطابعة أيضاً على ذاكرة داخلية خاصة بها نوع RAM تسمى دارئاً Buffer، مهمتها تخزين المعلومات المستقبلية من الحاسوب تمهيداً لطباعتها. سعة هذه الذاكرة تختلف من طابعة إلى أخرى فهي تقدر بعشرات الكيلو بايت في الطابعات النقطية ، على حين تصل إلى عدة ميغابايت في الطابعات الليزرية. فكلما كبرت سعة ذاكرة الطابعة ، كانت أقدر على استقبال وتخزين كمية أكبر من المعلومات الواردة من الحاسوب، وهذا يسمح بتفريغ الحاسوب لأداء مهمة أخرى بدلاً من انتظار اكتمال الطابعة، كما يسمح بزيادة قدرة الطابعة على التعامل مع أنماط الخطوط (Fonts) المختلفة .

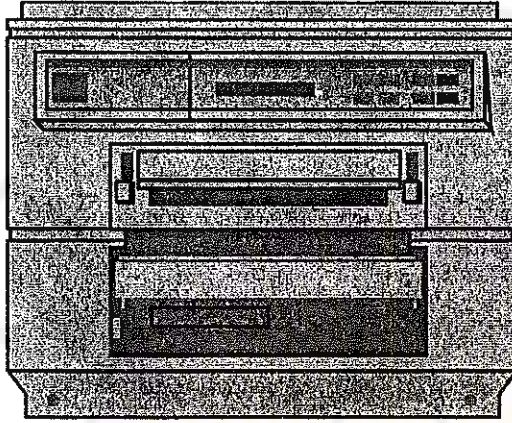


الشكل (1-4) كبل نقل المعطيات بين الحاسوب والطابعة

وإضافة إلى ذاكرة RAM تحتوي الطابعة على ذاكرة ROM خاصة بها ، تتضمن برنامج تشغيل الطابعة وتعريفاتها الأساسية ، وطرائق الطابعة وأشكالها وأنماط الخطوط Fonts وغيرها من المعلومات اللازمة لعمل الطابعة . وغالباً ما تحتوي الطابعة على لوحة تحكم بسيطة من أجل تجهيز الطابعة والتحكم في محدداتها، ويمكن أن تتضمن لوحة التحكم شاشة بسيطة (مثل شاشة الساعة الرقمية LCD) ولوحة مفاتيح محدودة كما هو مبين في الشكل (2-4) الذي يبين منظراً أمامياً لطابعة نقطية . وبطبيعة الحال، تحتوي الطابعات كافة على معالج (Microprocessor) خاص بها .

أخيراً لكل نوع من أنواع الطابعات برنامج قيادة (Driver) يركب ضمن الحاسوب ، مع نظام التشغيل ، مهمته تنفيذ عمليات النقل الرقمي بين منفذ الحاسوب التفرعي والمنفذ

التفرعي في الطابعة ، بعد أن يقوم بالبرمجة المناسبة لكل من المنفذتين التفرعيتين للحاسوب وللطابعة.



الشكل (2-4) منظر أمامي لطابعة

2-1 مزايا الطابعات

تتمتع الطابعات بعدد من المزايا التي يمكن النظر إليها عند المقارنة بين نوعين متماثلين من الطابعات نورد أهمها وفق مايلي:

- نوع الطابعة : نقطية ، ليزرية ، نافثة للحبر.
- دقة الطابعة : وتقاس بالكثافة النقطية في البوصة الواحدة Dot Per Inch أو اختصاراً DPI . وهي من أهم عوامل المقارنة بين الطابعات، لأن الدقة العالية تعطي الوثائق المطبوعة مظهراً أجمل . إن الدقة النقطية التي هي أوسع انتشاراً حالياً بين الطابعات الليزرية تساوي 600 X 600 dpi .
- مقاييس الورق الممكن استخدامه في الطابعة، مثلاً A4 أو A3 . . . الخ.

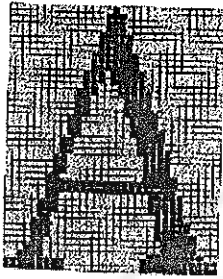
- سرعة الطباعة : التي تقاس بعدد الصفحات في الدقيقة في حالة الطابعات الليزرية والطابعات النافثة للحبر، أو عدد الحروف في الثانية في حالة الطابعات النقطية .
- سعة ذاكرة الطباعة RAM التي تخزن فيها المعلومات المراد طباعتها والمرسلة من الحاسوب إلى الطابعة.
- عدد أنماط الخطوط (الرسم النقطي للمحارف) المخزنة في ذاكرة الطباعة الثابتة من النوع ROM .
- أشكال الطباعة : سريعة ، متوسطة الجودة، أو عالية الجودة.
- طريقة تلقيم الورق (آلي ، يدوي)، إضافة إلى سعة خزان الورق. لا تحتوي الطابعات النقطية ، غالباً ، على ملقم آلي ، وتستخدم ورقاً مطوياً كالمروحة الورقية .
- التوافقية مع أنظمة التشغيل والأجهزة : ذلك أن بعض الطابعات لا تعمل على الوجه الصحيح إلا على نظام واحد أو نوع معين من أجهزة الحاسوب.
- الاختبار الذاتي ، تنفيذ اختبار ذاتي عند بدء التشغيل أو عند الحاجة مع إمكان طباعة لائحة بإمكاناتها المختلفة عند الطلب.
- التوافقية مع المعايير القياسية للطابعات النقطية والمعتمدة عالمياً من شركتي Epson و IBM Proprinter .

أنماط الخطوط النقطية في الطابعات

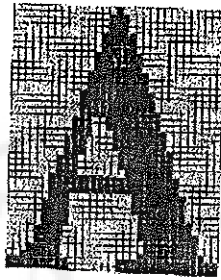
هناك عدد من أنماط الخطوط النقطية المستخدمة في الطابعات، فهناك الخط النخين والخط المثلث وغيرهما. يمثل النمط الرسم النقطي للمحرف ، والذي هو سجل النقاط اللازمة لإنشاء محرف معين بقياس معين وصفات معينة. يبين الشكل (3-4) الحرف A بثلاثة أنماط كلها من النوع Times New Roman :

- خط متوسط ، قياس 36 نقطة .

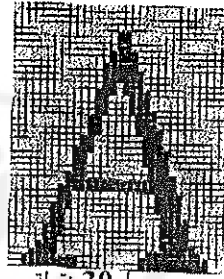
- خط ثخين (أسود) ، قياس 36 نقطة .
- خط متوسط ، قياس 30 نقطة .



متوسط 36 نقطة



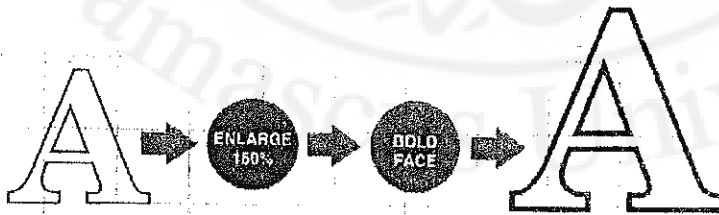
ثخين 36 نقطة



متوسط 30 نقطة

الشكل (3-4) الحرف A مرسوم بثلاثة خطوط مختلفة

نشير إلى أن الذاكرة الثابتة ROM في الطابعات تتضمن عدداً من أنماط الخطوط المعروفة سلفاً ضمن الطابعة ، نذكر منها النمط Courier ، والنمط Line Printer بخط ثخين. لكن يمكن تخزين الرسوم النقطية الخاصة بأنماط أخرى غير متوفرة في الطابعة، وذلك بتحميلها عبر الحاسوب ضمن الذاكرة الأساسية RAM في الطابعات عند كل بدء تشغيل للطابعة ، كما يمكن إضافة خرطوشات تتضمن الرسوم النقطية لأنماط مختلفة من الحروف في بعض أنواع الطابعات وخاصة الليزرية منها. ويُنتقى نمط الخط المطلوب للطباعة عن طريق الحاسوب أو عن طريق أزرار موجودة على الطابعة نفسها بحيث يضع معالج الطابعة النمط المطلوب في جدول رسوم الحروف الفعال. يقوم المعالج المركزي في الطابعة بانتقاء الرسم النقطي المقابل للرمز المعياري ASCII للمحرف المطلوب طباعته من جدول الرسوم النقطية .



الشكل (4-4) أثر الأوامر الخاصة في الوعاء الإطاري للحرف A

لرسم النقطي للمحرف وعاء إيطاري إجمالي، وهو وعاء يحوي جميع نقاط رسمه المحرف ، فهو يوطر المكان الذي ستطبع فيه نقاط المحرف ويأخذ بعين الاعتبار النسب ما بين الأضلاع المختلفة للإطار وزواياه. فالوعاء الإيطاري يعطي وصفاً رياضياً لكل محرف. ويتوفر في الحاسوب والطابعة أوامر خاصة للتحكم في الأوعية الإيطالية للمحارف بحيث يمكن تصغير أو تكبير المحارف وفق نسب محددة. يبين الشكل (4-4) أثر الأوامر الرياضية الخاصة بالتكبير والتخمين في الوعاء الإيطاري للحرف A .

4-1 أنواع الطابعات

هناك أنواع عديدة من الطابعات، نذكر فيما يلي أهمها :

- الطابعات النقطية Dot Matrix Printers
- الطابعات النافثة للحبر Ink Jet Printers
- الطابعات الليزرية Laser Printers
- الطابعات السطرية Line Printers
- الطابعات الحرارية Thermal Printers

وسوف نكتفي بشرح الأنواع الثلاثة الأولى لأنها أوسع انتشاراً في الوقت الراهن.

1-4-1 الطابعات النقطية

الطابعات النقطية Dot Matrix Printers رخيصة الثمن لأن جودة الطباعة بها ودقتها منخفضة. يحتوي رأس الطباعة في الطباعة النقطية على عدد من الإبر Pins الطباعية المتوضعة شاقولياً مهمتها تشكيل الحرف على الورق بالتتابع . ويتوفر حالياً نوعان من الرؤوس حسب عدد الإبر فيها : 9 pins و 24 pins . في الطابعات النقطية التي تحتوي على 24 إبرة ،

تتوضع الإبر في صفين متوازيين . يجري تحريك رأس الطباعة لتشكيل الحروف والأشكال المطلوبة بالتتابع .

عندما يرسل الحاسوب مجموعة من رموز ASCII للمحارف (التي تمثل الحروف وعلامات التنقيط ، إضافة إلى حركات الطباعة مثل ، الجدولة ، والانتقال إلى السطر التالي و تسليم الشكل) الذي يتحكم في وضعية رأس الطباعة بالنسبة إلى ورقة الطباعة (إلى الطباعة ، تخزن هذه المحارف في الدائري الذي يكون جزءا من ذاكرة RAM في الطباعة . وذلك لأن عملية نقل المعلومات من الحاسوب إلى الطباعة تجري بسرعة أكبر من سرعة الطباعة في الطباعة ، وهذا ما يتيح للحاسوب إنجاز أعماله الأخرى ريثما تقوم الطباعة بطباعة ما وصلها من معلومات . وفي حال كون حجم المعلومات المطلوب طباعتها أكبر من سعة الدائري ، تقوم الطباعة بإعلام الحاسوب بضرورة إيقاف عملية النقل ، ثم تعود وتطلب منه استئناف عملية النقل عندما تنتجز طباعة ما كان لديها من معلومات . طبعاً تجري عملية إيقاف النقل واستئنافه آلياً باستخدام محرفين خاصين من جدول ترميز ASCII لهذا الغرض ، هما xon و xoff .

يحدد للطباعة سلفاً نوع الخط الواجب استعماله للطباعة . وانطلاقاً من رموز ASCII الواردة للطباعة يقوم المعالج في الطباعة بانتقاء رسوم الحارف من جدول الرسوم النقطية للمحارف لطباعة سطر كامل وبحسب أفضل مسار لتدوير رأس الطباعة (قد تطبع بعض الأسطر من اليسار إلى اليمين) ، ثم يرسل المعالج الإشارات الكهربائية التي تحفز إبر الطباعة وتؤدي لتحريك رأس الطباعة لتتوسط الإبر المتحركة بشريط الحبر Ribbon ، الذي يقع بين الورقة ورأس الطباعة ، فينتقل الحبر إلى الورقة . وبعد أن تنتهي الإبرة من عملها يعيدها نابض إلى وضعتها الأصلية . وهكذا تتابع هذه العملية سطراً فسطراً إلى أن تنتهي طباعة المعلومات الموجودة في الدائري . ويمكن في بعض الطابعات تحسين جودة الطباعة عموماً أو جعل الأحرف المطبوعة ثخينة ودكئة اللون وذلك بمرور رأس الطباعة مرتين على نفس السطر لطباعة مجموعة ثانية من النقاط المنحرفة قليلاً جداً عن المجموعة الأولى .

تقاس سرعة الطابعات النقطية بعدد الحارف الممكن طباعتها في الثانية CPS . تتوفر طابعات نقطية قادرة على طباعة 600 CPS أو أكثر وذلك عند الطباعة بجودة منخفضة Near

Letter – Quality. الطابعات السطرية هي طابعات نقطية تطبع سطرًا كاملاً دفعة واحدة أو بدلاً من طباعة محرف واحد .

تستخدم الطابعات النقطية غير الملونة شريط تخبير Ribbon أسود ، على حين تستخدم الطابعات النقطية الملونة شريط تخبير ذا أربعة أقسام يحوي كل منها لوناً أساسياً إضافة إلى اللون الأسود. بإمكان الطابعات الملونة إعداد اللون المطلوب انطلاقاً من الألوان الأساسية، بحيث تتكرر طباعة نفس السطر مرة على الأقل بكل من الألوان الأربعة. ولهذا تكون الطباعة الملونة بطيئة .

تميز الطابعات النقطية بقدرتها على الطباعة على الورق المتواصل (المطوي كالمروحة الورقية) الكبير الحجم مع إمكان طباعة عدة نسخ بنفس الوقت (باستخدام أوراق كربونية)، على حين لا تستطيع الطابعات الليزرية تحقيق ذلك .

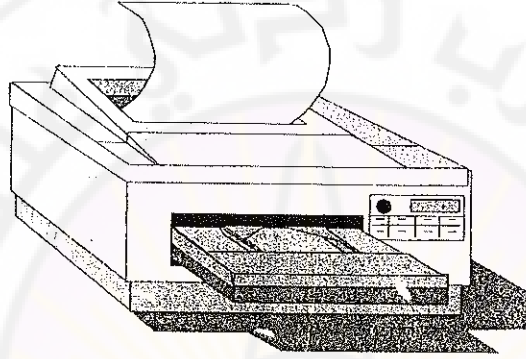
2-4-1 الطابعات النافثة للحبر

هناك تشابه بين الطابعات النافثة للحبر Ink Jet Printers والطابعات النقطية . وهي تستخدم رأساً طباعاً مزوداً بتقنية نفث نقاط صغيرة من الحبر (هناك 30 إلى 60 فوهة لضخ الحبر) على الورق بدلاً من استخدام الإبر. يأخذ هذا النوع من الطابعات موقفاً وسطاً بين الطابعات الليزرية والطابعات النقطية لأنه يعطي جودة طباعة قريبة من جودة الطابعات الليزرية لكنها أرخص منها ثمناً. وتستطيع الطابعات النافثة للحبر أن تطبع من 2 إلى 10 صفحات في الدقيقة.

يستخدم في هذا النوع من الطابعات خرطوشة حبر خاصة مزودة برأس طباعة . يتكون رأس الطباعة من 50 حجرة معبأة بالحبر ، كل منها متصلة بفوهة لا تتعدى فتحها قطر شعرة الإنسان . تجري الطباعة بإرسال الإشارات الكهربائية المناسبة لعمل رأس الطباعة ونفث الحبر على الورق عبر فوهات الرأس.

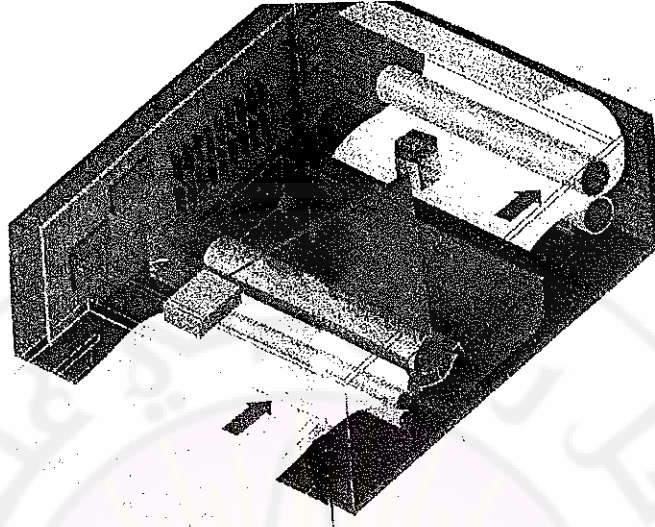
1-4-3 الطابعات الليزرية

تتميز الطابعات الليزرية بجودة عالية جداً للطباعة تفوق الطباعة في المطابع التجارية ، إلا أن ثمنها مرتفع نسبياً وكلفة استثمارها عالية. وتستخدم تقنية الليزر في هذه الطابعات للحصول على دقة عالية بفضل شعاع الليزر. يبين الشكل (4-5) نموذج طابعة ليزرية .



الشكل (4-5) نموذج طابعة ليزرية

ويعتمد مبدأ عملها على توجيه شعاع ليزري إلى أسطوانة حساسة للضوء حيث يقوم بتغيير شحنتها من سالبة إلى موجبة مكان النقاط المراد طباعتها بالأسود، وتحتفظ بساقي مساحة الأسطوانة بالشحنة السالبة لتعطي مساحة بيضاء على الورقة. وأثناء مرور الورقة أمام سلك مشحون كهربائياً تشحن كلها بشحنة موجبة منتظمة . وفي منتصف دورة الأسطوانة تلامس مع وعاء يحتوي مسحوقاً أسود يسمى "حبراً" تكون شحنته سالبة ، ولما كانت الشحنات الموجبة و السالبة تتجاذب ، فإن الحبر يلتصق بالأسطوانة بشكل نقطة صغيرة في المواقع التي أنشأ فيها شعاع الليزر شحنات موجبة. ومع متابعة الأسطوانة دوراتها تضغط على ورقة الطباعة . ولما كانت شحنة الورق الموجبة أقوى من شحنة الأسطوانة فإنها تسحب الحبر من الأسطوانة و تلتصقه بالورقة ، وتتابع الورقة مسارها إلى قسم يسمى أسطوانة الصهر حيث يسبب الضغط و الحرارة التصاق الحبر على الورق. يبين الشكل (4-6) آلية الطباعة الليزرية .



