1.1 الحواسب الرقمية: *Digital Computers*

تحتل الحواسب مكاناً بارزاً في المجتمعات المتمدنة المعاصرة، حيث تُسهم في تطوير العديد من المجالات العلميّة والصناعية والاقتصادية كما تستخدم في التسلية المنزلية *home entertainment* والمعالجة الطبية *medical treatment* وعمليات التنبؤ والرصد الجوي *weather prediction* واكتشاف وسبر الفضاء *space exploration* والتحكم بحركة الملاحة الجوية *air traffic control* وفي الحسابات العلمية *scientific calculations* وفي قطاع معالجة البيانات *data processing* وفي حقول متعدّدة أخرى. الميزة الأكثر وضوحاً وقوة لنظام الحاسب الرقمي هي عموميته *generality*، فهو يستطيع أن يتَّبع سلسلة من التعليمات تدعى البرنامج *program* الذي يعمل على بيانات مُحدّدة. ويمكن للمستخدم أن يُحدّد وأن يغير البرنامج أو البيانات تبعاً لحاجاته ورغباته وبشكل دقيق.

كنتيجة لهذه المرونة *flexibility* فإنّه يمكن للحواسب الرقمية ذات الأغراض العامة *general purposes* تنفيذ مهام معالجة معلومات مختلفة تمتد إلى طيف عريض *wide spectrum* من التطبيقات.

حاسب الأغراض العامة الرقمي *digital general purpose computer* هو المثال الأوضح والأكثر شهرة للنظام الرقمي. ميزة هذا النظام هي معالجته لعناصر متقطعة *discrete elements* من المعلومات حيث تكون هذه المعلومات محتواة في أيّ مجموعة ذات عدد محدود من العناصر. نذكر من الكميات المتقطعة الأرقام العشرية العشرة (0- 9)، والحروف الهجائية الإنكليزية الـ *26*، أو العربية الـ *28*، والـ *64* مربعاً لطاولة الشطرنج ...الخ. استخدمت الحواسب الرقمية القديمة فقط للحسابات الرقمية، وفي هذه الحالة كانت العناصر المتقطعة هي الأرقام *digits* (الخانات) ومن هنا أتى مصطلح الحاسب الرقمي *digital computer*.

تمثّل العناصر المتقطعة للمعلومات في النظام الرقمي بكميّات فيزيائية تدعى الإشارات *signals*. الإشارات الأكثر شيوعاً هي الإشارات الكهربائية مثل الجهود والتيارات وهي في كل الأنظمة الرقمية الإلكترونية الحالية تمتلك قيمتين متقطعتين فقط، لذا يُقال عنها أنها أنظمة ثنائية *binary systems*.

مُصمّم النظام الرقمي ملزم باستخدام الإشارات الثنائية وذلك لانخفاض الوثوقية الموجودة في الدارات الإلكترونية متعددة القيم. بكلمات أخرى يمكن تصميم دارة بعشرة حالات، وكل حالة لها قيمة جهد متقطعة واحدة لكنها ستكون ذات وثوقية تشغيل منخفضة جداً، على النقيض فإنّه يمكن تصميم دارات إلكترونية تكون عناصرها إمّا في حالة *on* أو حالة *off* (قيمتي إشارة ممكنتين) بوثوقية عالية جداً.

بسبب هذا القيد الفيزيائي للمكونات الإلكترونية، ولأنّ المنطق البشري يميل للثنائي (صح أو خطأ، نعم أو لا، صدق أو كذب...الخ) فقد قُيّدت الأنظمة الرقمية بأخذ قيم متقطعة وفيما بعد قُيِّدت بأخذ قيم ثنائية فقط.

تستخدم الحواسب الرقميّة نظام العد الثنائي والذي له عددين 0 أو 1 يدعى كلاً منهما خانة *bit*. تُمثّل المعلومات في الحواسب الرقمية بمجموعات من الخانات وباستخدام تقنيات تشفير مختلفة فإن مجموعات الخانات تمثل الأعداد الثنائية وأية رموز متقطعة أخرى. وباستخدام ذكي لمجموعات ثنائية لتشكيل شيفرات ثنائية فإن مجموعة من الخانات يمكن استخدامها لتطوير مجموعات كاملة من التعليمات لتنفيذ العمليات الحسابية على الأنواع المختلفة للبيانات.

