1.3 مقدمة: *Introduction*

من المهم قبل البدء في هذا الفصل، من المهم إيضاح بعض مختصرات الأعداد ومعانيها ورموزها الشائعة والمستخدمة في نظام الحاسب. بالطبع سينشأ بعد قراءة هذا الجدول السؤال التالي: هل ستصغر الأبعاد أكثر من ذلك؛ أم أنها ستقف عند حدٍ معين؟ الإجابة على هذا السؤال ليست سهلة ولا يمكن القطع بها حالياً وكلّ المؤشرات تُبيّن أنّها ماضية قدما وبنفس الوتيرة. يُبيّن الجدول التالي بعض مختصرات الأعداد ومعانيها ورموزها الشائعة المستخدمة في أنظمة ومصطلحات الحاسب:

السابقة	المختصر	المعنى	القيمة العددية
mill	*m*	واحد بالألف	10^{-3}
Micro	μ	واحد بالمليون	10^{-6}
Nano	*n*	واحد بالبليون	10^{-9}
Pico	*p*	واحد بالتريليون	10^{-12}
Femto	*f*	واحد بالكودريليون	10^{-15}
Atta	*a*	واحد بالكوينتليون	10^{-18}
Kilo	*K or k*	ألف	10^{+3} or 2^{10}
Mega	*M*	مليون	10^{+6} or 2^{20}
Giga	*G*	بليون	10^{+9} or 2^{30}
Tera	*T*	تريليون	10^{+12} or 2^{40}
Peta	*P*	كودريليون	10^{+15} or 2^{50}
Exa	*E*	كوينتليون	10^{+18} or 2^{60}

تاريخ أجيال الحاسب: *History of Computer Generations*

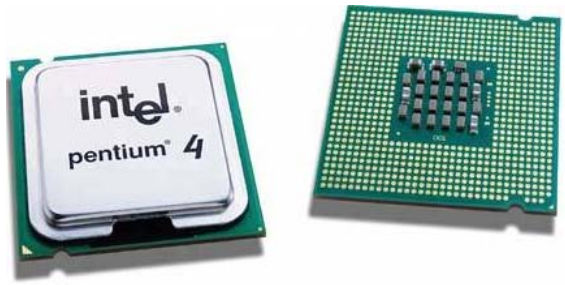
يوضح الجدول التالي تاريخ أجيال الحاسب مع تقنية كل جيل وبنيته والتطبيقات والأنظمة التي رافقته:

الجيل	التقنية والبنية	الكيان البرمجي والتطبيقات	أمثلة
الأول (1954-1945)	الصمامات المفرغة وذواكر المرحِّلة. تقاد الـ *CPU* بالـ *PC* والمراكم والعمليات الرياضية ذات الفاصلة الثابتة.	لغتي الآلة والأسمبلي (التجميعية)، أحادية المستخدم، لا توجد آلية لربط البرامج الفرعية.	*ENIAC, Princeton IAS, IBM 701*
الثاني (1964-1955)	ترانزيستورات مفردة، وذواكر القلب *core memories*، تنفذ عمليات الفاصلة العائمة، لها معالجات للإدخال والإخراج.	لغات عالية المستوى تستخدم المترجمات، ذات مكتبات برامج فرعية، لها وحدات إظهار دفعية.	*IBM 7090, CDC 1604, Univac LARC*
الثالث (74-1965)	دارات متكاملة (تقنية *S/MSI*)، البرمجة الميكروية، الأنبوبة، الذاكرة المخبأة، معالجات الاستشراف.	البرمجة المتعددة وأنظمة التشغيل ذات المشاركة الزمنية. تطبيقات تعدد المستخدمين.	*IBM 360/70, CDC 6600, TI-ASC, PDP-8*
الجيل الرابع (1990-1975)	معالجات بتقنية (*LSI/VLSI*) والذواكر نصف الناقلة، وظهور الأنظمة متعددة المعالجات.	ظهور أنظمة التشغيل متعددة المعالجات، واللغات والمترجمات وبيئات المعالجة المتوازية.	*VAX 9000, Cray X-MP, IBM 3090*
الجيل الخامس (1996-1991)	معالجات بتقنية (*VLSI/VHSIC*) والذواكر والمفاتيح، ظهور تقنيات الرزم ذو الكثافة العالية.	تطبيقات ذات تحدٍّ كبير، وذات معالجة تفرعية ضخمة.	*Cray MPP, CM-5, Intel Paragon*
الجيل السادس (الحالي)	ظهور بنى متعددة الأشكال والحجوم وجاهزة للاستخدام، الشبكات عالية السرعة.	المعالجة المتعددة *heterogeneous* وتقنيات تجزئة الرسائل عند إرسالها.	*Gigabit Ethernet, Myrinet*