الشكل (4-6) آلية الطباعة الليزرية

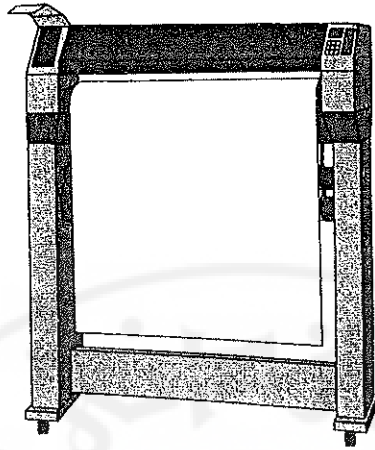
تستطيع الطابعات الليزرية المتوفرة حالياً في الأسواق طباعة 4 إلى 24 صفحة بالدقيقة الواحدة، ويعتمد ذلك على محتوى الوثيقة المراد طباعتها. تقوم الطابعات الليزرية بطباعة عدة محارف في آن واحد ، ومن ثم تطبع صفحة كاملة مباشرة. تحدد الطابعة الليزرية عادة مكان توضع كل محرف في الصفحة وكذلك مكان توضع الصورة على الورق قبل تنفيذ الطباعة ، إذ يجري التجميع والتخزين في ذاكرة الطابعة ثم تنفذ عملية الطباعة . تتطلب الصفحات التي هي أكثر تعقيداً ذاكرة أكبر ووقت أطول ، وتحتاج الطابعة في حالة الرسوم المعقدة إلى عادة دقائق لتجميعها وبعدها تبدأ الطابعة عملها بسرعة . تحتاج الطابعة في حال الرسوم البينانية إلى ذاكرة لا تقل عن 1 MB ، وكلما كبرت سعة الذاكرة كان ذلك أفضل.

تستخدم معظم الطابعات الليزرية ورقاً من القياس A4 ، ويستخدم بعضها القياس A3 . تبدأ دقة الطابعات الليزرية من 300X300 DPI ، وهذه الدقة تفي بالغرض في العمل المكتبي، ولكنها تبقى بعيدة عن الجودة المطلوبة المستخدمة في النشر وهي 2400 X 2400 DPI ، ويتوفر حالياً طابعات ليزرية ذات دقة 600 X 600 DPI .

ما زالت الطابعات الملونة قليلة العدد ، ولا يوجد حتى الآن طابعات ملونة تستخدم التقنية الليزرية ، وإنما تستخدم تقنية التحويل الحراري وذلك باستخدام لفة أسطوانية من البلاستيك الميلمر Polymer بحيث يلامس مع الورق ثم يطبق التسخين الحراري فتصبح المادة البلاستيكية جزءاً من الورقة، ومن ثم تطبع نقاطاً دقيقة جداً تصل إلى أكثر من 600 نقطة في البوصة وباستخدام ثلاثة أو أربعة ألوان أساسية نحصل على كل الألوان .

2- الراسمات

تستخدم الراسمات Plotters لرسم المخططات الهندسية الكبيرة. وفي الراسمة مجموعة أقلام يمكن أن يصل عددها إلى ثمانية أقلام ملونة ، يقوم الحاسوب بالتحكم فيها وتحريكها لرسم المخطط المطلوب. يُحرّك ذراع الراسمة مباشرة لاختيار أي قلم من مجموعة الأقلام، هذه الذراع موصول بسكة متحركة تستطيع أن تتحرك من جانب إلى آخر من الورقة. لكل قلم ملف لولبي كهربائي يستطيع التحكم في حركته إلى أي مكان من الورقة ، ويوجد محرك آخر يحرك الورقة عمودياً تحت ذراع الراسمة . ومن ثم فإن المحركين المذكورين يتحكمان بالإحداثيات X-Y المعروفين سلفاً ويقومان بتحريك القلم والورقة مسافات صغيرة جداً ، ومن ثم يجري الرسم بدقة عالية. تستخدم الراسمات لطباعة تصاميم الدارات المطبوعة الإلكترونية والرسوم البيانية المعمارية وغيرها من الرسوم والمخططات المختلفة . ولها قياسات حسب حجم الورق الذي يمكنها الرسم عليه مثل A0 - A4. ويمكن تزويدها بعدة أقلام ملونة وبشخانات مختلفة حسب الحاجة . ويوجد منها أطرزة تعمل على مبدأ نفث الحبر بدلاً من استخدام أقلام. يبين الشكل (4-7) نموذج راسمة.



الشكل (4-7) نموذج راسمة

3- الماسحات الضوئية

يمكن تشبيه الماسحات Scanners الضوئية بالعيون ، إذ بها يُبصر الحاسوب ، فهي تحول الوثائق والصور ، إلى صيغة يتعرفها الحاسوب ، أي تحول الخطوط والنقاط والألوان إلى صيغة ثنائية ، وتحوّل هذه الصيغة إلى برمجيات الماسحة الموجودة ضمن الحاسوب ، لتقوم هذه الأخيرة بإظهارها (تخزينها) وفق نسق ملفات الصور المعروفة مثل bmp أو gif وغيرها.

1-3 أهمية الماسحات

تكمّن ميزات الماسحة من الناحية العملية في قدرتها على مسح الصورة ضوئياً ، ثم تحويل الضوء المنعكس من الصورة إلى جهود Voltage كهربائية تُحوّل بدورها إلى الصيغة الثنائية المطلوبة من قبل الحاسوب . وهناك نوعان من الماسحات الضوئية : الماسحات اليدوية ، والماسحات المسطحة (انظر الشكل (4-8) ، ونلاحظ من اسميهما الدلالة على كيفية العمل والشكل .

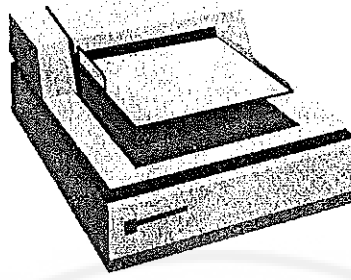
ومن الأبحاث التي واكبت استخدام الماسحات أبحاث تتعلق بالتعرف الضوئي للمحارف (OCR) . وهي أبحاث لتحويل الحارف الموجودة في الصورة المسحوبة من نسق ملفات الصور إلى نسق الحارف (ASCII ...) .

سوف نتناول في هذه الفقرة المساحة المسماة المساحة المسطحة من ناحية طريقة العمل .

2-3 مبدأ عمل المساحة المسطحة

يتلخص مبدأ عمل المساحة المسطحة بمايلي :

- يوجد مصدر للضوء يضيء الورقة الموضوعة على الماسح ، ووجهها إلى أسفل ، فوق نافذة زجاجية موجودة فوق آلية المسح ، تعكس المساحات البيضاء أو الفارغة ضوءاً أكثر مما تعكس الأحرف المخبرة أو الملونة أو الصور .
- يحرك محرك كهربائي رأس المسح تحت الصفحة فيلتقط أثناء تحركه الضوء المرتد من الورقة المسوحة .
- ينعكس الضوء القادم من الصفحة عبر مجموعة من المرايا ، مهمتها تركيز الضوء باستمرار للمحافظة على تراض الشعاع الضوئي مع العدسات .
- تُسقط عدسات الإشعاع على دايودات حساسة للضوء ، تترجم كمية الضوء إلى تيار كهربائي . فكلما كان مقدار الضوء كبيراً ازداد مطال الإشارات الكهربائية المتولدة عن الدايودات الضوئية .
- يحوّل مبدل تمثيلي رقمي (A/D) الإشارات الكهربائية التمثيلية إلى نقطة ضوئية رقمية تمثل مساحة سوداء أو بيضاء على طول خط من الورقة المسوحة بمعدل 300 نقطة بالبوصة مثلاً وحسب دقة المسح ، وتستطيع ماسحات أكثر تطوراً ، أن تترجم الإشارات الناتجة عن الدايودات إلى تدرجات من اللون الرمادي. وعند تشغيل الماسحة على صور ملونة (في الماسحات الملونة) يمر رأس المسح ثلاث مرات تحت الصورة. وفي كل مرة يوجه الضوء عبر مرشح للون الأحمر أو الأخضر أو الأزرق قبل أن يصطدم بالصورة الأصلية .
- ترسل المعطيات الرقمية إلى البرمجيات في الحاسوب ، حيث تخزن البيانات بنسق يمكن أن تتعامل البرامج الأخرى معه .



الشكل (8-4) نموذج الماسحة

4- الموديمات

يتميز الحاسوب بكونه جهازاً رقمياً يتعامل مع الأرقام ممثلة بالنظام الثنائي. ومن المعلوم أن الهاتف يحوّل الكلام ، أي اهتزازات الهواء المتولدة من الأصوات ، إلى إشارات كهربائية متغيرة مع الزمن ، تُنقل عبر الشبكة الهاتفية . إن طيف الإشارات الكلامية محصور في المجال الترددي 300-3400 Hz ، على حين الإشارات الرقمية هي سلسلة من الإشارات النبضية (0 ، "1") تتميز بكونها ذات طيف أوسع من هذا المجال . ومن ثم لا يمكن نقل الإشارات الرقمية مباشرة عبر الشبكة الهاتفية. وهذا ما دعا لاستخدام محوّل خاص يحول الإشارة الرقمية إلى إشارة تمثيلية Analog Signal ذات خصائص ملائمة للنقل عبر الشبكة الهاتفية ، وبالعكس يحوّل الإشارات التمثيلية، الواردة من المحوّل البعيد عبر الشبكة الهاتفية، إلى إشارات رقمية ملائمة للحاسوب .

يسمى هذا المحوّل "موديم" . يجري في الموديم عند طرف الإرسال تحميل الإشارة على تردد حامل (إشارة تمثيلية) بعملية تعديل MODulation تأخذ أشكالاً مختلفة . ويجري عند طرف الاستقبال كشف تعديل DEModulation الإشارة التمثيلية المستقبلة واستعادة الإشارة الرقمية الأصلية. ومن هنا أتت تسمية الموديم MODEM باعتباره معدّلاً وكاشفاً للتعديل .

1-4 مبدأ عمل الموديمات

تجري عملية التعديل في الموديم بتعديل إشارة جيبية وحيدة التردد وفق أحد ثلاثة أشكال أو مزيج منها :

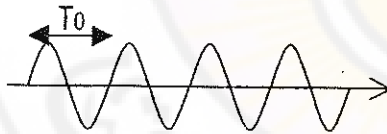
- تعديل ترددي Frequency Modulation أو اختصاراً FM
- تعديل مطالي Amplitude Modulation أو اختصاراً AM
- تعديل طوري Phase Modulation أو اختصاراً PM

يمكن التعبير عن الموجة الجيبية بالعلاقة التالية :

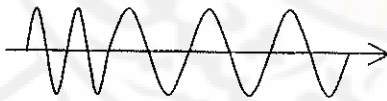
$$s(t) = A \sin (2\pi f t + \varphi) ;$$

حيث يمثل A مطال الإشارة و f ترددها و φ طورها .

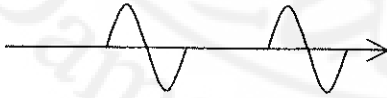
تحتوي هذه الموجة على ثلاثة متحولات هي المطال، والتردد، والطور ويمكن أن تكون متغيرة مع الزمن ، ومن ثم يمكن تعديل قيمتها لكي تحمل المعلومات الرقمية. يبين الشكل (4-9) أشكال التعديل المختلفة للإشارة $s(t)$.



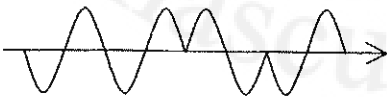
الإشارة الجيبية الأصلية (الحامل) :



تعديل FM :



تعديل AM :



تعديل PM :

الشكل (4-9) أشكال التعديل المختلفة للإشارة $s(t)$

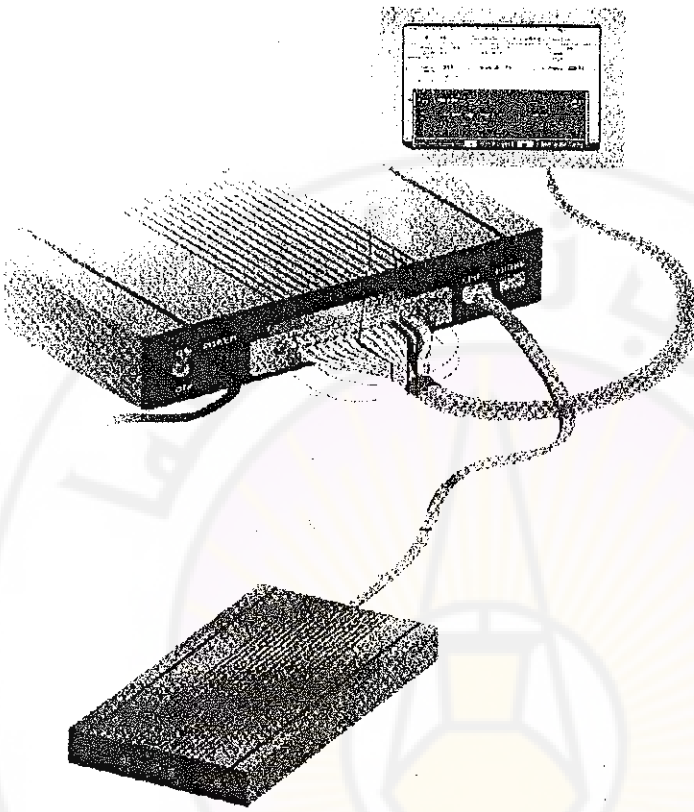
للموديمات أنواع عديدة مقيسة وموصفة من قبل الإتحاد الدولي للاتصالات عن بعد ITU. تصنف الموديمات المعيارية ضمن السلسلة V. تعمل الموديمات الحديثة على خطين 2-wire للإرسال والاستقبال (في الاتجاهين Full Duplex) معا كما في الشبكة الهاتفية ، وهناك موديمات تعمل على أربعة أسلاك 4-wire وذلك عبر شبكات خاصة أو وصلات مباشرة.

هناك طريقتان لنقل المعلومات بين الموديم وأي جهاز رقمي آخر (ثمة تجهيزات رقمية عديدة غير الحاسوب تتعامل مع المعلومات الرقمية) هما النقل غير المتزامن Asynchronous والنقل المتزامن Synchronous وكلتا الطريقتين موصفتان بالمعيار RS-232C. وفي الحالتين تحول البتات الثمانية للكلمة الواحدة من شكل تفرعي إلى شكل تسلسلي (سلسلة من الوحدات والأصفار) وترسل الكلمة تلو الأخرى. ويضاف في النقل غير المتزامن إلى الكلمة الثمانية ثلاث بتات لتصبح كما يلي :

Start bit , DB1 , DB2 , DB3 , DB4 , DB5 , DB6 , DB7 , DB8 , Parity bit , Stop bit

البتة الأولى هي بتة البدء Start bit (تساوي الصفر دوما) لتدل على بداية الكلمة يليها ثماني بتات تمثل الكلمة ثم بتة كشف الخطأ parity bit (تأخذ أشكالا مختلفة) ثم يليها stop bit (يساوي واحد دوما) للدلالة على نهاية الكلمة الحالية . يبين الشكل (4-10) كيفية ربط الموديم إلى الحاسوب من جهة وإلى الخط الهاتفي من جهة أخرى.

أما في النقل المتزامن فيغذى الموديم مباشرة بالمعلومات الرقمية تغذية متزامنة مع إشارة ساعة تأتي إما من الموديم (تعطى للجهاز) أو من الجهاز نفسه (تعطى للموديم) بحيث يتزامن عمل كل من الجهاز الرقمي والموديم على إشارة ساعة واحدة . يمكن الموديم أن ينقل المعلومات بسرعات مختلفة حسب نوعه وطريقة التعديل المستخدمة .



الشكل (4-10) طريقة ربط الموديم إلى الحاسوب وإلى الخط الهاتفي

تطورت الموديمات في الوقت الراهن تطورا واسعا وأصبحت أسعارها رخيصة وفي متناول الجميع. يتوفر في الموديمات الحديثة إمكانيات مختلفة مثل ضغط المعلومات (وسيلة لتسريع النقل) وتصحيح أخطاء النقل . ويمكن برمجة الموديم باستخدام أوامر صادرة عن الحاسوب وفق أشكال معروفة سلفا تسمى "أوامر AT" يمكن بواسطتها ضبط محددات الموديم ضبطا كاملا. تعمل الموديمات الحديثة بسرعات عالية عبر الشبكة الهاتفية العامة تصل إلى 33600 bit/sec وقد بلغت مؤخرا القيمة 64Kbit/sec وذلك حسب نوع وجودة الدارة الهاتفية العاملة في الاتصال القائم. إذ يقوم الموديم عند بداية الاتصال باختبار الدارة الهاتفية بالتعاون مع الموديم

في الطرف الآخر للبحث عن سرعة النقل العظمى بدون أخطاء ، بحيث ينتقل من السرعة العليا إلى سرعة أدنى آليا إلى أن يصل إلى سرعة مناسبة خالية من أخطاء النقل .

4-2 آلية عمل الموديم

بعد تحقيق الربط بين الموديم والحاسوب من جهة والموديم والخط الهاتفي من جهة أخرى وتشغيل الموديم ، تشغل البرمجيات الخاصة بتهيئة الموديم ليصبح جاهزا لتلقي أي اتصال ، أو لبدء عملية إرسال كما في الهاتف العادي . وتتلخص آلية عمل الموديم بما يلي:

- في حالة الإرسال تقوم برمجيات الموديم بتهيئة للإرسال والتخاطب معه لتحديد جاهزيته لإقامة الاتصال الهاتفي. ويبقى الموديم في وضعية الجاهزية للاستقبال.
- يقوم الموديم بالاتصال مع الطرف الآخر وفتح الخط.
- بعد فتح الخط يبدأ الموديم بالتخاطب مع الطرف المقابل (موديم آخر) والبدء بما يسمى عملية تعارف ومصافحة Handshaking بين الجهازين وفق إجرائية أو بروتوكول محدد . يتم خلال عملية المصافحة تحديد كل من نوع التعديل، وسرعة النقل المناسبة للدائرة الهاتفية الحالية ، وإمكان وجود تصحيح لأخطاء النقل، وغيرها من الأمور اللازمة لعملية النقل . ويجري بعدها كشف الإشارة الحاملة للمعلومات ويتزامن الموديمان أحدهما مع الآخر في طرفي الإرسال والاستقبال . عندها يعلم كل موديم الحاسوب المرتبط به أنه قد تمكن من كشف الإشارة الحاملة للمعلومات الرقمية وأصبح جاهزا لبدء النقل .
- بعدها يبدأ الموديمان بالتخاطب (نقل المعلومات الرقمية بينهما) .
- خلال عملية النقل ، وبعد وصول المعلومات من الحاسوب إلى الموديم، يقوم معالج الموديم بإزالة البتات المضافة إلى المعلومات المنقولة (النقل غير المتزامن : بتة البدء، بتة كشف الخطأ ، بتة التوقف)، ويحول المعلومات المفيدة إلى المعدل لتعدل وفق الطريقة التي يعمل بها الموديم وإرسالها إلى الطرف الآخر.