تنشأ كميّات المعلومات المتقطعة إما من طبيعة العملية أو يتم تكميمها (تقطيعها) *quantized* من عملية مستمرة. مثلاً إن جدول مرتبات الموظفين هو عملية متقطعة بالأساس ويحتوي على أسماء الموظفين، والأرقام السرية الاجتماعية، والأجور الأسبوعية، وضرائب الدخل، ... الخ. يعالج شيك الموظف باستخدام قيم بيانات متقطعة مثل الأحرف الهجائية (للاسم) والأرقام (للأجر) ورموز خاصة أخرى مثل *$*. على الجانب الآخر، يمكن لباحث علمي أن يلاحظ أنّ عمليّة ما تتغير بشكل مستمر مع الزمن لكنه يسجّل كميات مُحدّدة بشكل جدولي، وبهذا فإنّ الباحث يكمم *quantizing* البيانات المستمرة جاعلاً كل رقم في الجدول كمية متقطعة (مستقلة) من المعلومات.

لمحاكاة عملية ما بالحاسب الرقمي يجب أن تكمم الكميات وعندما تكون المتغيرات لعملية ما ممثلة بإشارة تتغير في الزمن الحقيقي فإن هذه الإشارات يتم تكميمها بدارة تحويل من تشابهي إلى رقمي *analog to digital converter*. النظام الذي يمكن وصف سلوكه بمعادلات رياضية يمكن محاكاته في نظام الحاسب باستخدام طرق تحليل عددية تصيغ المعادلات الرياضيّة في سلسلة من الكميات الرقمية المتقطعة. عندما

تكون المشكلة المراد معالجتها بالأساس كمية متقطعة كما في التطبيقات التجارية فإنّ الحاسب الرقمي يعالج ويتعامل مع المتغيرات بشكلها الأصلي.

الحاسب الرقمي هو ترابط بيني *interconnection* للمكونات الرقميّة. ولفهم عمل كل مكون رقمي فمن الضروري أن يكون لدينا المعرفة الأساسية بالأنظمة الرقمية وسلوكها العام.

إذاً الحاسب الرقمي يعالج عناصر متقطعة من المعلومات وأن كل المعلومات في الحاسب يجب أن تُمثّل بشكل ثنائي. قد يعبر عن المعاملات المستخدمة في الحسابات بنظام العدّ الثنائي أو بالنظام العشري باستخدام الشيفرة الثنائية. تحول الأحرف الهجائية أيضاً إلى شيفرة ثنائية.

1.1.1 ما هو الحاسب: *What is a Computer ?*

يمكن تعريف الحاسب: بأنه آلة إلكترونية يمكن برمجتها كي تقوم بمعالجة البيانات وتخزينها واسترجاعها وإجراء العمليات الحسابية والمنطقية عليها. ويقوم جهاز الحاسب بتحليل وعرض ونقل المعلومات *Information* بأشكالها المختلفة، والمعلومات لها أشكال متنوعة قد تتمثل على هيئة أرقام أو أحرف للنصوص المكتوبة أو المرسومة وصور وأصوات أو حركة كما في الأفلام والكتابات المتحركة.

مزايا الحاسب:

1. إمكانية برمجته أي "إعطاءه تعليمات وأوامر" لكي يقوم بتنفيذ أعمال محددة.
2. إمكانية معالجة هذه البيانات وإجراء العمليات الحسابية عليها كالجمع والطرح والقسمة والضرب وإجراء العمليات المنطقية كالمقارنة بين قيمها.
3. المقدرة على تخزين واسترجاع البيانات كالأرقام والحروف الهجائية والصور.

2.1.1 أنظمة الحاسب: *Computer Systems*

نظام الحاسب هو تجمع من الكيان المرن (مجموعة البرامج) بالإضافة إلى الكيان المادي (الوحدات الالكترونية) الداعم، تتضافر هذه المكونات لانجاز عملٍ ما. يمكن أن تتصل أنظمة الحاسب فيما بينها باستخدام شبكة تنقل البيانات بين هذه الأنظمة. تُعرف مجموعة الحواسب المتصلة إلى شبكة ما والمهيأة كي تعمل مع بعض لإنجاز مهمة ما أنّها نظام موزّع. أحد مميزات النظام الموزع هو أن عدة حواسب يمكن أن

ترتبط فيما بينها لتقدم سويّة أداء أو مستوى تخزين يفوق أداء أو سعة تخزين كلاً منها على انفراد. مثال عن الأنظمة الموزعة شبكة *WWW world wide web* حيث تستخدم هذه الشبكة ملايين الحواسب تتبادل فيما بينها البيانات عبر العالم.