2.3 وحدة المعالجة المركزية: *Central Processing Unit*

وحدة المعالجة المركزية *central processing unit CPU* هي الوحدة المسؤولة عن تنفيذ قوائم التعليمات (البرامج) المخزّنة في الذاكرة. تقرأ (تجلب) *fetch* هذه الوحدة كل تعليمة من الذاكرة وتترجم ما يجب أن تقوم به هذه التعليمة (فك التشفير *decode*) ومن ثم، وبعد قراءة بيانات إضافية محتملة تُنفّذ التعليمة *(execution)*. في أنظمة الحاسب الأولى كانت تبنى وحدة *CPU* من عدد من كروت الدارة المتصلة فيما

بينها، لكن في أنظمة الحاسب الحديثة فإن هذه الوحدة تصنّع على كسرة *chip* واحدة تُدعى المعالج الصِّغري *microprocessor*. يستخدم هذا الاسم (المعالج الصِّغري) كبديل لاسم وحدة المعالجة المركزية *CPU*.



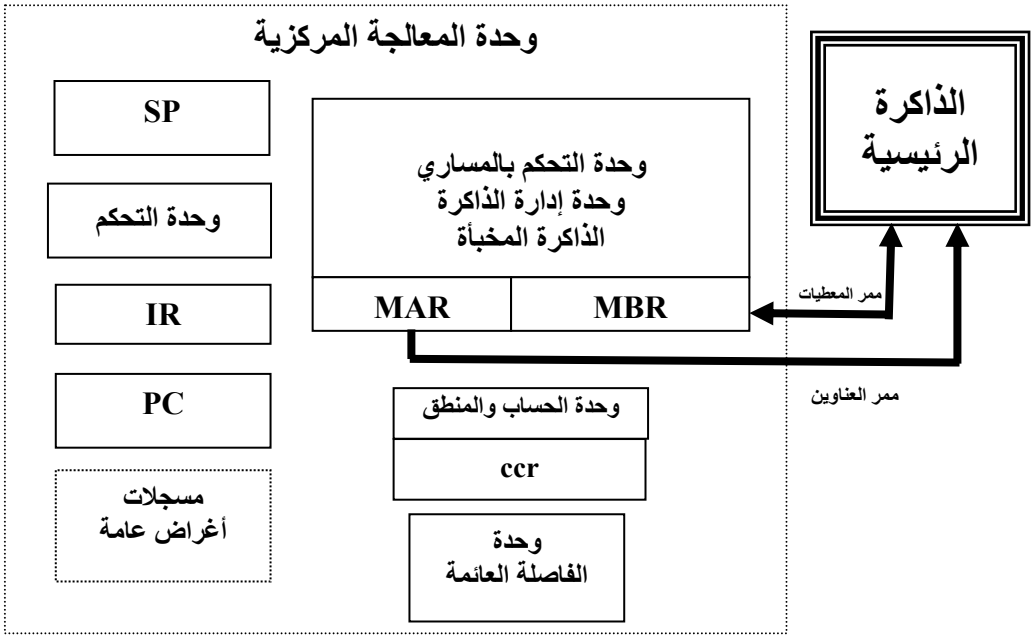
المعالج *Intel Pentium 4*

المعالج *Intel Pentium D dual-core*

المعالج *Intel Xeon, 2 GHz*

3.3 مكونات وحدة المعالجة المركزية: *CPU Components*

يُبيّن الشكل المبسّط التالي مكونات وحدة المعالجة المركزيّة بشكل عام؛ إلا أنّ هذه المكونات تختلف كثيراً من معالج لآخر وتبعاً للتقنية المستخدمة:



المخطط الصندوقي لوحدة المعالجة المركزية

تحتوي هذه الوحدة والمحاطة بالإطار المنقط على عدد من مسجلات الأغراض الخاصة *special purpose registers* مثل مسجل مؤشّر المكدس *SP* ومسجل التعليمة *IR* وعداد البرنامج *PC* ومسجل التحكم الشرطي *CCR* وغيرها، بالإضافة إلى مجموعة من مسجلات الأغراض العامة والمتاحة بسهولة للمبرمج. أيضاً هناك وحدة الحساب والمنطق *ALU* والتي تنفذ العمليات الحسابية والمنطقية ووحدة التحكم بالمسرى ووحدة إدارة الذاكرة وأيضاً الذاكرة المخبأة (السريَّة) وغيرها، ولنتناول بإيجاز كل من هذه الوحدات.

1.3.3 وحدة التحكم: *Control Unit*

تعتبر هذه الوحدة المركز العصبي *nervous center* للحاسب، حيث ترسل إشارات التحكم إلى كل الوحدات الأخرى ضمن النظام. تحتوي معظم وحدات المعالجة المركزية *CPUs* وحدة معالجة الأعداد ذات الفاصلة العائمة، كما أنّ هناك وحدات تحتوي على أكثر من وحدة حساب ومنطق كي تسمح بمعالجة أكثر من عملية حسابية في لحظة ما.

2.3.3 المسجلات الداخلية: *Internal Registers*

يتكون البرنامج من سلسلة من التعليمات المخزّنة في الذاكرة الرئيسة للحاسب، ولتنفيذ هذا البرنامج تقوم وحدة *CPU* بجلب التعليمات واحدة تلو الأخرى وتنظّم الأفعال الواجب تنفيذها. تُجلب التعليمات من مواقع متتالية ما لم يتم تنفيذ تعليمة تفرّع أو قفز. تدعم المسجلات الداخلية هذه العمليات، وتساعد في حفظ التعليمات عند جلبها وأثناء تنفيذها. هناك أيضاً عدداً من المسجلات الخاصة تستخدم عادة ضمن الـ *CPU* عند تنفيذ برنامج ما لكل منها وظيفة محدّدة.

3.3.3 وحدة الحساب والمنطق: *Arithmetic Logic Unit*

تعتبر هذه الوحدة جزءاً مهماً من الـ *CPU* حيث تُنفّذ فيها كافة العمليات المنطقية والرياضية. وتتكون من دارات رقمية معقدة البعض منها ذو وظيفة محددة (مثل الجوامع) والبعض منها ذو أغراض عامة مثل مسجلات الإزاحة.

العمليات النموذجية التي تقدمها وحدة الحساب والمنطق *ALU* هي:

- العمليات الرياضية مثل الجمع *add*، والطرح *subtract* والضرب *multiply* والقسمة *divide*.
- العمليات المنطقية وعمليات المقارنة مثل عملية الإتمام (النفي) *NOT*، *AND*، *OR*، *exclusive OR*.

تنفذ وحدة *ALU* بشكل عام العمليات الحسابية على الأعداد الصحيحة فقط (لباقي الأنواع الأخرى من الأعداد وحدات خاصة). تنفذ عمليات الجمع باستخدام دارات الجمع الموجودة كما يتم الطرح بأخذ المتمم الثنائي للمطروح ثم إضافته بدارة الجامع إلى المطروح منه.