- عند طرف الاستقبال يقوم الموديم بالعملية العاكسة : كشف تعديل الإشارات الواردة وتحويلها إلى إشارات رقمية ، إضافة البتات الثلاث المذكورة آنفا إلى كل ثمانية وإرسالها إرسالاً غير متزامن إلى الحاسوب.

- قد يقوم الموديم بعملية ضغط للمعلومات لديه قبل إرسالها إلى الطرف الآخر الذي يقوم بدوره بفك المعلومات المضغوطة وإعادة تمثيلها إلى شكلها الأصلي.

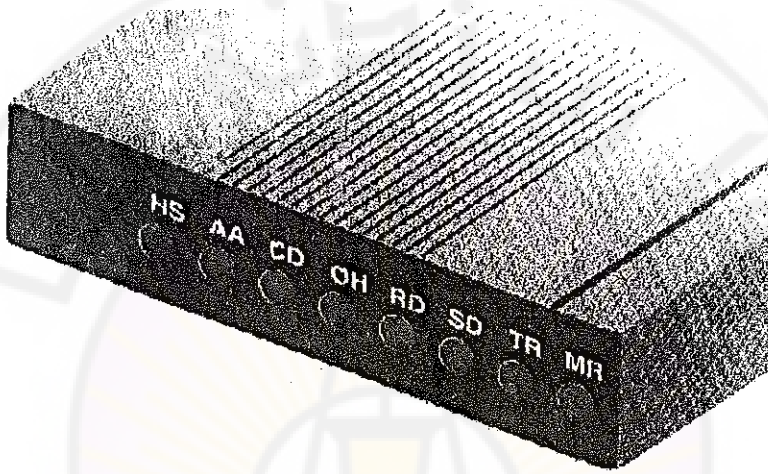
- عند انتهاء عملية نقل المعلومات يقوم الحاسوب بإعطاء الأوامر المناسبة للموديم لإغلاق الخط وإعادة تهيئته إلى وضعية الجاهزية للاستقبال.

يبين الشكل (4-11) منظراً أمامياً للموديم، تظهر فيه المؤشرات الضوئية على واجهة أحد أنواع الموديمات. تتيح المؤشرات الضوئية الموجودة في واجهة الموديم الخارجية معرفة ما يحدث أثناء عملية الاتصال، وتختلف مواقع هذه الأضواء وترتيبها من موديم إلى آخر ، لكنها تكون عادة معنونة ، بمختصرات من حرفين (تختلف من موديم إلى آخر) ، وفيما يلي معاني هذه المختصرات :

- HS : يدل هذا المؤشر على أن الموديم يعمل حالياً بأقصى سرعة ممكنة لنقل المعلومات عبر القناة الهاتفية .

- AA : مؤشر الإجابة التلقائية، يدل على أن الموديم جاهز للإجابة عن الاتصالات الرقمية آلياً دون تدخل المستثمر.

- CD : مؤشر كشف الإشارة الحاملة ، يضيء هذا المؤشر عندما يكشف الموديم إشارة التردد الحامل (بعد انتهاء طور المصافحة بنجاح) ، وهذا يعني أنه حقق التزامن مع الموديم البعيد وأصبح جاهزاً لتبادل المعلومات معه. ينطفئ المؤشر في حال قطع الاتصال لسبب ما أو عند انتهاء عملية الاتصال.



الشكل (4-11) منظر أمامي لواجهة أحد أنواع الموديمات

- OH : مؤشر فتح الخط الهاتفي، يضيء هذا المؤشر كلما فتح الموديم خط الهاتف ، ويقابل ذلك رفع سماعة الهاتف .
- RD : مؤشر استقبال المعلومات ، يومض عندما يجري نقل المعلومات الرقمية المستقبلية من الطرف البعيد إلى الحاسوب .
- SD : مؤشر إرسال المعلومات ، يومض كلما قام الحاسوب بنقل المعلومات إلى الموديم بهدف إرسالها إلى الموديم البعيد .

- TR : مؤشر للدلالة على أن الحاسوب قد طلب من الموديم أن يجهز نفسه للإرسال يضيء كلما كشف الموديم إشارة جاهزية الحاسوب (DTR) .
- MR : مؤشر جاهزية الموديم ، يضيء للدلالة على أن الموديم مغذى بالكهرباء وفي وضعية الجاهزية للاستقبال.

4-3 أمثلة على بعض الموديمات المعيارية

نورد فيما يلي أمثلة على بعض هذه الموديمات :

• الموديم V.21

يستخدم تعديل FM وينقل إشارات رقمية في الاتجاهين ويستخدم ترددتين أحدهما للتعبير عن "0" والآخر للتعبير عن "1". الترددان هما : 980 Hz و 1180 Hz لقناة الإرسال و 1650 Hz و 1850 Hz لقناة الاستقبال. ينقل الإشارات الرقمية بمعدل نبضات يقع ضمن المجال 300-500 bits/sec. وهو قديم وبطيء. يتحقق الربط بين الموديم والحاسوب عبر وصلة RS-232C . وهو قابل للبرمجة بواسطة أوامر AT عن طريق الحاسوب أو الطرفية.

• الموديم V.22

يستخدم تعديلاً طورياً وينقل إشارات رقمية في الاتجاهين بمعدل 1200 bits/sec . يمكن أن يوصل بالحاسوب بالوصلة RS-232C وينقل المعلومات بأسلوبين إما متزامن أو غير متزامن . ثم إنه قابل للبرمجة بواسطة أوامر AT عن طريق الحاسوب أو الطرفية.

• الموديم V.34

يستخدم تعديلاً مختلطاً طورياً بعدة أطوار مختلفة ، ومطالياً بعدة مستويات ، وينقل إشارات رقمية في الاتجاهين بمعدل حده الأقصى 28800 bit/sec مع إمكان الانتقال الآلي إلى سرعة أدنى حتى 2400 bit/sec (يعمل على السرعات : 28800, 21600, 24000, 26400

19200, 16800, 14400, 12000, 9600, 7200, 4800, and 2400 bit/sec ، وفق الدارة الهاتفية المتاحة في تلك اللحظة . يُوصل بالحاسوب بوصلة معيارية RS-232C ويمكن أن ينقل المعلومات بأسلوبين إما متزامن أو غير متزامن . كما يمكن أن يعمل على دارات ذات خطين 2-W . يحتوى على خوارزمية معيارية لضغط المعلومات وخوارزمية معيارية لتصحيح الخطأ ، وهو قابل للبرمجة بواسطة أوامر AT عن طريق الحاسوب أو الطرفية.





الفصل الخامس

مكونات الحاسوب البرمجية

رأينا في الفصل الأول أن الحاسوب يتألف من مكونات مادية وأخرى برمجية، ويقسم العاملون في مجال المعلوماتية هذا المجال العلمي إلى محورين يتعلق كل منهما بأحد صنفين هذه المكونات. وتوجد في كل منهما تخصصات وتشعبات عديدة برغم تكامل المحورين.

نسلط الضوء في هذا الفصل على أهم المكونات البرمجية التي تطبق في الحواسيب وعلى أساليب عملها، وذلك لفائدتها الكبيرة في الحياة اليومية، وفي تطوير العلوم، وفي تطور علم المعلوماتية ذاته.

تعتمد صناعة المكونات البرمجية للحواسيب على التفكير المنطقي والرياضي في طرح المشكلة ووضع الحلول لها بتحويلها إلى نموذج رياضي.

1- نظام التشغيل

يمكن القول بأن نظام التشغيل **Operating system** هو مجموعة من البرامج المتكاملة التي توفر الاتصال بين المستثمر والحاسوب، وتستطيع السيطرة على الحاسوب وملحقاته، وتستثمر جميع الموارد الحاسوبية بالطريقة المثلى، وتستطيع أن توفر واجهة تخاطب **Interface** سهلة وسلسة بين المستثمر والحاسوب بحيث يتمكن المستثمر من الوصول إلى الموارد كافة.

وبكلام آخر نقول إن نظام التشغيل هو منصة التحكم التي يستعملها الإنسان (المستخدم العادي أو المبرمج) للسيطرة على الحاسوب وملحقاته، ومن ثم استثماره وذلك باستعمال مجموعة منتهية من الأوامر **Commands**.

1-1 ملحة تاريخية

في البداية، عند اختراع الحواسيب الأولى، لم يفكر العاملون في المعلوماتية في تطوير نظم التشغيل. ولكن مع تطور الحواسيب وتعدد إمكاناتها وظهور لغات البرمجة، ظهرت الحاجة إلى نظام إدارة للحاسوب بغية توليفه والتحكم فيه، فظهرت برامج تؤدي هذه الوظيفة أطلق عليها فيما بعد أنظمة التشغيل. تطورت هذه البرامج مع تطور الحواسيب والخوارزميات ولغات البرمجة. ولكن لا بد من القول، إن أنظمة التشغيل كانت مبرمجة في ذاكرات معدة للقراءة فقط ROMs وتأتي مصنعة مع الحواسيب. ولتغيير نظام التشغيل كان لا بد من تغيير الحاسوب أو تطويره.

بعد ذلك أصبحت أنظمة التشغيل تصنع على شكل برمجيات مخزنة على أقراص يمكن تعديلها وتطويرها وتغييرها دون تعديل الحاسوب، وأطلق على هذا النوع من أنظمة التشغيل اسم نظم التشغيل بواسطة الأقراص (DISK OPERATION SYSTEM). وانتشر هذا المصطلح في أنظمة التشغيل التي تتعامل مع الحواسيب الصغيرة.

أما من ناحية واجهات التخاطب، فقد كانت أوامرها ضعيفة ومعقدة، ويتطلب إصدارها خبرة كبيرة ودقة في العمل. وكانت بعض الأخطاء تؤدي إلى كوارث بسبب ضعف الحماية التي توفرها هذه الأنظمة، ولعدم تكاملها.

ومع التطور في هذا المجال قفزت أنظمة التشغيل قفزات نوعية من حيث الحماية وواجهات التخاطب، وظهر في العقدين الأخيرين عدد كبير من الأنظمة التي توفر واجهة تخاطب سهلة، وتتضمن رسائل التحذير والحماية، وتأخذ جميع الاحتياطات الممكنة لتجنب الكوارث مثل حذف الملفات وغيرها.

من أهم أنظمة التشغيل المعروفة حالياً نذكر:

UNIX, MS-DOS, PC-DOS, LINUX, VMS, MAC-OS,
WINDOWS 95, WINDOWS 98, WINDOWS NT, XENIX, etc.

وتعمل هذه الأنظمة على أنواع مختلفة من الحواسيب.

سوف تكون أمثلتنا على نظامي التشغيل MS-DOS , WINDOWS 95 لأن نظام التشغيل MS-DOS هو نظام تشغيل قياسي في الحواسيب الشخصية وشائع الاستخدام ، وعلى أساسه بُني النظام WINDOWS مع الحفاظ على ميزاته الأساسية. والغرض من ذلك تمكين الطالب من استثمار الحاسوب، وتدعيم الجلسات العملية، وفهم آلية عمل نظام الملفات .

وسوف يدرس الطالب مبادئ تصميم نظم التشغيل في مقررات تخصصية في السنوات اللاحقة .

2-1 تصنيف أنظمة التشغيل

لا توجد قاعدة ثابتة لتصنيف أنظمة التشغيل بسبب التطور الكبير في الأنظمة والحواسيب وملحقاتها من جهة ، ولظهور إصدارات عديدة من النظام نفسه من جهة أخرى. ولكن يمكن أن تُصنّف أنظمة التشغيل على النحو التالي :

- نظام وحيد المستخدم : هناك مستخدم واحد يمتلك الجهاز والنظام ويتعامل معه ، ومن ثمّ تسخر كل الموارد لهذا المستخدم كما في نظامي MS-DOS و WINDOWS 3.x . يُستخدم هذا النوع من الأنظمة عادة في الحواسيب الشخصية.
- نظام متعدد المستخدمين : وهو نظام كبير قادر على أن يتعامل مع مجموعة من المستخدمين بآن واحد؛ وعلى توزيع الموارد بينهم وفق قواعد معينة، بحيث يوحى لكل مستخدم أن هذه الموارد ملكه، ولا يدعه يشعر بوجود مستخدمين آخرين يقاسمون هذه الموارد. من أشهر الأنظمة التي تعمل بهذا المبدأ نظام UNIX .

ملاحظة :

توجد معايير تصنيف أخرى عديدة مثل الإقامة في الذاكرة، والمشاركة في الموارد، والمقدرة على إدارة مجموعات الحواسيب، وأنواع الحواسيب التي يديرها النظام ، غير أننا لسنا بصدد ذكرها في هذا الفصل .

1-3 مهام نظام التشغيل الرئيسية

على نظام التشغيل أن يقوم بمجموعة كبيرة من الوظائف المتعلقة بإدارة الحاسوب أهمها :

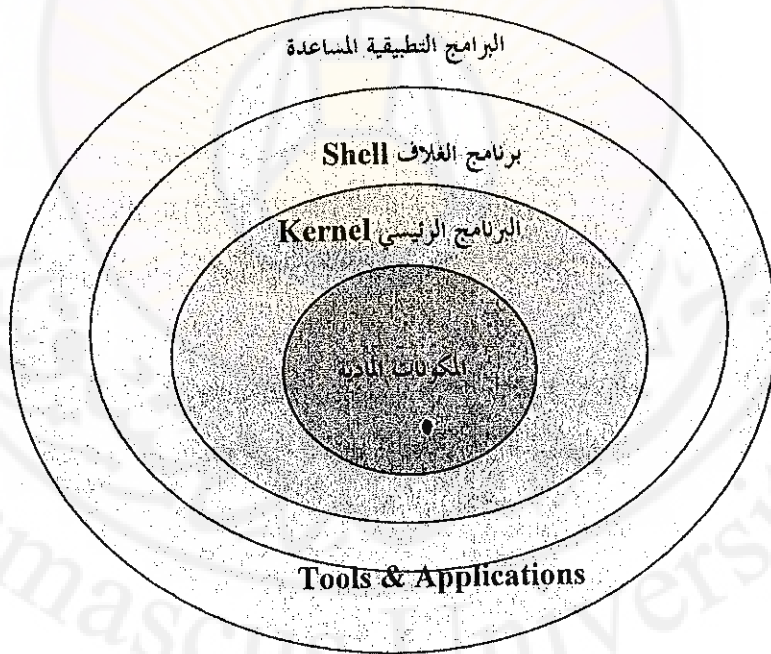
1. تجهيز الحاسوب عند التشغيل (الوصل بالطاقة) وتهيئته للاستثمار، فيقوم بتدقيق المكونات المادية والتحقق من صلاحيتها، وتفقد الأخطاء وإعطاء رسائل في حال وجودها، والتحقق من جاهزية وحدات التخزين ومنافذ الاتصال وتعرف المحيط كاملاً .
2. تنظيم التسلسل الزمني لتنفيذ العمليات في الحاسوب، فينظم ترتيباً (دوراً) للمسائل الواردة للمعالجة ويعيد نتائجها إلى أماكن الطلب.
3. تنفيذ الأوامر الصحيحة الواردة من المستخدم، لأن هذه الأوامر هي كلمات تكتب من لوحة المفاتيح أو تحكم بأيقونة أو رموز من واجهة تخاطب بيانية رسومية ، ودور نظام التشغيل هنا هو ترجمة هذه الأوامر إلى تعليمات يفهمها المعالج ويقوم بتنفيذها وإعطاء النتيجة (القيام بالعملية المطلوبة) للمستخدم .
4. إدارة الذواكر بمختلف أنواعها واستخدامها على الوجه الأمثل.
5. إدارة عمليات التخزين (التسجيل) على وسائط التخزين وفق بروتوكولات معينة والقراءة منها (إدارة التعامل مع الملفات) .
6. الإشراف على جميع الموارد وتقاسمها وتنظيمها في حال تعدد المستخدمين أو تعدد الطلب عليها .
7. التحكم في كامل عمليات الدخل والخروج المختلفة ومراقبتها .
8. التعامل مع البرامج والتطبيقات المختلفة المنفذة على الحاسوب .
9. التعامل مع الشبكات وإدارتها .
10. حماية التطبيقات والنظام نفسه في حالات التوقف المفاجيء Abort والتعطيل Failure.
11. تنفيذ أكثر من تطبيق في الذاكرة بآن واحد .

إن المهام السابقة هي مهام عامة، وقد لا توجد جميعاً في نظام تشغيل واحد، ولكن معظمها يكون في نظام التشغيل .

ولابد من القول إن بعض الأنظمة تؤدي مهام كثيرة لم نذكرها، وتركز اهتمامنا في اتجاه معين. فمن المهام السابقة -على سبيل المثال- لا نجد وظيفة تعدد المستخدمين في النظام MS-DOS لأنه وحيد المستخدم لكن وظيفة التحكم في الدخول والخروج فيه قوية، وتتضمن وظائف المراقبة والحماية .

1-4 بنية أنظمة التشغيل العامة

يعتمد أكثر أنظمة التشغيل بنية عامة مؤلفة من مجموعة من الطبقات على شكل دوائر متحدة المركز، الدائرة الداخلية هي العتاد/ المكونات المادية. وهي كما يلي :



1. البرنامج الرئيسي القائد، الذي يسمى النواة (Kernel) ، هو المسؤول عن عمليات الدخول والخروج الأساسية ويشرف على التعامل مع وسائط التخزين .

2. برنامج الغلاف (Shell) هو الذي يفسر أوامر المستخدمين ويحولها إلى تعليمات يفهمها المعالج وينفذها، وتظهر نتائجها للمستثمر، وهو الذي يعطي رسائل التحذير والخطأ.
3. البرامج التطبيقية المساعدة Tools and applications: وهي البرامج المتممة لعمل نظام التشغيل، مثل برامج تنظيم القرص والتفحص وغيرها .

2- تنظيم المعلومات داخل الحاسوب

إن أهم ميزات نظام التشغيل هي التخزين الجيد للمعلومات واسترجاعها عند الحاجة، ويقوم بذلك بواسطة نظام خاص لل تخزين في ملفات Files. تُنظم الملفات ضمن أدلة فرعية (مجلدات) تشكل بنية هرمية (شجرية) في التخزين، ويجري التخزين عادة على الأقراص (مرنة، صلبة، ضوئية، ليزرية) ويستطيع نظام التشغيل إنجاز جميع العمليات على الملفات من حذف وتعديل ونقل وغير ذلك .