يمكن تصنيف أنظمة الحاسب إلى:

1. حواسب ذات أغراض خاصة *special purpose computers*: تُستخدم هذه الحواسب في تطبيق مُحدّد لا يتعداه يطلق عليها أحياناً مُسمّى "حاسب التحكم" حيث تستخدم هذه الحواسب لمهام خاصة نحو عمليات التحكم ومراقبة الأجهزة المختلفة مثل الأجهزة الصناعية أو الطبية أو وسائل النقل كالطائرات والسيارات أو وسائل الاتصال كالمقاسم الإلكترونية. مثال عن الحواسب ذات الأغراض الخاصة الهاتف الخليوي *cellular phone* حيث يقوم معالجه الداخلي بقراءة لوحة المفاتيح *keypad* ومراقبة آلية الإظهار وإنشاء المكالمات... الخ.
2. حواسب ذات أغراض عامة *general purpose computers*: تُستخدم هذه الحواسب في تطبيقات شتى ومجالات متعددة. مثال عن الحواسب ذات الأغراض العامة الحاسب الشخصي *personal computer* حيث يمكن استخدامه في مهام مختلفة ومتعددة مثل كتابة البيانات و تحرير الرسوم وتشكيل قواعد البيانات والألعاب ... الخ.

يمكن تقسيم أجهزة الحاسب متعددة الأغراض إلى ثلاثة أنواع رئيسة بحسب قدرتها على المعالجة والتخزين وبحسب استخداماتها وهي:

أ- الحاسب الشخصي *Personal Computer*: ويستخدم عادة من قبل فرد أو مؤسسة صغيرة لأعمال الحوسبة وتخزين البيانات وله قدرة مُحدّدة نسبياً على المعالجة. وغالباً يعتبر جهازاً أحادي الاستخدام والمهام بمعنى أنه يستخدم من فرد واحد لتشغيل برنامج محدد على الحاسب. وتتعدد أشكال الحاسب الشخصي إلى أشكال مختلفة أهمها: الحاسب المكتبي، الحاسب المحمول، الحاسب المنزلي، الحاسب المساعد.

ب- الحاسب المتوسط *Mini Computer*: يتمتع هذا الحاسب بقدرات متوسطة من حيث المعالجة والتخزين تفوق تلك المتوفرة للحاسب الشخصي بأضعاف كثيرة. ويستخدم عادة في المؤسسات والهيئات متوسطة الحجم

ويسمح بتعدد المستخدمين للجهاز والمهام في نفس الوقت حيث يسمح لعدد من10 إلى 200 مستخدماً بأن يقوموا بتشغيل برامجهم في وقت واحد على الجهاز وغالباً ما يكون لكل مستخدم وحدة طرفية والتي هي "جهاز يتكون من شاشة عرض ولوحة مفاتيح وترتبط بجهاز الحاسب عن طريق كابل توصيل" يمتد من موقع المستخدم إلى موقع الحاسب المتوسط ومن الأمثلة عليه الحاسب المستخدم في الجامعات والشركات.