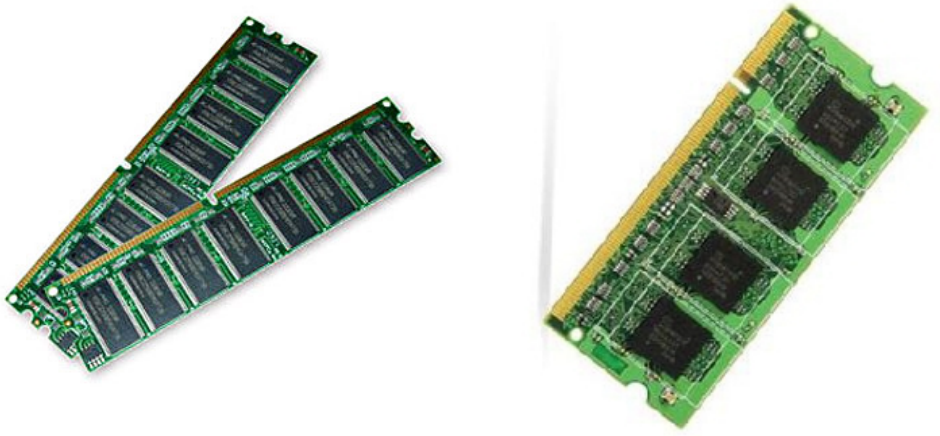
4.3 الذاكرة الأولية: *Primary Memory*

تُستخدم ذاكرة الحاسب لتخزين تعليمات البرنامج الجاري تنفيذه عن طريق وحدة المعالجة المركزية كما أنها تقدم خزان لبيانات البرنامج العامل. يشرح هذا الجزء الأنواع الرئيسة للذواكر المستخدمة في نظام الحاسب، وكذلك التقنيات الرئيسة المستخدمة فيها. إنّ أنظمة الذواكر الحديثة لا تُقدّم خزان كبير وسريع للبرامج فقط؛ لكنها تقدّم العديد من الوظائف مثل وظائف الحماية والسرية وغيرها.

1.4.3 أنواع الذواكر: *Types of Memories*

تقسم الذواكر إلى نوعين رئيسين: الأول هو ذاكرة القراءة فقط *read only memory (ROM)* وفيها تُخزّن البيانات بشكل دائم، والنوع الآخر هو ذاكرة الدخول (الوصول) العشوائي *random access memory (RAM)*، وهي تسمح بتعديل البيانات في أية لحظة زمنية. لا تفقد ذاكرة *ROM* محتوياتها عند قطع التغذية الكهربائية عنها (غير متطايرة *non-volatile*) ولهذا السبب فإنّها تُستخدم لتخزين البرامج التي يستخدمها نظام الحاسب عند بدء تشغيله. هناك عدة أنظمة تكون فيها عملية تخزين البيانات على قرص طريقة غير عمليّة، منها التلفون المحمول أو الغسالة الآلية ولذا تخزن برامجها في كسرات *ROM*. ذاكرة *RAM* على الجهة الأخرى تفقد محتوياتها عند قطع التغذية عنها (ذاكرة متطايرة *volatile memory*). يتم تحميل تعليمات البرنامج وبياناته من خزان الملف إلى ذاكرة *RAM* قبل تنفيذها بالمعالج.

لأهمية هذا النوع من الذواكر وسرعة أدائه وكبر حجمه مقارنة مع ذواكر القراءة فقط فإنّه يُصنع على شكل كروت إلكترونية تضم العديد من الكسرات، والتي قد تكون متوضّعة من على الجانبين كما هو مُبيّن بالشكل التالي:



DDR Computer Memory Ram (DDR-512) DDR Computer Memory Ram (DDR-256)

صور لبعض ذاكرات RAM مع مواصفاتها

2.4.3 تقنيات الذواكر: *Memory Technologies*

هناك عدة تقنيات متاحة لذواكر *ROM* و *RAM* كلاً منها له مميزاته الفريدة. نستعرض في هذا الجزء الأنواع المختلفة للذواكر بإيجاز.

3.4.3 أنواع ذاكرة *ROM*: *Types of ROM*

أنواع هذه الذاكرة الرئيسية هي:

ذاكرة *ROM* الأساسيّة: *Basic ROM Memory*

تُخزّن ذاكرة *ROM* الأساسية المعلومات أثناء تصنيع الكسرة *chip*، حيث تتصل كل خانة ذاكرة في الكسرة مع المنطق *1* أو المنطق *0* اعتماداً على عينة البيانات المطلوبة.