2-1 التخزين على الأقراص

مهما تختلف بنية الأقراص الفيزيائية (مغناطيسية ، ليزرية، ضوئية) فإن آلية التخزين تعاد إلى مبدأ النظام الثنائي (0 , 1) في التعامل المنطقي الذي يمثل خانة ثنائية. وسوف ندرس آلية التخزين بوجه عام وتركيبها المنطقي، بغض النظر عن فيزيائها بعرض مثال على تخطيط القرص الصلب والقرص المرن.

القرص، كما نعلم ، شريحة من أسطوانة دائرية توضع في وحدة تشغيل الأقراص. وتكون مطلية بمادة ممغنطة، وتخزن المعطيات بكتابة وقراءة النماذج المرمزة مغناطيسياً والتي تشمل المعطيات الرقمية.

تحتوي وحدة تشغيل الأقراص (Driver) محركاً يدير أقراص التسجيل بسرعة زاوية ثابتة. ورؤوس القراءة والكتابة مثبتة على ذراع يتحرك باتجاه المركز أو بعيداً عنه أثناء دوران القرص، وهذا ما يمكن الرؤوس من المرور على كامل سطحه.

تدور الأقراص الصلبة بسرعة أكبر من سرعة دوران الأقراص المرنة، وتكون على شكل أطباق من الأسطوانات المماثلة للقرص المرن. وآلية عمل هذين النوعين من الأقراص واحدة من حيث المبدأ .

يقسم القرص إلى مسارات، وترقم من الخارج إلى الداخل (0,1,2,...) وإلى قطاعات ترقم 1, 2, 3, ... على كل من الوجهين 0 و 1 (انظر الفصل الثالث).

إن كل تجمع (تقاطع القطاع مع المسار على الوجه الواحد) يمكن أن يخزن 512 بايت . ونستطيع من ثم معرفة عنوان أي بايت من القرص بمعرفة العناصر التالية (القطاع ، المسار ، الوجه ، تسلسل البايت من بداية التجمع) ، وبذا نستطيع أن نكتب أو نقرأ من أي عنوان على القرص .

ملاحظة :

إن حجومات التجمعات، من الناحية المادية، تكبر في المسارات التي هي أبعد عن مركز القوس، ولكن سعة تخزينها واحدة. وهذا يعود إلى تقنية القراءة والكتابة، لأن المسارات الداخلية تمر تحت الرؤوس بسرعة خطية أصغر من سرعة مرور المسارات الخارجية (البعيدة عن المركز). ونحتاج من ثم إلى زمن ثابت في قراءة المعلومة، وفي هذا هدرٌ لمساحات التخزين. وقد حُلست هذه المشكلة في الأقراص الليزرية حيث تقسم إلى تجمعات متساوية بالتقسيم الحلزوني، لا الدائري .

يمكن من الخريطة السابقة لتقسيم الأقراص حساب حجم كل قرص وفق المعادلة التالية :

$$\text{الحجم} = 512 \times \text{عدد القطاعات} \times \text{عدد المسارات} \times 2 \text{ (بسبب وجود وجهين)}$$

$$\text{مثال حجم القرص المرن قياس 3,5 بوصة هو: } 1,44 \text{ MB} = 512 \times 18 \times 80 \times 2$$

يتعاون نظام التشغيل مع النظام الأساسي للدخل والخروج (BIOS) المخزن في الذاكرة ROM في إدارة عمليات القراءة والكتابة على الأقراص .

2-2 بنية القرص المنطقية في نظام التشغيل DOS

لما كان نظام التشغيل DOS هو الأكثر انتشاراً في الحواسيب الشخصية، ومنه اشتقت معظم الأنظمة العاملة على هذه الحواسيب مثل (Windows 9x, Windows 3.x) كان من الضروري دراسة سلوك هذا النظام في التعامل مع الملفات والأقراص .

وبغض النظر عن نوع قرص التسجيل المستعمل ، فإن النظام DOS ينسق الأقراص منطقياً بالطريقة ذاتها ، حيث تُحدد أوجه الأقراص والمسارات والقطاعات باستعمال نفس فهرسة الأرقام . وتُحجز بعض الأقسام دائماً لبرامج وفهارس خاصة يستعملها النظام DOS ليدير عمليات قرص التسجيل . وقبل أن نصف كيفية تنظيم النظام DOS لفسحة التخزين على القرص ، لابد لنا من شرح الفهرسة الاصطلاحية التي يستعملها النظام DOS والبرنامج ROM BIOS لتحديد مكان المعلومات .

تبدأ أرقام أسطوانات أقراص التسجيل من 0 عند الحافة الخارجية من سطح القرص وتزداد باتجاه وسطه . إن رؤوس القراءة / الكتابة أيضاً مرقمة من 0 ولكن أرقام القطاعات تبدأ من 1 ويمكن كذلك وصف أي موقع على القرص بواسطة اتلاف مزيد من أرقام الأسطوانة ، والرأس والقطاع . وهذه بالحقيقة هي كيفية نفاذ خدمات البرنامج ROM BIOS إلى معطيات قرص التسجيل .

لا يميز النظام DOS بين الأسطوانات ، والرؤوس والقطاعات . وبدلاً من ذلك ، يرى النظام DOS القرص على أنه تتابع خطي من قطاعات منطقية Logical Sectors (افتراضية) يبدأ تتابع القطاعات المنطقية من القطاع الأول على قرص التسجيل : القطاع 1 وأسطوانة 0 والرأس 0 (قطاع التحفيز الذاتي) . يكون القطاع المنطقي 0 للنظام DOS .

إن القطاعات المنطقية مرقمة من مسار إلى مسار في الأسطوانة ذاتها ومن ثم مرقمة من أسطوانة إلى أسطوانة . لذلك فإن القطاع الأخير في الأسطوانة يكون متبوعاً بالقطاع الأول في الأسطوانة التالية .

إن استعمال أرقام القطاعات المنطقية يسمح للنظام DOS بأن يتجنب التعامل مع أرقام الأسطوانة والرأس والقطاع، والتي تتغير بين الأنماط المختلفة من معدات وحدات تشغيل الأقراص .

2-3 تنظيم أقراص التسجيل في نظام DOS

أثناء تنسيق قرص التسجيل ، يجزئ نظام DOS القرص إلى أربع مناطق منفصلة . وهذه المناطق هي حسب ترتيبها (الشكل 5-1) :

- المناطق المحجوزة Reserved area
 - جدول تخصيص الملفات file allocation table-FAT
 - الدليل الجذر root directory
 - منطقة الملفات files area
- يختلف حجم كل منطقة بين الأنماط، ولكن بنية وترتيب هذه المناطق يبقى ثابتاً.

المنطقة المحجوزة حكماً في القطاع المنطقي 0
جدول تخصيص الملفات (FAT)
الدليل الجذر
منطقة الملفات (الملفات والأدلة الفرعية)

الشكل (5-1) : خريطة قرص التسجيل لنظام DOS

يمكن أن تكون المنطقة المحجوزة بطول قطاع واحد أو أكثر؛ ويكون القطاع الأول دائماً قطاع التحفيز الذاتي (أو الإقلاع) لقرص التسجيل (القطاع المنطقي 0).

يحدد جدول داخل قطاع التحفيز الذاتي حجم المنطقة المحجوزة، وحجم (عدد النسخ) جدول تخصيص الملف، إضافة إلى العدد الأعظم للملفات (المدخل) في الدليل الجذر. تملك أقراص التسجيل منطقة محجوزة بطول قطاع واحد على الأقل، ولو لم تكن قابلة للتحفيز الذاتي.

يلي جدول تخصيص الملفات المنطقة المحجوزة مباشرة، ويحدد خريطة استعمال جميع فسيحات تخزين قرص التسجيل في منطقة الملفات، ومنها الفسحة المستعملة للملفات، والفسحة غير المستعملة، والفسحة غير القابلة للاستعمال بسبب العيوب في وسط مادة قرص التسجيل وذلك لأن جدول التخصيص FAT يحدد خريطة منطقة تخزين المعطيات القابلة للاستعمال والكاملة، ويجري تخزين نسختين متشابهتين لاحتمال تضرر إحدهما. يعتمد حجم FAT على حجم قرص التسجيل (أو فاصل القرص الثابت): تحتاج عادة أقراص التسجيل الأكبر سعة إلى جداول تخصيص أكبر. ومنعاً للهدر يفضل القيام بفصل (تجزئة) الأقراص الصلبة الكبيرة الحجم إلى أجزاء باستخدام الأمر FDISK الذي يساعد على تجزئة القرص الواحد إلى عدة أقراص منطقية (فاصل القرص الثابت يتعامل نظام التشغيل معها كأقراص مستقلة .

يعرف الدليل الجذر كل ملف من قرص التسجيل بمدخل للدليل يحوي عدة أجزاء من المعلومات، تتضمن اسم الملف، وحجمه، وموقعه في قرص التسجيل، وغيرها من المعلومات.

نوع قرص	السعة	المنطقة المحجوزة	FAT	الدليل الجذر
قرص تسجيل 5.25 إنش	360 KB	قطاع واحد	4 قطاعات	7 قطاعات
قرص تسجيل 5.25 إنش	1.2 MB	قطاع واحد	14 قطاع	14 قطاع
قرص تسجيل 3.5 إنش	720 KB	قطاع واحد	6 قطاعات	7 قطاعات
قرص تسجيل 3.5 إنش	1.44 MB	قطاع واحد	18 قطاع	14 قطاع

الشكل (5-2) : المنطقة المحجوزة والجدول FAT والدليل الجذر

لبعض أنساق أقراص التسجيل الشائعة

يُستعمل القسم الأكبر من فسيحة تخزين قرص التسجيل المتوفرة لتخزين الملفات .

2-4 قسم التحفيز الذاتي

يتألف من برنامج قصير مكتوب بلغة الآلة يُستخدم لبدء عملية تلقيم النظام إلى الذاكرة. ولتنفيذ هذه المهمة ، يفحص البرنامج ROM BIOS القرص ليتحقق أهو قابلٌ للتحميل الذاتي، وبعد ذلك يتابع العمل وفقاً لذلك .

المحدد	الطول	الوصف
03H	8 بايت	هوية نظام
0BH	1 كلمة	عدد البايتات في القطاع الواحد
0DH	1 بايت	عدد البايتات في التجمع الواحد
0EH	1 كلمة	عدد القطاعات في المنطقة المحجوزة
10H	1 بايت	عدد نسخ الجدول FAT
11H	1 كلمة	رقم الإدخالات في الدليل الجذر
13H	1 كلمة	العدد الإجمالي للقطاعات
15H	1 بايت	واصف وسط النظام DOS
16H	1 كلمة	عدد القطاعات في الجدول FAT الواحد
18H	1 كلمة	عدد القطاعات في المسار الواحد
1AH	1 كلمة	عدد الرؤوس (الجوانب)
1CH	1 كلمة	عدد القطاعات المحجوزة

الشكل (3-5) : كتلة محددات البرنامج BIOS في قطاع التحفيز الذاتي

يمكن أن نعاين أو نفحص برنامج التحفيز الذاتي بواسطة الأمر DEBUG للنظام DOS الذي يستطيع قراءة المعطيات من أي قطاع على القرص، ويترجم لغة الآلة، إلى لغة الجمع .

وتوجد في جميع أنساق أقراص التسجيل (ما عدا الأقراص المنسقة مع ثنائي قطاعات في المسار الواحد) بعض المحددات الرئيسية في قطاع التحفيز الذاتي بدءاً من البايث 11 (انظر الشكل 5-3). وهذه المحددات هي قسم من كتلة محددات البرنامج BIOS التي يستعملها النظام DOS للتحكم في أي جهاز من نوع القرص.

2-5 الدليل الجذر

يجري إنشاء الدليل الجذر على قرص التسجيل أو فواصل القرص الصلب بواسطة البرنامج **FORMAT** للنظام **DOS**. ويتحدد حجم الدليل الجذر بواسطة البرنامج **FORMAT**، لذلك فإن مداخل الدليل الجذر محدودة.

يحتوي الدليل الجذر سلسلة من مداخل الدليل من 32 بايت، ويحتوي كل مدخل منها على اسم الملف والدليل الفرعي أو بطاقة حجم وحدة تخزين قرص التسجيل. ويحتوي مدخل الدليل الخاص بالملف المعلومات الأساسية مثل حجم الملف وموقعه على قرص التسجيل ووقت وتاريخ التعديل الأخير. وهذه المعلومات موجودة ضمن ثنائي مجالات بينها الشكل (5-4).

00H: اسم الملف

تحتوي البايتات الثمانية الأولى في دخل الدليل اسم الملف، وهي مخزونة وفق نسق محارف النظام **ASCII**. إذا كان اسم الملف أقل من ثمانية محارف، يجري تعبئة المواقع المتبقية إلى اليمين بفسحات فارغة (الرمز الدال على الفراغ) يجب على الحروف أن تكون كبيرة لأن الحروف الصغيرة لا يمكن تمييزها تمييزاً صحيحاً. لا ينبغي وضع فراغات ضمن اسم الملف.

عندما تحذف أحد الملفات، يضبط النظام **DOS** البايت الأول في اسم الملف في دخل الدليل إلى **ESH** ليشير إلى إمكان إعادة استعمال دخل الدليل لاسم ملف آخر، وتمحى سلسلة تخصيص فسحة الملف في الجدول **FAT**، ويحتفظ بجميع معلومات الدليل الأخرى عن الملف، ويدخل في ذلك بقية اسمه وحجمه.

إن هذا النسق معتمد في نظام **DOS**، أما في نظام **Windows 95** فهناك نسق آخر يسمح بإعطاء الملفات أسماء يصل طولها حتى 256 حرفاً. وتعتمد أنظمة التشغيل الأخرى أنساقاً مختلفة.

العنوان	الوصف	الحجم (البايت)	النسق
00H	اسم الملف	8	محارف النظام ASCII
08H	لاحقة اسم الملف	3	محارف النظام ASCII
0BH	صفة	1	رمز أرقام ثنائية
0CH	محموز	10	غير مستعمل، أصفار
16H	الوقت	2	كلمة ، مرمزة
18H	التاريخ	2	كلمة ، مرمزة
1AH	رقم تجمع البداية	2	كلمة
1CH	حجم الملف	4	عدد صحيح

الشكل (4-5) : المعلومات الأساسية لمدخل الدليل الخاص بالملف

08H: لاحقة اسم الملف

تلي اسم الملف مباشرة لاحقة اسم الملف القياسية، المخزونة في ترميز احارف ASCII . ويبلغ طول اللاحقة 3 بايت ، ويجري حشوها بالفراغات إذا حوت أقل من ثلاثة محارف.

0BH: صفة الملف

يبلغ طول المجال الثالث من مداخل الدليل بايتاً واحداً. إن بتات بايت الصفة تكون مرمزة إفرادياً كالبته 0 إلى 7 كما يظهر في الشكل (5-5).

المعنى	بايت
	7 6 5 4 3 2 1 0
للقراءة فقط	1
محموب	1.
ملف نظام	1..
بطاقة الحجم	1...
دليل فرعي	...1....
أرشف	..1.....
غير مستعمل	.1.....
غير مستعمل	1.....

الشكل (5-5) : ترميز الصفة

تُضبط البتة 0، وهي البتة المنخفضة المستوى، لتشير إلى ملف للقراءة فقط. وبذلك تقي الملف من التغيير والحذف من قبل أي عملية تشغيل للنظام DOS. ونشير إلى أن أكثر خدمات النظام DOS تحمل هذه الصفة.

تعلم البتة 1 الملف على أنه محجوب، والبتة 2 تعلم الملف على أنه ملف للنظام والبتة 3 تعلم مدخل الدليل كبطاقة تعريف الحجم، إن بطاقة التعريف مخزونة في مجالات اسم الملف واللاحقة، التي تعامل على أنها مجال واحد لهذا الغرض.

البتة 4 هي صفة الدليل الفرعي، وهي تحدد مدخل الدليل على أنه دليل فرعي، والبتة 5 هي صفة الأرشف وتساعد على إعداد نسخ مساندة للعديد من الملفات التي يمكن خزنها في القرص الثابت وتساوي هذه البتة 0 في جميع الملفات التي لم تتغير منذ إسنادها الأخير؛ وتُضبط هذه البتة إلى 1 عند إنشاء أو تعديل إحدى الملفات.

إن الدليل الفرعي متصل دائماً بدليل أم ، يمكن أن يكون إما الدليل الجذر أو دليلاً فرعياً آخر .
عندما تعشش الأدلة الفرعية واحدة داخل الأخرى فإنها ترتبط بشكل بنية شجرية .

يملك الدليل مدخلاً واحداً لكل دليل من الأدلة الفرعية . ويكون مدخل الدليل الفرعي مثل
مدخل اسم الملف ، إلا أن بايت الصفة يحدد المدخل على أنه دليل فرعي يضبط مجال حجم
الملف إلى 0 . يحدد الحجم الحقيقي للدليل الفرعي بواسطة سلسلة التخصيص الخاصة به من
الجدول FAT.

عندما ينشئ النظام DOS دليلاً فرعياً فإنه يضع مدخلين خاصين مع استعمال الحرفين نقطة (.)
ونقطتين (..) كاسماء للملف . تمثل هذه المداخل أدلة فرعية لاحقة ، ولكنها في الحقيقة تشير إلى
الدليل الفرعي الحالي وإلى الدليل الأم . عندما يكون رقم تجميع البداية 0 فإن الدليل الأم
للدليل الفرعي يكون الدليل الجذر .

إن هذه الفسحة المؤلفة من 10 بايت تحجز للاستعمالات المستقبلية . تضبط جميع البايتات العشرة
بقيمة صفر .

16H: الوقت

يحتوي هذا المجال على قيمة ممثلة على 2 بايت تشير إلى الوقت الذي أنشئ فيه الملف وآخر
تعديل أجري عليه . ويستعمل بالتزامن مع مجال التاريخ ، ويعتبر الاثنان كأنهما عدد صحيح
واحد من 4 بايت وبدون علامة جبرية . يمكن مقارنة العدد الصحيح المؤلف من 4 بايت بمدخل
الدليل الأخرى ، لإيجاد القيم التي هي أكبر أو أصغر أو المتساوية . وهذا الوقت يعامل على أنه
عدد صحيح ، أي كلمة بدون علامة جبرية ، ويجري حسابها بواسطة المعادلة:

$$\text{Time} = (\text{hour} * 2048) + (\text{minutes} * 32) + (\text{seconds} + 2)$$

18H: التاريخ

يحتوي هذا الحقل على قيمة من 2 بايت تشير إلى تاريخ إنشاء الملف أو آخر تغيير له . ويستعمل
بالتزامن مع مجال الوقت ويعتبر الاثنان معاً كأنهما عدد صحيح من 4 بايتات بدون علامة جبرية
ويجري حساب حقل التاريخ بواسطة المعادلة :

$$\text{Date} = ((\text{Year} - 1980) * 512) + (\text{Month} * 32) + \text{Day}$$

إن أبعد سنة يستطيع النظام DOS استعمالها هي 2099 .