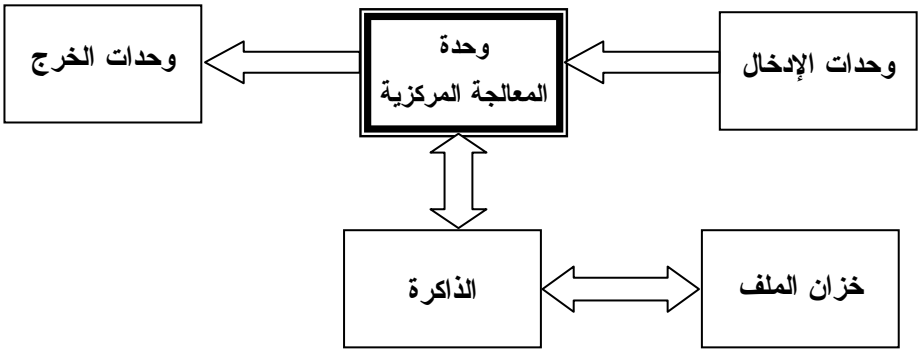
ج- الحاسب الرئيسي *Main Computer*: يتميز الحاسب الرئيسي والذي يطلق عيه أحياناً الحاسب الكبير بقدرة كبيرة على المعالجة والتخزين وبالتالي فهو ذو تكلفة عالية للغاية ويستخدم من قبل المؤسسات الضخمة كالشركات الكبيرة والحكومات لتخزين ومعالجة كميات هائلة من البيانات. كما يتيح هذا الحاسب إمكانية تعدد المستخدمين وتعدد المهام للجهاز حيث يمكن أن يبلغ عدد مستخدمي الجهاز في وقت واحد ما يزيد عن ألف مستخدم يرتبطون بالجهاز عن طريق وحدة طرفية خاصة لكل مستخدم.

أنظمة الحاسب ذات الأغراض العامة والأغراض الخاصة متشابهة في تصميمها الداخلي لكنها تختلف قليلاً ببعض المميزات والتصميم الفيزيائي.

2.1 المكونات الأساسية لنظام الحاسب:

Basic Components of a Computer System

يُبين الشكل التالي مخططاً صندوقياً مبسطاً جداً لنظام الحاسب الأساسي. وهو مع ذلك يُوضّح المكونات الأكثر أهمية:



المخطط الصندوقي لنظام الحاسب

1.2.1 وحدة المعالجة المركزية: *Central Processing Unit*

تتحكم هذه الوحدة بعمل الحاسب حيث أنّها مسؤولة عن تنفيذ قوائم التعليمات (البرامج) *instruction lists* المخزّنة في ذاكرة الحاسب، كما تقوم بإخراج البيانات إلى وحدات الإخراج وقراءة أو إدخال البيانات من وحدات الإدخال، وتخزِّن أو تستعيد البيانات من ذاكرة النظام ووحدات التخزين الأخرى. تستطيع وحدات المعالجة المركزية الحديثة تنفيذ عدة تعليمات بنفس اللحظة، وهذا ما يُعرف بالمعالجة المتواقتة *concurrent processing*.

2.2.1 الذاكرة: *Memory*

تستخدم ذاكرة الحاسب أو ما تعرف بالخزان الأولي *primary storage* لتخزين نوعين من المعلومات هما التعليمات والبيانات، حيث تُقرأ التعليمات من الذاكرة عن طريق وحدة المعالجة المركزية التي تقوم بتنفيذها بشكل تتابعي. تُخزّن التعليمات والبيانات في الذاكرة في خلايا يُطلق عليها مواقع (حجرات) الذاكرة *memory locations*.

يشار إلى كلٍّ من هذه المواقع بعدد يعرف بالعنوان *address*، يكون عنوان أول موقع *0* والثاني *1* ... الخ. الرقم المخزّن في موقع الذاكرة يعرف على أنه محتوى الموقع.

يخزن كل موقع من مواقع الذاكرة أعداداً فقط، إذا أردنا تخزين رموزاً أو معلومات أخرى فإنه يجب تحويلها إلى الشكل الثنائي أولاً. كلٌّ من التعليمات التي يستطيع المعالج تنفيذها تملك شيفرة عملية *(op code)* مما يسمح لبرنامج الحاسب بأن يخزَّن في الذاكرة. لا تستطيع وحدة المعالجة المركزية *CPU* التمييز بين محتويات المواقع هل هي بيانات أم شيفرة أو أي شيء آخر. تستطيع الذاكرة ويجب أن تكون قادرة على تقديم البيانات لوحدة المعالجة المركزية بسرعة كبيرة جداً. تقاس أزمنة الدخول إلى الذاكرة *memory access times* بالنانو ثانية *($1ns = 1\times10^{-9}s$)*. وكلما صغُر هذا الرقم كلما استطاعت وحدة المعالجة المركزية العمل بسرعة أكبر. أحد أهم مشاكل الذاكرة السريعة هي غلاؤها النسبي ولذلك فإن معظم الأنظمة تستخدم مزيجاً من الذواكر السريعة والبطيئة.