ذاكرة القراءة فقط القابلة للبرمجة:

Programmable Read Only Memory PROM

تأتي ذواكر *PROM* فارغة *supplied empty* ويمكن أن تبرمج البيانات فيها بإذابة منصهرات (فيوزات) *blowing fuses* داخلية. لذا يمكنها تسجيل المعلومات لمرة واحدة فقط، ممّا أدى إلى تسميتها باسم *Write Once Read Many (WORM)*، أي اكتب لمرة واقرأ عدة مرات. يحتاج هذا النوع جهاز برمجة خاص يدعى *PROM burner*.

ذاكرة القراءة فقط القابلة للبرمجة والمسح:

Erasable Programmable ROM EPROM

تبنى علبة الكسرة *chip* بنافذة زجاجية على الجهة العلوية وفي هذا النوع من الذواكر يمكن أن تبرمج البيانات إلى الكسرة كهربائياً، وأن تمسح بتعريض الشريحة لأشعة فوق بنفسجية ذات مواصفات محددة لمدة حوالي *10* دقائق. كسرات *EPROM* شائعة جداً في التطبيقات الدفينة *embedded applications* ويمكن التعرف عليها باللافتة الورقية التي تلصق على النافذة الزجاجية أثناء الاستعمال العادي (بعد البرمجة). جدير بالذكر ملاحظة أن ضوء الأشعة فوق البنفسجية *ultraviolet light* القادم من الشمس قد يتسبب في ضياع معلومات هذه الذاكرة. تصنع علبة الشريحة بنافذة زجاجية على الجهة العلوية كي تسمح بنفاذ الأشعة إلى الكسرة ذاتها، وذلك عند

الحاجة لمسح محتوياتها. إذاً هذه الذاكرة تحتاج لجهاز برمجة خاص عند برمجتها، ولجهاز أشعة فوق بنفسجيّة لمسح محتوياتها.

ذاكرة القراءة فقط القابلة للبرمجة والمسح كهربائياً:

Electrical Erasable Programmable ROM EEPROM

تشبه ذاكرة *EPROM* لكن يمكن مسح البيانات باستخدام إشارة كهربائية بدلا من الإشارة الضوئية تحت البنفسجيّة. ممّا يسمح بأن تعدل هذه المحتويات والنظام في حالة عمل، ودون نزع الكسرة من مكانها. أحد تطبيقات هذه الذاكرة هو تخزين البيانات غير المتطايرة *non-volatile* لتطبيق دفين *embedded application*، مثل فهرس (دليل) الهاتف في الجوَّال *mobile phone*.

الذاكرة الومضيّة: *Flash Memory*

هي نفس ذواكر *EEPROM* لكن لها ميزة هي أن البيانات يمكن أن تكتب على شكل صناديق *blocks* بدلاً من كتابة بايت بايت، وهذا ما يجعلها أسرع من حيث الكتابة والمسح حيث يتم فيها مسح صناديق كاملة من البيانات، وليست خانة خانة.

4.4.3 أنواع ذاكرة *RAM*: *Types of RAM*

تصنف تقنيات *RAM* في مجموعتين اعتماداً على كيفية تخزين البيانات ضمن الكسرة. في ذاكرة *RAM* الساكنة *static*، أو ما تعرف بـ *SRAM* تخزن كل خانة بيانات في قلاب *Flip-Flop*. هذا النوع من الذاكرة سريع جداً وأزمنة الوصول *access times* فيه تصل إلى *5nsec*. لكنَّ له عدة عيوب *drawbacks* فهو غالٍ نسبياً ولأنّ كل خانة تتطلب دارة قلاب كامل فإن سعة الكسرة تعتبر محدودة مقارنة مع نظيرتها *DRAM*. يُستخدم هذا النوع من الذواكر لتشكيل الذاكرة المخبأة في الحاسب والتي توضع ضمن المعالج نفسه.