1AH: رقم تجمع البداية

يعمل رقم التجمع كنقطة دخول إلى سلسلة تخصيص الفسحة للملف في الجدول FAT. أما في حالة الملفات التي لا تملك فسحة مخصصة لها، وكذلك في حالة مداخل بطاقة تعريف الحجم فإن رقم تجمع البداية يساوي صفر .

1CH: حجم الملف

يعطي آخر مجال من مدخل الدليل حجم الملف بالبايتات . يستعمل النظام DOS حجم الملف في مدخل دليل الملف ليحدد الحجم الدقيق للملف.

2-6 منطقة الملفات

إن جميع ملفات المعطيات والأدلة الفرعية مخزنة في منطقة الملفات وتشغل القسم الأكبر والأخير من كل قرص .

يخصص النظام DOS فسحات تخزين للملفات على شكل تجمعات حسب الحاجة (تذكر أن التجمع هو قطاع واحد أو أكثر من القطاعات المتلاحقة وأن رقم القطاعات في التجمع الواحد هو صفة ثابتة لكل نسق قرص). عند إنشاء أو توسيع ملف ما فإن الفسحة المخصصة للملف تكبر . عندما تحتاج إلى فسحة أكبر يخصص النظام DOS تجمعاً آخر للملف .

في الظروف المثالية يخزن الملف ضمن كتلة واحدة متجاورة في فسحة التخزين، ومع ذلك فإن الملف يمكن تقطيعه إلى عدة كتل غير متجاورة . خصوصاً إذا أضفت المعلومات إلى الملف موجود أو عند تخزين ملف جديد في الفسحة التي تركها ملف محذوف . لذلك فإنه ليس من غير المعتاد لمعطيات الملف بأن تشتت في جميع أنحاء القرص .

تبطئ تجزئة الملف عملية الوصول إلى معطيات الملف، وتجعل عملية استرجاع ملف مفقود أصعب خطأً، أصعب . ويعود ذلك إلى ضرورة القيام بالمزيد من أعمال التفحص عند التجميعات الفردية التي تؤلف فسحة معطيات الملف .

ليس للنتيجة أي تأثير آخر. ولا يتم البرامج عموماً بالمكان الذي ستخزن فيه معطياتها على القرص. إذا كنت مهتماً بتجزئة ملف قرص التسجيل فإن الأمر COPY للنظام DOS يسمح لك بنقل الملفات الجزأة إلى قرص منسق حديثاً، إذ يخصص النظام DOS الفسحات المتجاورة للملفات المنشوخة. ويستخدم هذا الأسلوب أيضاً مع ملفات القرص الثابت ولكنه لا يتناسب كثيراً معها إلا إذا توفر قرص ثابت إضافي. كما يمكن تطبيق الأمر DEFRAG لإعادة ترتيب ملفات القرص الثابت الجزأة وجعلها متجاورة، ولكن في معظم الأحيان يكون تأثير المخطات ضئيلاً في أداء البرامج.

ومن المهم وري معرفة كيف عمل النظام DOS في إدارة جدول تخصيص الملفات (FAT) من أجل تخصيص مساحة للقرص، وكيفية تأليف الجدول FAT سلسلة تخصيص لفسحة التخزين. كل واحد من هذين الموضوعين التي يتضمنها الملف.

2-7 جدول تخصيص الملفات

يشكل جدول تخصيص الملفات (FAT) خريطة النظام DOS لكيفية استخدام الفسحة في منطقة الملف من القرص.

فيما يخص معظم أنساق القرص يحتفظ النظام DOS بنسختين من الجدول FAT لمعالجة الأخطاء التي يمكن أن تصيبه وتجعله غير مقروء.

إن تنظيم الجدول FAT بسيط: يوجد مدخل واحد في الجدول FAT لكل تجمع في منطقة الملفات. في الشكل (5-6) نرى القيم التي يمكن أن يتضمنها الجدول FAT.

هذا يعني أن الفسحة التي تنتمي إلى ملف معين أو محدد مخططة بواسطة سلسلة من مداخل الجدول FAT. يشير كل مدخل إلى المدخل التالي في السلسلة الشكل (5-7). إن رقم التجمع الأول من السلسلة هو رقم تجمع البداية في مدخل دليل الملف. وعند إنشاء أو توسيع الملف من النظام DOS يخصص التجمعات إلى الملف بواسطة تعشيش الجدول FAT بحثاً عن التجمعات غير المستعملة (أي التجمعات التي تكون مداخلها 0) ويجمعها إلى السلسلة. وبالعكس، فلدى شطب أو حذف ملف، يحرر النظام التجمعات التي حصصت إلى الملف بإزالة مداخل FAT المرتبطة به.

قيمة من 16 بت	المعنى
0	تجمع غير مستعمل
FFF0-FFF6H	تجمع محجوز
FFF7H	تجمع معطوب
FFF8-FFFFH	التجمع الأخير في الملف
قيم أخرى	التجمع التالي في الملف

الشكل (5-6): قيم الجدول FAT

تجمع البداية	اللاحقة	اسم الملف
0003	TXT	ALPHA

مدخل الدليل

0000	0006	0000	0000	0000	0008	FFFFH	0000
2	3	4	5	6	7	8	9

الشكل (5-7): تخصيص فسحة قرص التسجيل باستخدام الجدول FAT

يُحجز المدخلان الأولان في الجدول FAT للاستعمال بواسطة النظام DOS ، ويحوي البايت الأول في الجدول FAT على نفس قيمة الواسف في الأوساط التي تظهر في كتلة المحددات للبرنامج BIOS في قطاع التحفيز الذاتي . فعلاً البايت المتبقية من أول مدخلين بقيمة 0FFH.

ولأن أول رقمين للتجمعات (0 و 1) محجوزان فإن التجمع رقم 2 يتعلق بالتجمع الأول
لفسحة القرص المتوفرة في منطقة الملفات .

ملاحظات حول جدول التخصيص FAT:

عادة لا تنظر البرامج إلى الجدول FAT لقرص التسجيل بل تتركه تحت رعاية النظام K
والاستثناءات الوحيدة هي البرامج التي تنفذ وظائف تخصيص الفسحة غير المدعومة من النظام
DOS. مثل البرامج التي تستعيد الملفات المحمية.

للتوسع في هذا الموضوع يمكن العودة إلى :

The New Peter Norton Programmers Guide

MS-DOS Encyclopedia

Inside The IBM Personal Computer

المذكورة في المراجع.

3- مبادئ الخوارزميات

الخوارزمية Algorithm مفهوم قديم يعود إلى مطلع القرن التاسع الميلادي في أوج الدولة
العربية العباسية زمن المأمون. ومع ذلك فقد نشط الاهتمام بها كثيراً في المدة الأخيرة ومنذ
ظهور الحواسيب، فشحاح استخدامها وتركز الاهتمام في مبادئها في الكتب والأبحاث وميادين
متعددة من النشاطات العلمية والتطبيقية. فما هي الخوارزمية وما هو سبب الاهتمام بها
والإلحاح عليها من جديد؟ ولماذا ارتبط اسمها باسم العالم العربي الكبير الخوارزمي؟

قبل أن نجيب عن هذه الأسئلة، من المناسب أن نورد نبذة من مسيرة هذا العالم الجليل الذي
كان وراء ابتكار مفهومها، والذي يعد بحق من أعظم العلماء العرب الذين تركوا بصمات جليلة
في التراث الحضاري العالمي. فالخوارزمي هو محمد بن موسى الخوارزمي، عاش في بغداد من
سنة 780 إلى 847م، في عصر الخليفة المأمون وتوفي فيها. برز الخوارزمي في الرياضيات
والفلك وترك أثراً واضحاً فيها. فهو أول من وضع مبادئ علم الجبر، واصطَلَح على تسميته
بهذا الاسم حين ألف كتاباً سماه "الجبر والمقابلة"، وعنه أخذت كلمة الجبر بأشكالها المختلفة في

جميع اللغات. ويقول الخوارزمي إن الخليفة المأمون هو من طلب منه وضع كتابه هذا وشجعه على ذلك. كما وضع الخوارزمي كتاباً آخر في فن الحساب نقل إلى اللاتينية تحت عنوان

"Algoritmi de Nemero Indrion"

بقي الحساب العشري وجداول الضرب والقسمة تعرف باسم الخوارزميات والألواح الخوارزمية لقرون في أوروبا. لكن هذا المصطلح تطور مع الزمن ليرتبط، مؤخراً ارتباطاً وثيقاً جداً ببرمجة الحواسيب الإلكترونية. ويُفهم اليوم من الخوارزمية أنها مجموعة الخطوات المتسلسلة والمحددة التي تؤدي إلى حل قضية معينة والوصول إلى نتائجها.

يحمل مصطلح الخوارزمية في المعلوماتية محتوى أشمل وأكثر تحديداً. فهو مجموعة متتالية من العمليات اللازمة لإنجاز عمل، أو لحل مسألة والحصول على نتيجة صحيحة. وتعالج الخوارزمية معطيات مُدخلة في معظم الحالات، وعندها يجب أن تضم الخوارزمية عمليات تحقق صحة هذه المعطيات. وتجدر الإشارة من جديد إلى أن المعطيات المعالجة لا تقتصر على الأعداد والأرقام، بل تشمل الرموز والنصوص والرسوم والصور والأصوات كُمُدخلات ومُخرجات. فيمكننا أن نتحدث عن خوارزمية ترتيب مجموعة أسماء ترتيباً أبجدياً، أو خوارزمية تُعرف بجملة منطوقة، أو خوارزمية تُعرف شكل مرسوم وتحديد معاملة.

كانت عملية البحث عن الخوارزميات اللازمة لحل المسائل من القضايا الهامة في البحث العملي والتطوير التقني. فقد وضع الإنسان منذ العصور القديمة خوارزميات لرسم الأشكال الهندسية وحساب مساحاتها وحجومها. ومن أشهر الخوارزميات القديمة تلك التي طبقها المصريون القدماء لرسم مثلث قائم الزاوية، والتي حولها فيثاغورس فيما بعد إلى نظريته الشهيرة في الهندسة. كما تعد خوارزمية إقليدس لحساب القاسم المشترك الأعظم لعددتين طبيعيتين، والتي وضعها في القرن الثالث قبل الميلاد، خوارزمية متميزة تعطي أسلوباً سريعاً لحل هذه المسألة.

ويتزايد الاهتمام بالخوارزميات بشدة مع ظهور الحواسيب لضرورة استخدامها في حل المسائل في جميع المجالات العلمية والتقنية والاجتماعية والاقتصادية والصناعية والتجارية بواسطة الحاسوب. فلا بد من وضع الخوارزمية اللازمة لحل مسألة معينة قبل وضع برنامج للحاسوب الذي يقوم بذلك. ولا تكون الخوارزميات حسابية بالضرورة، بل على العكس ربما كانت أكثر الخوارزميات استخداماً تلك التي تقوم بمعالجة النصوص، وتخزين المعلومات واستعادتها،

وإدارة قواعد البيانات، والمساعدة في اتخاذ القرار في جميع نواحي الحياة. فالخوارزمية التي تقوم بالتدقيق الإملائي لنص ما هي مثال على الخوارزميات غير الحسابية.

من ناحية أخرى، لا يمكن للحاسوب أن ينفذ خوارزمية قبل أن تكتب في شكل برنامج يلحدي لغات البرمجة. وتتوفر لغات برمجة عديدة للقيام بذلك تناسب فروع المعرفة كافة.

3-1 طرق كتابة الخوارزمية

مفهوم الخوارزمية من أوسع وأهم المفاهيم في المعلوماتية. ولكن تعريف الخوارزمية تعريفاً دقيقاً يتضمن بعض التعقيد، لذا سنعمد إلى تعريفها تعريفاً أولياً مبسطاً. فالخوارزمية هي توصيف دقيق وكامل على شكل خطوات متسلسلة تحدد طريقة إنجاز عمل ما، أو حل مسألة. ويجري تنفيذ تعليمات الخوارزمية بالتسلسل وفق ورودها في نص الخوارزمية إلا إذا تضمنت تعليمات صريحة تُغيّر هذا التسلسل. ويمكن صياغة الخوارزمية بطرائق عديدة تتفاوت فيما بينها من حيث دقة التعبير وسهولة الفهم. والطريقة التلقائية لصياغة الخوارزميات، والتي نستخدمها يومياً تقريباً، هي صياغتها باللغة الطبيعية، أي اللغة المتداولة كاللغة العربية أو اللغة الإنكليزية. كما يمكن صياغتها بطريقة بيانية بواسطة أسلوب يسمى المخططات التدفقية (الصندوقية) أو باستخدام لغة رمزية خاصة.

3-2 الخوارزميات الحسابية

الخوارزميات السابقة بطبيعتها خوارزميات غير حسابية. و من المناسب الآن أن نعطي مثلاً على الخوارزميات الحسابية التي تتعامل مع المقادير الرياضية.

لنفترض أن x عدد ما، ونريد حساب المقدار $y = \frac{2x+3}{3x-4}$. من الواضح أن الحل بسيط جداً، يستطيع إنجازَه أي شخص لديه إلمام بسيط بالعمليات الحسابية ولا يحتاج إلا إلى معرفة قيمة x . فهل يمكن اعتبار التعبير الرياضي بحد ذاته خوارزمية لحساب المقدار y ؟ الجواب: طبعاً لا، فمع أن التعبير واضح ويبين العمليات اللازمة لحساب المقدار y ، إلا أنه لا يعطي تسلسل هذه العمليات. فيمكن أن نبدأ بحساب البسط ثم المقام، ومن ثم نقسم البسط على المقام

للوصول إلى الجواب، كما يمكن إجراء العكس. فلكي يصبح تعبير رياضي خوارزمية لا بد أن يقترن بتسلسل تنفيذ عملياته، أي لا بد من إضافة بعض الشروط والقواعد مثل: البدء دوماً بالحساب من اليسار إلى اليمين، حساب البسط ثم المقام وغير ذلك. إن إضافة قواعد التنفيذ إلى التعبير يجعل منه خوارزمية صالحة للتنفيذ.

كلفة الخوارزمية الحسابية

تعرف كلفة الخوارزمية بعدد العمليات المنفذة فيها، ويوجه الاهتمام الأكبر إلى عمليات الضرب والقسمة، لأنها تستغرق زمناً أطول من عمليتي الجمع والطرح. مثال: احسب كلفة خوارزمية حساب المقدار :

$$Y = x^n + y^m$$

من الواضح أن كلفة حساب هذا المقدار هو $n+m$ عملية ضرب، وعملية جمع واحدة، لأن حساب x^n يعني ضرب المقدار x بالناتج n مرة.

3-3 مقارنة الخوارزميات

تحل المسألة عادةً بعدة طرائق مختلفة، فكيف نحدد الطريقة الفضلى؟

تعد الطريقة أفضل إذا كانت أسهل استخداماً وكان إنجازها يتطلب زمناً أقصر في الظروف ذاتها. فيمكن مقارنة خوارزمتين بحساب كلفة، أي زمن تنفيذ، كل منهما ومقارنة الكلفتين، والخوارزمية ذات الكلفة الأقل هي الفضلى.

يقال عن خوارزمية إنها مثلى إذا استطعنا أن نبرهن رياضياً على أن كلفتها أقل من كلفة أي خوارزمية أخرى تحل المسألة، وتركز معظم الأبحاث العلمية الحديثة في المعلوماتية اهتمامها في إيجاد الخوارزميات المثلى لحل المسألة، لأن الخوارزمية المثلى تحتاج إلى أقل زمن ممكن في الحاسوب لتنفيذها، وهذا يعني أنه إذا أردنا تسريع عمل الحاسوب يجب أن نقدم له برامج ذات خوارزميات مثلى.

وبذلك أصبحت اللغة ترتبط بنوع المشاكل و التطبيقات التي تقوم بتمثيلها أكثر من ارتباطها بآلة معينة بالذات . فمثلاً توجد لغات لحل المشاكل التجارية وأخرى لحل المشاكل و التطبيقات العلمية وهكذا ...

ويمكن إيجاز مميزات اللغات ذات المستوى العالي فيما يلي :

- عدم الارتباط بآلة معينة مثل اللغات الرمزية أو لغات الجمع .
- سهولة تعلمها وسهولة كتابة البرامج بها وذلك لاستخدامها كلمات وتعبيرات مشابهة لتلك التي يستخدمها الإنسان في حياته العادية .
- سهولة اكتشاف الأخطاء وتصحيحها .
- لا تحتاج عملية تغيير الحاسوب الى تغيير كبير في البرامج وذلك لأن اللغة مصممة أساساً لحل نوع معين، لا لنوع معين من المعالجات أو ما يطلق عليه مجازاً اسم الآلة .
- توفير الوقت و الجهد الذي كان يقوم به مخطوطو البرامج أثناء كتابتهم للبرامج بلغة الآلة أو بلغة الجمع (الرمزية) .
- سهولة التعامل مع الحاسوب : ففي حين يتعين على لغات المستوى المنخفض أن تخبر الحاسوب ماذا سيفعل و كيف يفعل بالتفصيل الدقيق، نجد أن لغات المستوى العالي تكفي بإعلام الحاسوب ماذا سيفعل وليس بالضرورة كل التفاصيل الخاصة بكيفية تنفيذ الفعل.

وتُعتبر لغات البرمجة BASIC و COBOL و FORTRAN و PASCAL و C و C++ و JAVA و LISP و PROLOG و ADA أوسع اللغات انتشاراً في الوقت الحالي. وسيدرس الطالب بعض هذه اللغات في مواد البرمجة والخوارزميات والمترجمات ولغات البرمجة المتقدمة.



الفصل السادس

النقل الرقمي للمعلومات والشبكات المعلوماتية

1- الاتصالات وتبادل المعلومات

يزداد اعتماد النشاطات الإنسانية المختلفة في الوقت الراهن على الاتصالات وتبادل المعلومات. ويعتبر عصرنا الراهن عصر تكنولوجيا المعلومات **Information Technology** أو المعلوماتية. عرفنا المعلوماتية في الفصل الأول بأنها العلوم التي تهتم بجمع المعلومات وتخزينها ومعالجتها وعرضها وتبادلها. يستخدم النظام الحاسوبي (الحاسوب ومحيطاته الأساسية) في وقتنا الراهن لتخزين المعلومات التي يتم تجمع ومعالجتها وعرضها. يضاف إلى الحاسوب أدوات وتجهيزات أخرى وبرمجيات خاصة لتحقيق عمليات تبادل المعلومات الحاسوبية. عند النقل تحول المعلومات الرقمية إلى إشارات كهربائية قابلة للنقل عبر شبكات الاتصال المعلوماتية أو عبر شبكات الاتصال العامة مثل الشبكة الهاتفية.