3.2.1 خزان الملف: *File Storage*

مهمة خزان الملف أو الخزان الثانوي *secondary storage* أو الذاكرة المساعدة *auxiliary memory* هي تقديم وسط تخزين كبير لنظام الحاسب. سعة تخزينه مئات الأضعاف من سعة تخزين ذاكرة الحاسب الأولية وهو أرخص من حيث كلفة وحدة التخزين من الذاكرة بحدود عشرة أضعاف. تُخزّن البرامج والبيانات (البيانات) في خزان الملف في وحدات منطقية تدعى الملفات *files*. لوحدات التخزين الثانوية أزمنة دخول كبيرة جداً لذا فهي أبطأ من الذاكرة بآلاف المرات، ولهذا السبب فإن البرامج يتم تحميلها في الذاكرة قبل تنفيذها من قبل المعالج. لأنّ الذاكرة الرئيسة غالية نسبياً فإن نظام الحاسب لا يزّود بكمية كبيرة وكافية منها لتخزين كل البرامج التي يرغب المستخدم بتنفيذها. يُستخدم خزان الملف (وحدات التخزين الثانوية) لتخزين وحفظ نسخ من البيانات والبرامج غير المستخدمة حالياً من قبل نظام الحاسب. لا يفقد خزان الملف- بشكل مغاير لبعض أنواع الذاكرة- البيانات عند قطع التغذية الكهربائية عن الحاسب مما يجعله مناسباً للتخزين طويل الأمد للبرامج والبيانات.

4.2.1 المحيطيات: *Peripherals*

نظام الحاسب بحاجة لطريقة ما يتصل بها مع العالم الخارجي. تقسم المحيطيات إلى ثلاث مجموعات هي:

- عناصر (وحدات) الإدخال مثل لوحة المفاتيح والفأرة ...الخ.
- عناصر الإخراج مثل الشاشة والطابعة ... الخ.
- عناصر الإدخال والإخراج والتي تستطيع القيام بكلتا العمليتين مثل المواديم وكرت الشبكة... الخ.

يتم وصل الجهاز المحيطي مع النظام الرئيسي عن طريق موصّل معياري يدعى وسيط الربط *interface*. إنّ انتقاء وسيط ربط مناسب لكل جهاز محيطي هو قرار تصميمي هام عند بناء نظام الحاسب.

3.1 نظام التشغيل: *Operating System (OS)*

تأتي معظم أنظمة الحاسب التي نشتريها كاملة مع مجموعة أساسية من الكيان البرمجي (الحزم البرمجية) *software* يطلق عليها اسم نظام التشغيل. هذا النظام

مسؤول عن الربط منخفض المستوى مع الكيان الصلب للنظام وعن مراقبة تنفيذ البرامج ضمن الحاسب. يمكن لأنظمة التشغيل أن تصنف بعدة طرق مثلاً أنظمة التشغيل ذات المهمة المفردة *single task OS* وهذه الأنظمة تكون قادرة على تنفيذ برنامج واحد في لحظة ما، وأنظمة التشغيل متعددة المهام *multi-tasking OS* وهي التي تكون قادرة على تنفيذ عدة برامج مع بعض وفي تصنيف آخر نقول: نظام تشغيل أحادي المستخدم *single user OS* ونظام تشغيل متعدد المستخدمين *multi-users OS* وهو الذي يسمح ويميز بين عدة مستخدمين للنظام.

الوظائف الأساسية لأنظمة التشغيل هي:

- التحكم منخفض المستوى بالكيان الصلب.
- السماح بالاشتراك في الذاكرة وبشكل آمن من قبل عدة برامج.
- جدولة تنفيذ المهام المختلفة في نظام التشغيل متعدد المهام فقط.
- تسهيل عملية الاتصال مع الشبكة.

تُصمّم بعض أنظمة التشغيل كي تعمل على كيان مادي مُحدّد؛ بينما يكون بعضها الآخر قادراً على العمل في مجال عريض من المُعالِجات وبتشكيلات حاسب مختلفة. يصطلح على تسمية الأخير بنظام التشغيل المحمول *Portable OS*.