تخزن كل خانة بيانات في الذاكرة *dynamic RAM (DRAM)* كشحنة على ترانزيستور خاص يدعى *FET* (ترانزيستور تأثير الحقل*field effect transistor*). لأن ترانزيستور واحد فقط يكفي لتخزين الخانة فإنّ هذا يعطي ذاكرة ذات كثافة تخزين مرتفعة جداً. في هذا النوع من الذواكر يمكن أن تضيع *leak away* الشحنة المستخدمة في تخزين المعلومات لذا فإن الكسرة بحاجة إلى إنعاش *refreshing* وضمن فترت محددة تتراوح ما بين *2- 4ms*، وهذا يتطلب مجموعة دارات إضافية توضع

ضمن الكسرة. ذاكرة *DRAM* أبطأ بكثير من ذاكرة *SRAM* حيث تبلغ أزمنة الولوج لهذا النوع من الذاكرات حوالي *50nsec*.

5.4.3 الذاكرة الافتراضية: *Virtual Memory*

في نظام الذاكرة الافتراضية، يتم معاملة إن الذاكرة الرئيسية وجزء من وحدة التخزين الثانوية (القرص الصلب) كفضاء ذاكرة قابل للعنونة كبير يدعى افتراضي *virtual*. بسبب أن هذا الفضاء أكبر من الذاكرة الرئيسة الفعلية الموجودة في النظام؛ فإنه يسمح بتحميل البرامج والبيانات الأكبر بكثير من سعة الذاكرة الفيزيائية الفعلية في الذاكرة الافتراضيّة.

5.3 المحيطيات: *Peripherals*

درسنا في الفصل الأول نموذجا لنظام الحاسب الذي يستقبل البيانات ثم يعالجها ثم يخرج نتيجة ما. تُعرف أجزاء الحاسب التي تقوم بنقل البيانات من وإلى العالم الخارجي بالأجهزة المحيطية، ويمكن أن تصنّف كالتالي:

1- أجهزة الإدخال *Input devices*: تستخدم لنقل المعلومات إلى الحاسب؛
2- أجهزة الإخراج *Output devices*: تستخدم لنقل المعلومات من الحاسب إلى العالم الخارجي؛
3- أجهزة الإدخال/الإخراج *Input/Output devices*: وتستخدم لإدخال وإخراج المعلومات إلى أو من النظام.

هناك نوع خاص من محيطيات الإدخال/إخراج تدعى عناصر التخزين وتستخدم لتخزين واسترداد البيانات.

1.5.3 محيطيات الإدخال: *Input Peripherals*

الهدف من عنصر الإدخال هو نقل البيانات من العالم الخارجي *outside world* إلى الحاسب. لأنّ الحاسب يُخزّن المعلومات داخلياً بشكل رقمي (عددي) وهو ما يعرف بالثنائي والبيانات الخارجية *external data* هي عادة بشكل تشابهي فيجب أن نقوم بتحويلها لتناسب طبيعة هذا الجهاز. قد تكون البيانات الخارجية نص من لوحة المفاتيح وقد تكون رسوم بيانية ممسوحة من وثيقة أو مستويات جهد مأخوذة من حساسات ولواقط *transducers* وغيرها. ولنستعرض أهم محيطيات الإدخال.

2.5.3 لوحات المفاتيح: *Keyboards*

تُستخدم لوحات المفاتيح في إدخال النصوص، وهي تتبع المعيار *QWERTY* المستخدم بالأساس في الآلة الكاتبة. سبب تسميته بهذا الاسم هو وقوع مجموعة هذه الحروف على صف واحد من صفوف لوحة المفاتيح (الصف الأول) والشكل التالي يبين لوحة *QWERTY* المعيارية ويبين أيضاً لوحة مفاتيح تم تصميمها بغية تسهيل عملية استخدامها حيث أنّ محيطها يتبع شكلاً يلائم حركة اليد وسهولة وصول الأصابع إلى المفاتيح هذه اللوحة تدعى ذات التصميم *ergonomic design*.

Microsoft Multimedia Keyboards

Silver And Black Standard 107 Keyboard
Features:
1) Colors available: Black, white
2) 107 keys are printed by laser, never fade
3) PS/2
4) Waterproof
5) Plastic bottom
6) Thin and light weight

Standard 107 Keyboard With Laser Printed Keys(SK-401)
Features:
1) Colors available: Black, white
2) 107, 108, 109 keys available
3) PS / 2, USB available
4) Waterproof
5) Plastic bottom
6) Thin and lightweight
7) Laser print...