قبل ظهور الحواسيب الشخصية في مطلع السبعينات، كانت الحواسيب المركزية الكبيرة أو المتوسطة الحجم توضع في مكان نظيف مكيف معزول عن المستثمرين لا يدخله إلا المسؤول عن إدارة النظام. يقوم المستثمرون بالعمل على الحاسوب المركزي باستخدام طرفيات **Terminals** مربوطة إليه ومتوضعة بالقرب منه. والطرفية هي شاشة إظهار ولوحة مفاتيح، مهمتها إظهار المعلومات التي يدخلها المستخدم إلى الحاسوب (لتَحَقُّقِ صحتها) إضافة إلى إظهار النتائج. في الحاسوب المركزي، يتشارك المستثمرون في البرمجيات التطبيقية التي يشرف على إدارتها المسؤول عن النظام، كما يتشاركون في البيانات المدخلة إلى الحاسوب (مثلاً في بيانات قاعدة معطيات) التي تكون مشتركة بين أعمالهم، أو يمكن أحدهم الاستفادة مما قد يطرأه الآخر. ومع ظهور الحاسوب الشخصي وتطوره السريع تحول العمل إليه وأصبح هناك في كل حاسوب برمجيات تشغيل وبرمجيات تطبيقية ومعلومات خاصة بمستخدمي ذلك

الحاسوب. وبهذا فقد العاملون على الحواسيب الشخصية ميزة المشاركة في البيانات والبرامج التطبيقية العديدة. وقد يؤدي عمل شخصين على نفس الحاسوب الشخصي إلى تعطل البرمجيات وضياح البيانات الموجودة فيه. لذا تعود مسألة الربط المعلوماتي بين الحواسيب الشخصية لتصبح مسألة هامة في الوقت الراهن. وكذلك الأمر فيما يتعلق بالحواسيب المركزية الكبيرة، ففي الشركات الكبيرة أو المصارف، التي لها فروع متعددة في المدن المختلفة ولكل فرع حاسوبه المركزي، يُحتاج إلى شبكة اتصالات بين تلك الحواسيب لتتمكن من تنفيذ عمليات بين تلك الفروع. فالحاجة إلى الاتصال بالآخرين ومشاركتهم المعلومات عزز الحاجة إلى الشبكات المعلوماتية المختلفة. تتميز الحواسيب الشخصية بأن صاحب الحاسوب يستطيع الاحتفاظ بخصوصية عمله الذي لا يرغب في إطلاع الآخرين عليه، وعند ربطه إلى شبكة حاسوبية للحواسيب الشخصية، تحتوي على حاسوب مخدم Server لخطات الشبكة، يستطيع التشارك مع باقي مستثمري الشبكة في البرمجيات التطبيقية والبيانات المشتركة فيما بينهم.

لم يعد مفهوم الشبكات الحاسوبية في الوقت الراهن مقتصرًا على إقامة شبكة حاسوبية في موقع واحد للمؤسسة ما أو في عدة مواقع لشركة متعددة الفروع، بل تعداه إلى أبعد من ذلك. فهناك شبكات واسعة على مستوى المدن وبين المدن والبلدان والقارات. فعلى المستوى العالمي تربط شبكة الانترنت، شبكة الشبكات، الحواسيب المختلفة (شخصية وكبيرة) في كل أنحاء العالم، فيمكنك تنفيذ برنامج على حاسوب مربوط إلى الشبكة في قارة أخرى ويمكنك إيجاد صفحة موطن خاصة بك Home Page يمكن أن يقرأها آلاف الأشخاص الذين يدخلون إلى هذه الشبكة.

في الواقع، الجمع بين مزايا الحواسيب الشخصية والشبكات المعلوماتية ليس بالمسألة السهلة. فلم تعد الشبكة وسيلة اتصال فقط بين الحواسيب الشخصية، وربما المركزية، بل يجب أن تعمل على قيادة ومراقبة وتنظيم الطلبات المتعارضة للحصول على المعلومات وللدخول إلى مصادر الشبكة Network Resources.

إذن تُعرّف شبكة الاتصال المعلوماتية بأنها الشبكة المستخدمة لربط عدد من أنظمة الحواسيب أو الطرفيات المختلفة معاً بهدف تبادل المعلومات فيما بينها . ويتفاوت حجم الشبكة كُـبـول طولها عدة أمتار وشبكة تمتد كبوها إلى جميع أنحاء العالم .

إن علم الشبكات والاتصالات المعلوماتية هو علم قائم بذاته وله أدبياته ومراجعته الخاصة . وسوف نقتصر في هذا البحث على إعطاء فكرة عامة أساسية وبسيطة عن النقل الرقمي والشبكات المعلوماتية . وسوف نعرض مزيداً من التفاصيل في مادة الشبكات التي ستدرس في السنوات اللاحقة .

2- فوائد الشبكات المعلوماتية

يمكن تلخيص مزايا الشبكات المعلوماتية وفوائدها بما يلي :

المعالجة الموزعة للمعلومات والتشارك في البيانات :

يحتاج معظم المعلومات التي قد تصدر عن المؤسسات إلى معالجة (أو اتخاذ قرار) في أكثر من جهة في المؤسسة . وتوفر شبكة الحواسيب إمكان تشارك المستثمرين في المعطيات والأنظمة الموجودة في أجهزة الشبكة . فيمكن المؤسسة أو الشركة على سبيل المثال أن تضع قاعدة بيانات خاصة بشؤون الموظفين لديها في الحاسوب المركزي "مزود الشبكة"، وتوفر الشبكة بدورها إمكان استخدام هذه القاعدة من قبل مختلف أقسام المؤسسة ودوائرها، كدائرة الشؤون الإدارية و دائرة الرواتب والأجور والإجازات و الشؤون الاجتماعية و الصحية ... الخ. فلا حاجة إلى تكرار المعلومات في العديد من الدوائر. إن وجود شبكة حواسيب يوفر مثل تلك الخدمة بسهولة ويسرع في عملية اتخاذ القرار.

التشارك في موارد الشبكة

يؤدي وجود الشبكة إلى إمكان الاستفادة المشتركة من التجهيزات المرتبطة بها (كالطابعات والراسمات ووحدات التخزين وحتى الحواسيب نفسها)، وهذا مما يؤدي إلى وفر كبير وعدم الحاجة إلى توفير تلك التجهيزات لكل مستثمر على حدة.

توفير التحكم و الإدارة المركزية للأنظمة الموزعة جغرافياً

تسمح نظم تشغيل الشبكات بمراقبة جميع مكونات الشبكة و التحكم فيها من موقع مركزي، و من ثم إمكان إدارتها إدارة جيدة و رفع مستوى أداء عملها.

توفير التوافق بين التجهيزات و البرمجيات المختلفة

إن تنوع التجهيزات الحاسوبية ونظم التشغيل المستخدمة في مؤسسة ما قد يخلق مشكلة عدم التوافق في عمل تلك التجهيزات الحاسوبية معاً (حواسيب ذات نظم تشغيل مختلفة كـ: DOS, WINDOWS, OS/2, UNIX أو حواسيب ذات بنى تصميمية مختلفة كـ: IBM, Apple, Macintosh, SUN). إن وجود شبكة حاسوبية تسمح بربط الأنظمة المختلفة بعضها ببعض والتخاطب فيما بينها وتعاونها في تنفيذ أعمال مشتركة.

البريد الإلكتروني

يحتاج عديد من العاملين في مؤسسة ما إلى الاتصال بزملائهم ممن يعملون في قسمهم أو في أقسام أخرى للاستفسار عن موضوع يتعلق بالعمل أو الإجابة عن استفسار. ويستخدم المهلك تقليدياً وسيلة لاتصال العاملين بعضهم ببعض وتخطيهم فيما بينهم. إن وجود شبكة حاسوبية يقدم حلاً جديداً للاتصال بين العاملين، قد يغني في بعض الأحيان عن استخدام الأجهزة الهاتفية، إذ يمكن إجراء الاتصال بواسطة الخدمة المسماة بالبريد الإلكتروني التي توفرها أنظمة الشبكات الحاسوبية. و يمتاز البريد الإلكتروني عن الخدمات الهاتفية بكثير من النواحي، منه ضمان وصول الرسالة إلى الجهة المقصودة دون حاجة إلى وجود شخص في ذلك المكان مع إمكان تلقي الرسالة من أي موقع في الشبكة. كما يمتاز نظام البريد الإلكتروني بإمكان إعادة توجيه الرسائل، و الإجابة الآلية و غيرها من مزايا الاتصالات الحديثة.

تعدد أنواع المعلومات المنقولة

تتميز الشبكات الحديثة بإمكان نقل الصوت و الصورة إضافة إلى المعطيات (كما في الشبكات الرقمية ذات الخدمات المتكاملة Integrated Services Digital Network أو اختصاراً ISDN) وتهدف هذه الشبكات إلى أن توفر للمستثمر خدمات نقل الإشارات الرقمية (تلفون رقمي، تلفون مرئي، فاكس، نقل معلومات من الحاسوب بسرعات عالية حتى 144 K bit/sec)، مباشرة من منزله باستخدام دارة توافق خاصة مع الخط الهاتفي العادي الموصول حالياً إلى المنزل . من الخدمات المفيدة التي توفرها هذه الشبكات المؤتمرات المرئية Video Conference أي إجراء المؤتمرات عن بعد (فبواسطة هذه الخدمة يتمكن طلاب كلية الطب في جامعة دمشق مثلاً من المراقبة الحية لعملية جراحية تُجرى في جامعة واشنطن). تتوفر هذه الخدمة حالياً في بعض المقاسم الهاتفية في مدينة دمشق وعدد محدود من المدن السورية ومن المتوقع أن تتوسع في المستقبل القريب لتشمل مختلف المدن السورية.

إن ما ذكر سابقاً من الفوائد التي يمكن أن تجنيها مؤسسة أو هيئة ما باستخدامها لشبكة حواسيب محلية يمكن أن يعمم عند وصل العديد من المؤسسات بعضها ببعض، و تكون الفائدة في هذه الحالة أكبر لجميع المؤسسات إذ يمكنها بذلك تبادل المراسلات الرسمية والمعلومات فيما بينها و الاستفادة من جميع الموارد المتوفرة لديها. وتكون الفوائد أعم وأشمل عندما تُربط جميع المؤسسات والشركات والمراكز العلمية في الوطن بعضها إلى بعض عبر شبكة وطنية عامة تسمح لها بالتخاطب و تبادل المعلومات و الموارد على مستوى القطر (و على المستوى العالمي إذا كانت هذه الشبكة مرتبطة بالعالم الخارجي عبر إحدى الشبكات العالمية كشبكة (INTERNET).

وكمثال على نظام معلومات شامل يعتمد اعتماداً كاملاً على الاتصالات المعلوماتية، نفترض أن لدينا نظام سجل مدني حاسوبي مؤتمت للمواطنين السوريين ضمن قاعدة بيانات تتضمن حقولاً عن : الرقم الوطني لكل مواطن ، كامل معلومات البطاقة الشخصية ، الوضع العائلي، العنوان، الصورة الشخصية، البصمة، التوقيع، وغيرها من المعلومات الإضافية المفيدة بحيث تُدخل المعلومات بدقة متناهية إلى الحاسوب ولمرة واحدة . ونفترض أن هذا النظام سيكون مركزياً في كل محافظة من محافظات القطر (كل مركز محافظة يتضمن محطاً وعدداً من محطات الإدخال

مربوطة إلى المخدم عبر شبكة اتصال محلية. يمكن ربط مراكز المحافظات عبر شبكة أو وصلات معلوماتية ، ومن ثم يمكن وفي أي محافظة الاطلاع على معلومات القيد المدني لأي مواطن . من جهة أخرى يمكن أي جهة عامة في القطر (وزارة التربية ، وزارة التعليم العالي ، وزارة الصحة ، ... الخ) أن تنشئ نظام المعلومات الخاص بها والاستفادة من بعض المعلومات المدخلة سابقاً بدقة عالية في قواعد بيانات السجل المدني المؤتمت (وذلك بواسطة تحقيق الاتصال المعلوماتي بشبكة السجل المدني) ، مع إضافة البيانات الخاصة بها عن المواطنين السوريين. يمكن أن تشكل مجمل النظم المعلوماتية في جهات الدولة المختلفة، بربطها إلى شبكة حاسوبية، أساساً لبنك معلومات سكاني سوري يمكن أن يزود المعنيين بإحصاءات شاملة تساعد في التخطيط والتنمية وتنظيم الأسرة والتعليم بجميع مراحلها وغيرها من الأمور الهامة.

3- النقل الرقمي عبر الشبكات الهاتفية

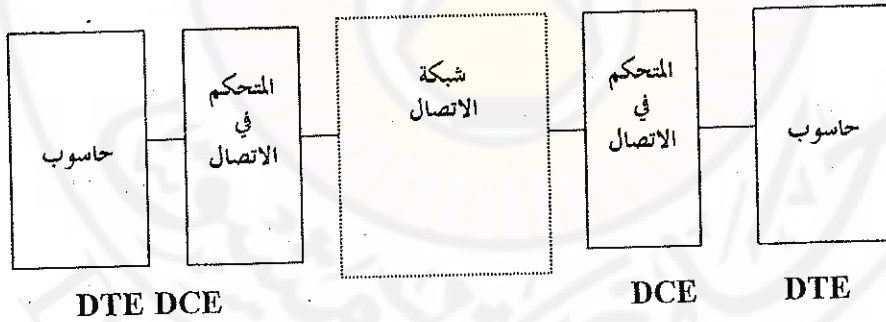
يجري تبادل المعلومات بأشكال وطرائق مختلفة . فإذا أردنا نقل معلومات من حاسوب شخصي إلى حاسوب شخصي آخر يمكننا استخدام قرص مرن ننسخ عليه المعلومات ونقلها للحاسوب الآخر ، لكن هذه العملية مملة وصعبة وفيها مضیعة للوقت وتحتاج إلى عدد كبير من الأقراص عندما تكون كمية المعلومات المراد نقلها كبيرة جداً . لذا، كان لابد من وجود وسيلة تمكن مستثمري الحواسيب من تبادل المعلومات آلياً وبسرعة .

يمكن أن تجري عملية نقل المعلومات بين حاسوبين متجاورين عن طريق الربط بين منافذهما التسلسلية أو التفرعية باستخدام كبل ربط خاص والمسافة محدودة (15/ متر كحد أقصى للمنفذ التسلسلي و 3/ أمتار للمنفذ التفرعي) ويقود عملية النقل برنامج خاص بتبادل المعلومات وفق معيار معين مثل المعيار RS-232C. لكن عندما تكبر المسافة بين الحاسوبين يمكن تحقيق الاتصال بخط سلكي أو عبر الشبكة الهاتفية العامة. وعلى هذا لابد من استخدام جهاز توافق خاص بين الحاسوب وخطة الاتصال الهاتفية يسمى " مودم " وذلك في كلا طريفي الاتصال (سيجري تنفيذ عملية الربط، المباشرة وعبر مودم خلال الجلسات العملية) . يعتبر المودم أداة أساسية في عمليات النقل الرقمي للمعلومات . فمثلاً إذا رغبت في الاتصال بشبكة الانترنت العالمية من منزلك عبر الشبكة الهاتفية، لابد لك من استخدام مودم للاتصال مع العقدة الرئيسية

في الهاتف الآلي الموصولة بالشبكة، تمهيداً للدخول إلى مصادر الشبكة . ومن ثم يمكن أن يتحقق الاتصال المعلوماتي بين حاسوبين عن طريق مزيج من شبكات الاتصال الهاتفية العامة وشبكة اتصال معلوماتية.

1-3 المتحكم في الاتصال

يبين الشكل (1-6) المخطط البنيوي للربط بين حاسوبين عبر شبكة اتصالات . يستخدم في النقل الرقمي المصطلحان DTE و DCE . مصطلح DTE هو اختصار لـ Data Terminal Equipment ويشير إلى جانب الحاسوب أو الطرفية من دائرة الاتصال. أما مصطلح DCE فهو اختصار لـ Data Circuit Terminating Equipment ويشير إلى جانب المتحكم في الاتصال من دائرة الاتصال. أما دائرة التوافق مع شبكة الاتصالات فتسمى المتحكم في الاتصال Communication Controller. يقود عملية الاتصال برمجيات تحدد بروتوكولات تبادل المعلومات بين الحاسوب والشبكة .



الشكل (1-6) : الربط بين حاسوبين عبر شبكة اتصالات

يأخذ المتحكم في الاتصال أشكالاً عديدة حسب نوع شبكة الاتصال وحسب عدد ونوع الحواسيب المرتبطة بالشبكة . فعند الوصل بالشبكة الهاتفية العامة يسمى هذا المتحكم بالمودم

Modem، على حين في الشبكات المعلوماتية يسمى **Network Controller** ويأخذ أشكالاً عديدة حسب طريقة تركيب الشبكة (قد يكون بطاقة ربط إلى الشبكة أو مجموعة رقمية لربط الشبكات إلى بعضها بعض).

2-3 الموديمات والنقل الرقمي

إن الانتشار الواسع لشبكة الاتصال الهاتفية العامة في كافة أنحاء العالم **Public Switching Telephone Network** أو اختصاراً **PSTN** ، كان ومازال السبب الرئيسي لاستخدامها لأغراض الاتصالات المعلوماتية . إلا أن هذه الشبكة مصممة أصلاً لنقل الإشارات الكلامية (كما ذكرنا في الفصل الرابع) التي ينحصر طيفها ضمن المجال الترددي 300-3400 Hz، علماً بأن الإشارات الرقمية ذات طيف أوسع من هذا المجال مما دعا لاستخدام الموديمات **Modems** لتقوم بتحويل الإشارة الرقمية إلى إشارة تمثيلية ذات خصائص ملائمة للنقل عبر الشبكة الهاتفية وذلك باستخدام طرق تعديل مختلفة (تعديل ترددي ، تعديل مطالي ، وتعديل طوري أو مزيج من التعديل الترددي والمطالي) ، ويتم كشف التعديل في طرف الاستقبال .

ذكرنا أيضاً أن للموديمات أنواع عديدة مقيسة وموصفة من قبل الاتحاد الدولي للاتصالات عن بعد **ITU** وفق السلسلة V . تعمل الموديمات الحديثة على خطين **2-wire** للإرسال والاستقبال (في الاتجاهين **Full Duplex**) معاً كما في الشبكة الهاتفية . وأن هناك طريقتان لنقل المعلومات بين الموديم وأي جهاز رقمي آخر (ثمة تجهيزات عديدة غير الحاسوب تتعامل مع المعلومات الرقمية) هما النقل غير المتزامن **Asynchronous** والنقل المتزامن **Synchronous** وكلتا الطريقتين موصفتان بالمعيار **RS-232C** . في النقل غير المتزامن تنقل المعلومات وفق ترتيب معين شرحناه في الفصل الرابع ، بينما في النقل المتزامن يُغذى الموديم مباشرة بالمعلومات الرقمية بشكل متزامن مع إشارة ساعة تأتي إما من الموديم (تُعطى للجهاز) أو من الجهاز نفسه (تُعطى للموديم) بحيث يتزامن عمل كل من الجهاز الرقمي والموديم على إشارة ساعة واحدة . يمكن للموديم أن ينقل المعلومات بسرعات مختلفة حسب نوع الموديم

وطريقة التعديل المستخدمة. تعمل الموديمات الحديثة بسرعات عالية عبر الشبكة الهاتفية العامة وتصل إلى سرعة 64Kbit/sec وذلك حسب نوعية وجودة الدارة الهاتفية العاملة في الاتصال القائم. ومن أوسع الموديمات انتشاراً في الوقت الراهن الموديم V.34 الذي يستخدم تعديل مختلط طوري بعدة أطوار مختلفة ومطالي بعدة مستويات ، وينقل إشارات رقمية في الاتجاهين بمعدل حده الأقصى 33600 bit/sec مع إمكانية الانتقال الآلي إلى سرعة أدنى حتى 2400 bit/sec وفق الدارة الهاتفية المتاحة في تلك اللحظة . يُربط مع الحاسوب بواسطة وصلة معيارية RS-232C (DTE من طرف الحاسوب و DCE من طرف الموديم) .

4- أنواع شبكات الحواسيب

تُصنّف الشبكات حسب امتدادها المكاني، أو الجغرافي، إلى الأنواع التالية:

• الشبكات المحلية (Local Area Networks (LAN

وهي شبكات محدودة الاتساع تربط عادةً الحواسيب المتوضعة في مبنى واحد أو مجموعة مبان متقاربة وتنبع مؤسسة واحدة بحيث لا تتجاوز المسافة الفاصلة بين أي حاسوبين متصلين بها 2.5 كم.

• شبكات المدن (Metropolitan Area Networks (MAN

وهي مجموعة وسائل الاتصال، أي خطوط نقل المعطيات وتجهيزات وبرمجيات الربط الشبكي، التي توفر الوصل بين مواقع جغرافية مختلفة ضمن المدينة الواحدة. يُستخدم هذا النوع من الشبكات في المقام الأول لوصّل الشبكات المحلية الموزعة في أرجاء المدينة بعضها ببعض، ويوفر سرعات عالية لنقل المعلومات بينها.

• شبكات المناطق الشاسعة (Wide Area Networks (WAN

هي الشبكات التي تمتد عبر البلدان و القارات. تستخدم هذه الشبكات أنواعاً متعددة من وسائل الاتصال أهمها الشبكات الهاتفية المحلية والقطرية والدولية والأمواج الميكروية و الأقمار

الصناعية لوصل شبكات مختلفة بعضها ببعض. وأشهر مثال على هذا النوع من الشبكات هو شبكة إنترنت INTERNET التي تتيح الاتصال بأي حاسوب متصل بها أينما وجد.

تستخدم عادة الموديمات MODEMS لتحويل الإشارات الرقمية التي يتعامل بها الحاسوب إلى صيغة قابلة للنقل عبر الشبكات الهاتفية أو الشبكات الأخرى كما تستعمل المجمعات الرقمية لوصل الشبكات بعضاً ببعض مكونة شبكات المدن وشبكات المناطق الشاسعة.

5- بروتوكولات الاتصالات ومعايير النقل الرقمي للمعلومات

البروتوكول، عموماً، هو مجموعة قواعد السلوك، وأعراف الأصول الواجب اتباعها في الحياة اليومية. وفي شبكات الحواسيب، لا بد من لغة مشتركة وطريقة محددة بدقة تمكن هذه الحواسيب المتصلة عبر الشبكة من التخاطب والتفاهم. تسمى هذه اللغة المشتركة، والقواعد الدقيقة، بروتوكول الاتصال أو معيار الشبكة.

وقد واکب التطور السريع في ميدان الشبكات الحاسوبية تطوراً مماثل في مجال الطرائق المعيارية لتبادل المعلومات نذكر أهمها :

- النموذج المرجعي للاتصالات في الأنظمة المفتوحة Open Systems Interconnection (OSI) reference model الذي طورته المنظمة الدولية للمواصفات والمقاييس International Standards Organization أو اختصاراً ISO . يقسم هذا النموذج وظائف الشبكة إلى سبع طبقات متصلة لكل منها وظيفة محددة، وتبنى كل طبقة الخدمات الموكلة إليها على الخدمات التي توفرها الطبقة الدنيا.

- بروتوكول التحكم في الإرسال والتوصيل البيئي للشبكات Transmission Control Protocol / Internet Protocol واختصاره TCP/IP . وهي مجموعة بروتوكولات بدأ العمل على تطويرها في أواخر السبعينيات في وزارة الدفاع الأمريكية.

وبسبب توفر البرامج التي تدعم هذه البروتوكولات في معظم الأنظمة الحاسوبية فقد أصبحت طريقة جيدة لوصل الأنواع المختلفة من الحواسيب.

سنقتصر هنا على إعطاء فكرة عامة عن الشبكات المحلية. وسوف نتطرق إلى البروتوكولات بالتفصيل في مادة الشبكات.

6- الشبكات المحلية

الوظيفة الأساسية للشبكة المحلية هي وصل عدة حواسيب شخصية موجودة في منطقة محصورة، بعضها بعض. ويتحقق هذا الربط بواسطة أنواع متعددة من معدات و مواد. تبنى الشبكات المحلية وفق أحد مبدئين :

- مبدأ "نظير لنظير" Peer to Peer . في هذه الحالة تكون جميع الحواسيب الموصولة متساوية في المرتبة من وجهة نظر الشبكة وتتعامل معها تعاملاً متكافئاً.
- مبدأ "الزبون و المخدم Client/Server، وعندها تحتوي الشبكة في هذه الحالة على حاسوب مميز يسمى مخدم الملفات File Server تُقدم الخدمات بواسطته، وهو غالباً حاسوب عالي الأداء، يوفر ساعات تخزين كبيرة يمكن الوصول إليها واستخدامها من الحواسيب الشخصية الأخرى في الشبكة كمكان تخزين مشترك. كما يمكن أن تحتوي الشبكة على مخدم طباعة يمكن الوصول إليه أيضاً من قبل أي زبون، وهو إما حاسوب خاص تتصل به طابعة، أو طابعة متطورة يمكن وصلها مباشرة بالشبكة.

1-6 بنية الشبكات المحلية

يقصد ببنية الشبكة طريقة الربط بين مختلف أجزاء الشبكة، وتوجد أربع بنى أساسية للشبكات المحلية هي:

- البنية ذات الناقل المشترك Bus Topology

• البنية الحلقية Ring Topology

• البنية النجمية Star Topology

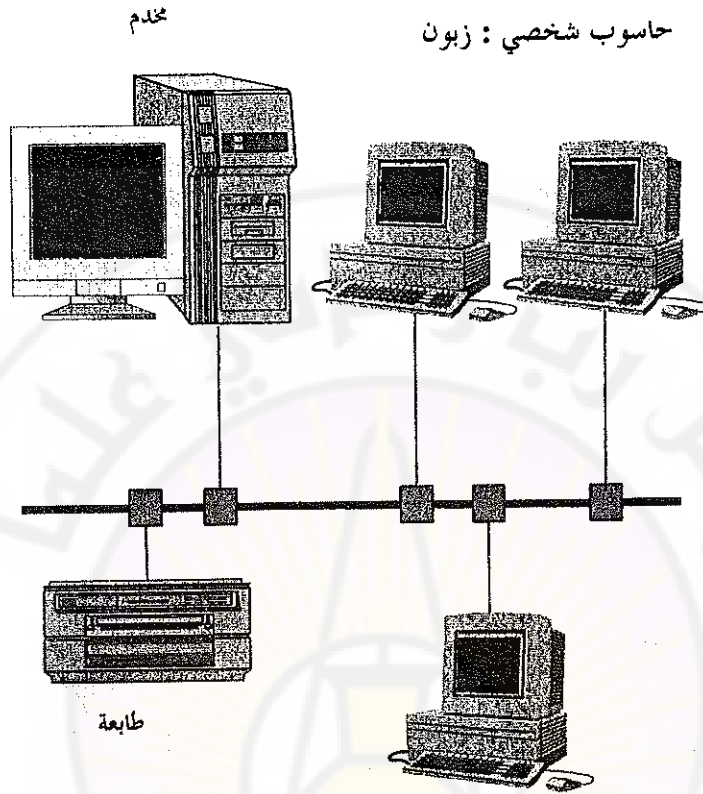
شبكة الناقل المشترك

تكون جميع العقد مربوطة كفروع لخط مشترك كما هو مبين في الشكل (3-6) و يخص لكل عقدة عنوان فريد، ويمكن أن تكون العقدة إما حاسوباً شخصياً أو مخدّم ملفات أو محطة طباعة. تتركب في كل عقدة بطاقة شبكة من النوع Ethernet، تتضمن البطاقة قسمًا نسميه "مرسل/مستقبل" (Transceiver) أي هناك لكل عقدة مرسل/مستقبل خاص بها.

الشبكة الحلقية Token-Ring

في هذا النوع من الشبكات تكون جميع العقد موصولة بدارة واحدة تأخذ شكل الحلقة المغلقة. وتركب في كل عقدة بطاقة شبكة من النوع Token-Ring كل بطاقة من هذا النوع تتضمن قسمًا نسميه المكرّر Repeater. يبين الشكل (4-6) مخططاً لبنية هذه الشبكة.

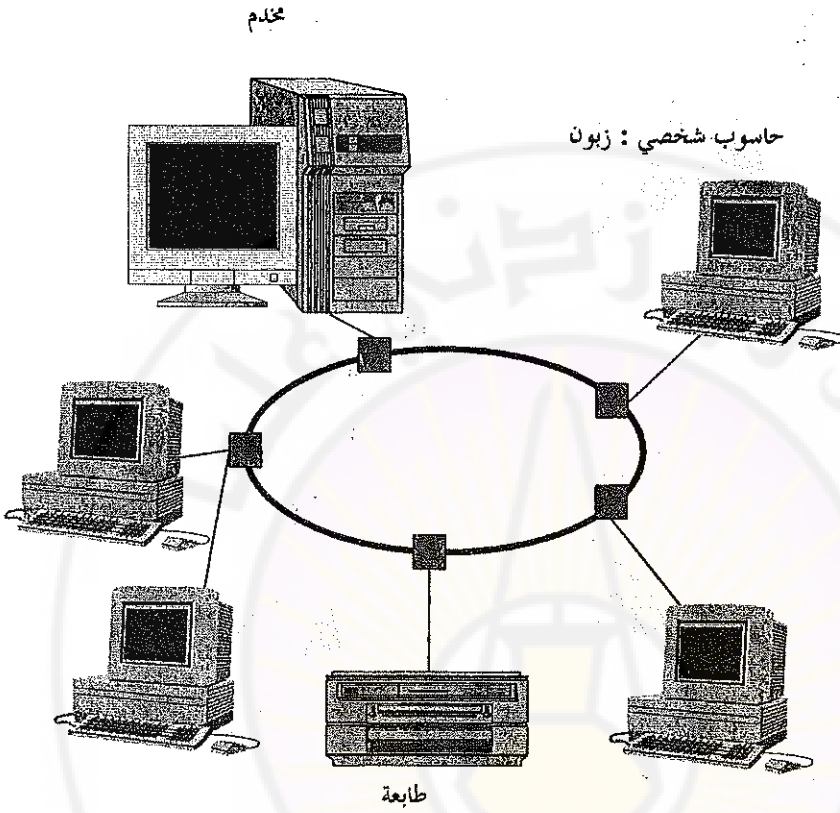
Damascus University



الشكل (3-6) : شبكة الناقل المشترك

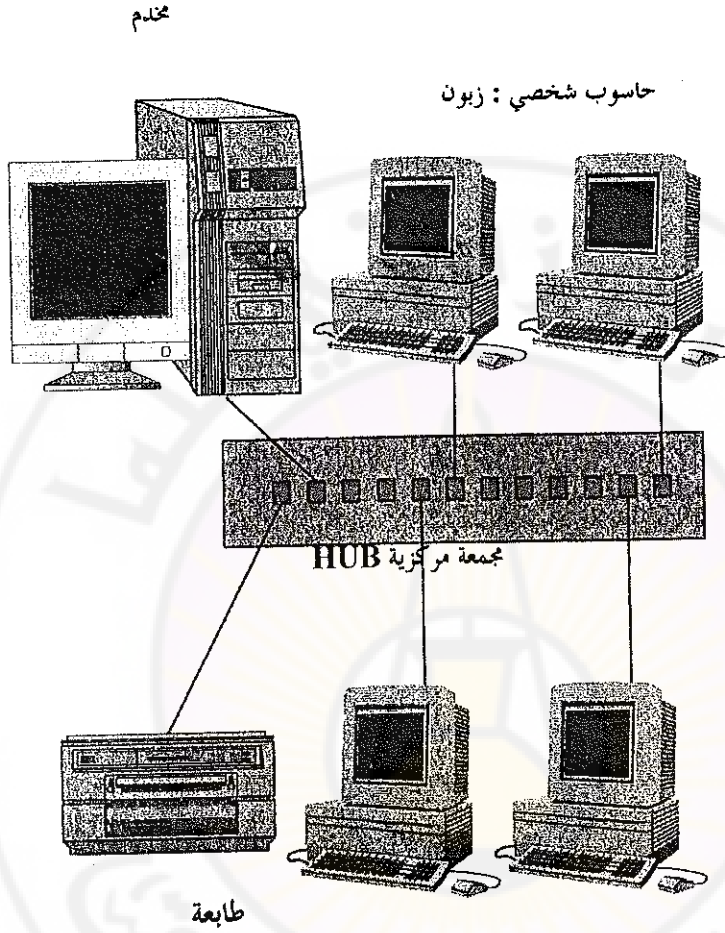
الشبكة النجمية Star Network :

تكون العقد في الشبكة النجمية موصولة بخطوط منفصلة، وتوصل جميعاً بوحدة توصيل مركزية تسمى المجموعة Hub تحتوي على مفاتيح إلكترونية Switches لتوصيل أي خط من الخطوط بخط آخر. يبين الشكل (5-6) مخططاً لبنية هذه الشبكة.



الشكل (4-6) : الشبكة الحلقية

ويمكن أيضاً تحقيق الشبكة النجمية باستخدام الوصلات اللاسلكية أو مزيج من الوصلات السلكية واللاسلكية. تُعتبر الشبكات اللاسلكية وسيلة مثالية في الأماكن التي يصعب تمديد الكُبل فيها، أو تحوي آلات وتجهيزات كهربائية تولد تحريضاً كهرومغناطيسياً عالياً يؤثر في الإشارات الكهربائية المرسلة عبر الكُبل. ويتوقع لهذا النوع من الشبكات أن يلقى نجاحاً واسعاً في المستقبل بسبب سهولة تركيبه وأدائه العالي. يزود الحاسوب بجهاز بث لاسلكي يرسل الإشارات ضمن طيف ترددي واسع (استخدام طريقة الاتصالات بالطيف المشور Spread spectrum) بحيث لا يتأثر بالتداخل الناتج من الحركات الكهربائية والآلات الصناعية ولا يؤثر في التجهيزات الحساسة كالتجهيزات الطبية في المستشفيات والمطارات والمختبرات.



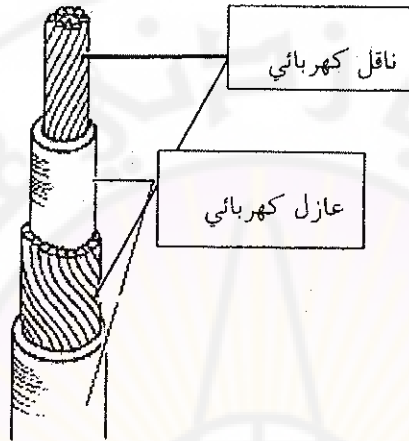
الشكل (5-6) : الشبكة النجمية

2-6 وسائل الربط في الشبكات المحلية

يجري ربط مكونات الشبكة بعضها إلى بعض بواسطة أنواع عديدة من الكبلات أهمها :

- كبل الأزواج المجدولة Twisted pair . الزوج المجدول هو سلكان معزولان ملتفان كالجديلة، وما يصيب أحدهما من ضجيج يصيب الآخر. وعند قراءة المعلومات المرسلة نطرح إحدى الإشارتين من الأخرى فنخلص من أثر الضجيج.

- الكبل المحوري **Coaxial cable** هو سلك معدني وضع في محور الكبل كما هو مبين في الشكل (6-6)، ثم لف بطبقة عازلة، وأحيطت هذه الطبقة العازلة بمجموعة أسلاك شعرية لتكون شبكة حماية للسلك المحوري (حائل كهربائي). ثم وضعت فوق هذه الطبقة الأخيرة طبقة عازلة. وكمثال على الكبل المحوري، الكبل المستخدم لهوائي التلفاز.



الشكل (6-6) : الكبل المحوري

- الألياف الضوئية **Fiber optics** هي ألياف زجاجية دقيقة جداً يمكن أن تُمرر العديد منها في ثقب الإبرة. وبدلاً من نقل إشارة كهربائية يجري نقل إشارة ضوئية أو عدة إشارات في الوقت نفسه دون أن تتأثر هذه الإشارات بالضجيج الراديوي، وتكون سرعة النقل عالية جداً.

7- شبكة إنترنت

إنترنت هي شبكة الشبكات الدولية، تصل العالم بعضه ببعض كما يشير إلى ذلك اسمها **International Network** الذي يعني الشبكة الدولية. يتصل بها ملايين المستخدمين وبنوك المعلومات، ويمكن كل شبكة محلية أو واسعة أن تكون جزءاً منها.

أنشئت في بداية السبعينيات كمشروع خاص بوكالة المشاريع وأبحاث الدفاع الأمريكية للتحقق من استمرار عمل منظومات الاتصالات المعلوماتية في كل الظروف. ثم تطورت لتشمل مراكز الأبحاث والمؤسسات الأكاديمية الأمريكية. وفيما بعد أدرجت الشركات التجارية أهمية هذه الشبكة، وبدأت بتوسيع خدماتها، وهذا مما ساهم في توسيع انتشارها إلى أن وصلت إلى حجمها الراهن.

إنترنت الآن ليست شيئاً مادياً محدداً بل صنف من أصناف نظم المعلومات والاتصالات المعقدة جداً والمتغيرة في كل لحظة، التي يدخل في تركيبها ملايين الحواسيب، بما فيها من معلومات وأجهزة تحكم وإرسال واستقبال، تعمل معاً بطريقة تبدو فوضوية جداً، إلا أنها تؤدي المطلوب منها بدون إدارة مركزية، وبدون أن تقودها جهة واحدة، بل تعتمد في استمرارها على التعاون الطوعي لعشرات ملايين المستخدمين، المتفقين ضمناً وبالتراضي على حد أدنى من المواصفات، يضمن تبادل المعلومات بطريقة سليمة. ويمكن كل فرد متصل بهذه الشبكة أن ينشر ما يريد من المعلومات.

يستطيع المتصلون بهذه الشبكة الاستفادة من المعلومات المتوفرة في المكتبات ومراكز المعلومات العالمية، وتبادل البريد الإلكتروني، والتجارة، وغيرها من الاستعمالات التي تتزايد يوماً بعد يوم.

يشبه مبدأ عمل شبكة إنترنت في نقل المعلومات عمل الشبكة الهاتفية في نقل المكالمات الهاتفية بين شخصين متباعدين. فأجهزة الهاتف هنا هي حواسيب مجهزة بوسائل الاتصال. قد تكون الحواسيب المتصلة عبر شبكة إنترنت مختلفة النوع والحجم، لكنها تتخاطب فيما بينها، عن طريق عبارات **Routers** وجسور **Bridges** وخدمات.

تقدم هذه الشبكة خدمات عديدة أهمها :

- البريد الإلكتروني E-mail
- الوصول إلى مراكز المعلومات والبحث ضمنها وتصفحها Browsing.
- نقل المعلومات بين نقطتين FTP: File transfer Protocol
- مجموعات الحوار والأخبار Newsgroups

لقد ساهم الانتشار الواسع لشبكة إنترنت بتطوير تقانات ومفاهيم جديدة لتنظيم الحجوم الهائلة للمعلومات المتبادلة والوصول إليها بسهولة. أهم هذه التقانات :

- تنظيم المعلومات : يجري، تنظيم المعلومات المتبادلة وفق مبدأ النصوص المُنَهلة (أو المترابطة) **Hypertext** يحوي، النص المُنَهل صوراً وأصواتاً ونصاً مكتوباً، كما يحوي هذا النص المُنَهل جملاً أو كلمات ذات ارتباط بنص مُمَهل آخر. فعند البحث مثلاً في موضوع الحديد نجد أن النص يتطرق إلى الجدول الدوري للعناصر الأولية، وإلى موضوع انتشار التعدين في أوروبا في العصر الحديدي، أي إننا قد نتقل من الحديد والتعدين إلى موضوع آخر ذي صلة بالحديد وهو موضوع تاريخي. وهذا يشبه الحديث الذي يجري بين الناس؛ إذ نبدأ بموضوع فيؤدي إلى موضوع آخر تربطه بالأول صلة ما، وهذا الربط يسهل التنقل بين المواضيع والأفعال الممكنة عليها، أي طلب الانتقال من موضوع إلى آخر بهدف استكمال الصورة لدى طالب المعلومة. فعندما تبحث عن كلمة "ذرة" تجد في الصفحات التي تعالج هذا الموضوع أشياء مثل: إلكترون وبروتون وكوارك ... وهنا نستطيع أن نطلب الشروح المقابلة عن هذه الكلمات أو بعضها. وهكذا يمكن لمكونات النص أن ترتبط بسلسلة من العلاقات التي تسمح لطالب المعلومات بالتجوال من موضوع إلى آخر، وبصرف النظر عن الترتيب الذي سجلت فيه هذه المكونات. يجري تحضير هذه النصوص باستعمال لغة خاصة تسمى لغة **HTML** (وهذا اختصار لجملة **Hypertext Markup Language**) تستخدم في إعداد النصوص المُنَهلة، وتبين للطابعة أو للشاشة المستقبلية للمعلومات كيفية تكوين محتويات النص. تقبل اللغة المساعدة أيضاً طلبات

المستمر الذي يمكنه القيام بتفعيل عنوان أو جملة تخفي موضوعاً ذا علاقة بالموضوع الأول، وذلك بالضغط على مفتاح في لوحة المفاتيح، أو تحريك مؤشر الفأرة ونقر على مكان المثير. ومن هذه اللغة والنص المركب نكوّن لغة خاصة بتصميم صفحات المعلومات. على مستعرض الصفحات إذن قبول التعامل مع هذه اللغة وهذا هو حال أشهر المستعرضات مثل Netscape Navigator و Internet Explorer.

- المستعرضات : المستعرض Browser أو المنقب (عن المعلومات) Explorer برنامج يسمح لمستخدمه بالاطلاع على الوثائق المكتوبة بلغة HTML و التحرك بين وثائق متصل بعضها ببعض ونقل بعض الملفات، وتشغيل بعض البرامج، ويسمح المستعرض أيضاً بإرسال البريد الإلكتروني واستقباله، وقراءة مجموعة الأخبار، وتشغيل الملفات الصوتية وملفات الصورة، ونقل البرامج وتشغيل بعضها.
- تقييس العناوين : تستخدم شبكة إنترنت معياراً لعنونة مصادر المعلومات يُسمى معنون المصادر القياسي Uniform Resource Locator أو اختصاراً URL ، يستخدم المستعرض هذا العنوان للوصول إلى مصادر المعلومات. يحدد المعنون بروتوكول التخاطب للولوج في مصدر المعلومات (طريقة تنظيم صفحات المعلومات)، وكذلك اسم المستخدم حيث توجد المعلومات.





برنامج الجلسات العملية

يرافق الدروس النظرية جلسة عملية أسبوعياً مدتها ساعتان . يتضمن البرنامج العملي سبعة مواضيع يمكن تنفيذها خلال إحدى عشرة جلسة عملية سيجري تنفيذها في مخبر الحواسيب الشخصية. والمواضيع هي:

1- تعرّف مكونات الحاسوب الرئيسية وكيفية تشغيله

- تعرّف الوحدة الرئيسية ، الشاشة ، لوحة المفاتيح ، الفأرة ، المنافذ التسلسلية والفرعية.
- طريقة توصيل المكونات الرئيسية إلى وحدة الحاسوب الرئيسية.
- تشغيل الحاسوب وتعرّف الرسائل التي تظهر على الشاشة أثناء استنهاض الحاسوب.
- تعرّف برنامج الإعداد Setup باختصار.
- كتابة نص بسيط على تطبيق Notepad ضمن بيئة Windows بهدف التأقلم مع لوحة المفاتيح.

2- نظام تشغيل DOS

- تعرّف أوامر DOS
- تعرّف برامج النظام
- تعديل برنامج التنفيذ الذاتي، وتكريس الحاسوب لتنفيذ برنامج محدد بعد الإقلاع مباشرة.

3- نظام تشغيل Windows95 (4 جلسات عملية)

- تعرف نظام Windows95
- تعرف برامج النظام الأساسية
- وضع برنامج في برنامج Startup وتكريس الحاسوب لتنفيذ برنامج محدد بعد الإقلاع مباشرة.
- تحميل البرمجيات التطبيقية

4- تعرف مكونات وحدة الحاسوب الرئيسية.

- فك العلبة الرئيسية وتعرف اللوحة الأم
- تعرف الذاكرة الرئيسية BIOS ، CMOS ، Cache ، DRAM
- تعرف مساري المعلومات BUS وأنواعها المتوفرة على اللوحة الأم
- تعرف سواقات القرص الصلب والقرص المرن وسواقة CD-ROM إن وجدت في الوحدة الرئيسية
- تعرف بطاقة التحكم في شاشة الإظهار
- تعرف بطاقة الصوت إن وجدت
- تعرف وحدة التغذية وقياس جهودها

5- تعرف محيطيات الحاسوب

- تعرف الطابعة وطريقة توصيلها إلى الحاسوب وتشغيلها
- كيفية تعريف الطابعة في الحاسوب
- الاطلاع على كافة المحيطيات (راسمة ، ماسح ، موديم) المتوفرة في المختبر وكيفية ربطها إلى الحاسوب وتعريفها

6- الربط المباشر بين حاسوبين وتبادل المعلومات

- تعرّف برنامج نورتن
- تعلم كيفية ربط حاسوبين عن طريق المنافذ التسلسلية والتفرعية وتنفيذ تبادل الملفات بين الحاسوبين ومراقبة الفرق بين الحالتين

7- النقل الرقمي للمعلومات عبر الخطوط الهاتفية / الشبكات المعلوماتية (جلستان)

- تعرّف كيفية توصيل المودم إلى الحاسوب
- تبادل المعلومات بين حاسوبين عبر الشبكة الهاتفية باستخدام المودم
- تبادل المعلومات الرقمية بين حاسوبين عبر خط مباشر طويل (بكرة أسلاك) باستخدام المودم (المعلومات المنقولة تُدخل إلى الحاسوب حيّة عبر لوحة الملامس) وبمعدل نقل رقمي قدره 33600 bit/sec
- تبادل المعلومات بين حاسوبين عبر الشبكة المحلية



المراجع

1- مراجع باللغة العربية

1- الحاسوب

د. يوسف نصير

الجمعية العلمية الملكية - الأردن - 1988

2- المدخل إلى المعلوماتية

د. محمد بشير المنجد ومؤلفون آخرون

جامعة دمشق 1998

3- الحاسب ونظم المعلومات الإدارية

د. محمد فهمي طلبة ومؤلفون آخرون

دلثا كمبيوتر - مصر - 1993

4- دليل ترابط الحواسيب

فرانك درفلر

الدار العربية للعلوم - لبنان - 1992

5- الحاسبات الالكترونية حاضرها ومستقبلها

د. محمد فهمي طلبة ومؤلفون آخرون

دلثا كمبيوتر - مصر - 1993

6- محركات العقل

جول شركن، ترجمة نافذ اسحق

منشورات وزارة الثقافة - سوريا - 1995

2- مراجع بلغات أجنبية

- 1- Computer Studies : A first Course
John Shelley & Roger Hunt
Pitman, 1984
- 2- The Indispensable PC Hardware Book
Hans-Peter Messmer
Addison-Wesley 1995
- 3- How Computers Work
Timothy Edward Downs & Sarah Ishida
Ziff-Davis Press 1995
- 4- Computer Networks
Andrew S. Tanenbaum
Prentice Hall, 1981
- 5- Practical Data Communications : Modems, Networks and
Protocols
Fred Jennings
Blackwell Scientific Publications, 1986
- 6- LAN/WAN Optimization Techniques
Harrell Van Norman
Artech House, 1992
- 7- Structure et Fonctionnement des Ordinateurs
Jean-Pierre Meinadier
Larousse, 1988
- 8- Principles of Digital Data Transmission
P. Clark
Mid-Country Press , 1983
- 9- The New Peter Norton Programmer's Guide to the IBM PC
and PS/2
Microsoft Press, 1995

الفهرس

1	الفصل الأول : بنية الحاسوب الأساسية ومبدأ عمله
1	مقدمة
2	1- تعريف الحاسوب
3	2- بنية الحاسوب العامة
4	1-2- المكونات المادية
7	2-2- المكونات البرمجية
10	3- أنواع الحواسيب
10	3-1 الحواسيب الشخصية
12	3-2 محطات العمل
12	3-3 الحواسيب الكبيرة
13	4- تطور الحواسيب
14	4-1 ماقبل الحاسوب : آلات الحساب والآلات المبرمجة
17	4-2 الجيل الأول
19	4-3 الجيل الثاني
20	4-4 الجيل الثالث
21	4-5 الجيل الرابع
22	4-6 أجيال المستقبل

- 25 _____ الفصل الثاني : ترميز المعلومات الرقمي
- 25 _____ مقدمة
- 25 _____ 1- المبدأ العام لتمثيل المعلومات في الحاسوب
- 27 _____ 2- أنظمة العد الرقمية
- 28 _____ 1-2 قواعد أنظمة العد الرقمية
- 29 _____ 2-2 نظام العد الثنائي
- 31 _____ 1-2-2 العمليات الحسابية في النظام الثنائي
- 34 _____ 2-2-2 العمليات المنطقية في النظام الثنائي
- 39 _____ 3-2-2 تمثيل الأعداد الصحيحة في النظام الثنائي
- 40 _____ 4-2-2 تمثيل الأعداد السالبة في النظام الثنائي
- 41 _____ 1-4-2-2 الإتمام
- 42 _____ 2-4-2-2 استخدام الإتمام
- 45 _____ 5-2-2 تمثيل الأعداد الكسرية في النظام الثنائي
- 46 _____ 1-5-2-2 طريقة الفاصلة الثابتة
- 47 _____ 2-5-2-2 طريقة الفاصلة العائمة
- 50 _____ 3-2 الانتقال من نظام عد إلى نظام عد آخر
- 52 _____ 4-2 نظام العد الثماني والست عشري
- 53 _____ 1-4-2 نظام العد الثماني
- 54 _____ 2-4-2 نظام العد الست عشري
- 55 _____ 5-2 الترميز العشري المرمز ثنائياً
- 57 _____ 3- ترميز المعلومات في الأنظمة الرقمية

- 57 1-3 ترميز الحارف
- 58 2-3 ترميز التعليمات
- 60 3-3 ترميز الصور
- 61 4-3 ترميز الأصوات
- 62 4- تدقيق المعلومات لحمايتها من الأخطاء
- 63 5- ضغط المعلومات
- 65 الفصل الثالث : مكونات الحاسوب المادية ومبادئ عملها
- 65 مقدمة
- 65 1- البنية الأساسية لأبسط نظام حاسبي
- 70 2- مكونات الحاسوب المادية الأساسية
- 71 1-2 وحدة المعالجة المركزية
- 73 1-1-2 وحدة التحكم
- 74 2-1-2 وحدة الحساب والمنطق
- 76 3-1-2 مجموعة تعليمات وحدة المعالجة المركزية
- 77 4-1-2 المعالجات الصغرية
- 79 2-2 الذاكرة الرئيسية وأنواعها
- 79 1-2-2 أنواع الذاكرات
- 82 2-2-2 ذاكرة نظام الدخول / الخرج الأساسي
- 82 3-2-2 ذاكرة محددات النظام
- 83 4-2-2 الذاكرة الرئيسية
- 84 5-2-2 الذاكرة المخزنة

- 85 _____ وحدة الدخول المباشر إلى الذاكرة 6-2-2
- 87 _____ 3-2 مساري نقل المعلومات
- 90 _____ 4-2 وحدات الدخل / الخرج
- 92 _____ 1-4-2 لوحة المفاتيح
- 95 _____ 2-4-2 الفأرة
- 96 _____ 3-4-2 شاشة الإظهار ومحول التوافق الصوري
- 99 _____ 4-4-2 منافذ الاتصال بوحدات الدخل والخرج
- 99 _____ 1-4-4-2 منفذ الاتصال التسلسلي
- 101 _____ 2-4-4-2 منفذ الاتصال التفرعي
- 101 _____ 5-2 الذاكرة الثانوية
- 101 _____ 1-5-2 أنواع الذاكرات الثانوية
- 102 _____ 1-1-5-2 الأقراص المرنة
- 103 _____ 2-1-5-2 الأقراص الصلبة
- 103 _____ 3-1-5-2 الأشرطة المغناطيسية
- 104 _____ 4-1-5-2 الأقراص المدمجة
- 104 _____ 2-5-2 المتحكم في السواقات
- 105 _____ 3-5-2 التنظيم المكاني للأقراص الممغنطة
- 107 _____ 3- المكونات المساندة
- 107 _____ 1-3 المتحكم في أوامر المقاطعة
- 108 _____ 2-3 المؤقت الزمني
- 109 _____ 4- اللوحة الأم في الحاسوب الشخصي

الفصل الرابع : محيطات الحاسوب 111

مقدمة 111

1- الطابعات 111

1-2 المبدأ العام لعمل الطابعات 112

1-2 مزايا الطابعات 114

1-4 أنواع الطابعات 117

1-4-1 الطابعات النقطية 117

1-4-2 الطابعات النافثة للحبر 119

1-4-3 الطابعات الليزرية 120

2- الرسامات 122

3- الماسحات الضوئية 123

3-1 أهمية الماسحات 123

3-2 مبدأ عمل الماسحة المسطحة 124

4- الموديمات 125

1-4 مبدأ عمل الموديمات 126

2-4 آلية عمل الموديم 129

3-4 أمثلة على بعض الموديمات المعيارية 132

135	الفصل الخامس : مكونات الحاسوب البرمجية
135	1- نظام التشغيل
136	1-1 لحظة تاريخية
137	2-1 تصنيف أنظمة التشغيل
138	3-1 مهام نظام التشغيل الرئيسية
139	4-1 بنية أنظمة التشغيل العامة
140	2- تنظيم المعلومات داخل الحاسوب
140	1-2 التخزين على الأقراص
142	2-2 بنية القرص المنطقية في نظام التشغيل DOS
143	3-2 تنظيم أقراص التسجيل في نظام DOS
145	4-2 قسم التحفيز الذاتي
146	5-2 الدليل الجذر
150	6-2 منطقة الملفات
151	7-2 جدول تخصيص الملفات
153	3- مبادئ الخوارزميات
155	1-3 طرق كتابة الخوارزمية
155	2-3 الخوارزميات الحسابية
156	3-3 مقارنة الخوارزميات
157	4- لغات البرمجة
157	1-4 لغات المستوى المنخفض

158 2-4 لغات المستوى العالي

161 الفصل السادس : النقل الرقمي للمعلومات والشبكات المعلوماتية

161 1- الاتصالات وتبادل المعلومات

163 2- فوائد الشبكات المعلوماتية

166 3- النقل الرقمي عبر الشبكات الهاتفية

167 1-3 المتحكم في الاتصال

168 2-3 الموديمات والنقل الرقمي

169 4- أنواع شبكات الحواسيب

170 5- بروتوكولات الاتصالات ومعايير النقل الرقمي للمعلومات

171 6- الشبكات المحلية

171 1-6 بنية الشبكات المحلية

175 2-6 وسائط الربط في الشبكات المحلية

177 7- شبكة إنترنت

181 برنامج الجلسات العملية

185 المراجع

185 1- مراجع باللغة العربية

186 2- مراجع بلغات أجنبية