صور لبعض لوحات المفاتيح مع مواصفاتها

هناك تصاميم ومخططات بديلة للوحة المفاتيح *QWERTY* منها *Dvorak*، الهدف منها تسريع عملية الطباعة وتحرير النصوص لكنها ليست مستخدمة على نطاق واسع حتى الآن. ترسل لوحة المفاتيح البيانات إلى نظام الحاسب باستخدام شيفرة *ASCII*.

اللوحات المسماة *Keypads* هي لوحات مفاتيح لأجهزة خاصة مثل الهاتف المحمول (والذي بالطبع هو نوع خاص من نظام الحاسب)، وقد صممت بشكل عام بحيث تناسب هدف التطبيق المصنوعة من أجله، كما يراعى في تصميمها ظروف العمل القاسية والصعبة مثل درجات الحرارة العالية والرطوبة والغبار والاهتزاز ...الخ، وضمن أجواء المصانع.

3.5.3 الفئران وعناصر التأشير وشاشات اللمس:

Mice, Pointing Devices and Touch Screens

تُستخدم هذه الأجهزة للاتصال مع واجهات المستخدم الرسومية *graphics user interface* أو أيّ مهام أخرى يكون المطلوب فيها إدخال الموضع (الموقع) ثنائي البعد. للفئران عدة أشكال وأنواع منها ما يَستخدم كرة صغيرة ضمن غلاف بلاستيكي. عندما تتحرك الفأرة على سطح ما تدور *roll* الكرة وتدور معها اسطوانتان *tow rollers* تكتشفان المكونات الأفقية والعموديّة لحركة الكرة.

للفأرة أيضاً عددا من الأزار تسمح للمستخدم بتفعيل مكونات مختلفة ضمن وسيط المستخدم البياني *GUI* (والذي هو غالباً *windows*). الشائع أن تملك الفئران زران أو ثلاثة.

الفأرة الضوئية: *Optical Mouse*

عبارة عن نوع آخر للفأرة بدأ ينتشر كثيراً في هذه الأيام. تستخدم هذه الفأرة نظاماً ضوئياً يتكون من *LED* وكاميرا صغيرة جداً تلتقط صورة للسطح عدة مرات في الثانية. ترسل الكاميرا النتيجة إلى المعالج الذي يفسّر (يترجم) التغير في الصورة ويحسب حركة الفأرة. يمكن استخدام هذه الفأرة على أي سطح يعكس الضوء وغير مستمر *discontinuous*. كما أنها تمتاز بأنَّها خالية من المكونات المتحركة والتي قد تتآكل أو تمتلئ بالغبار بمرور الزمن.

فأرة عادية

فأرة ضوئية ***optical mouse***

فأرة ***Microsoft*** عادية مع كرة تتبع

فأرة ***Microsoft*** ضوئية مع كرة تتبع

لوحات اللمس وطاولات الرسم: *Touch Pads and Drawing Tablets*

من عناصر التأشير المستخدمة بشكل شائع لوحات اللمس *touch pads*. هذه اللوحات حساسة للضغط *pressure sensitive* ويمكن أن تكتشف حركة الإصبع أو أي مؤشر آخر عبر سطحها. تعتبر هذه اللوحات خياراً جيداً ومناسباً لأجهزة الحاسب المحمولة والتي يمكن أن تستخدم في مكان يتعذر فيه إيجاد سطح مستو مناسب للفأرة التقليدية. طاولة الرسم *drawing tablet* هي عبارة عن لوحة لمس بحجم أكبر ودقة أعلى تستخدم كي تسمح للرسم الدقيق على الحاسب كما لو كان المستخدم يرسم على الورق.

لوحة لمس

طاولة رسم

4.5.3 المواسح الضوئية: *Scanners*

تستخدم المواسح الضوئية لإدخال المستندات التي يمكن أن تتكون من رسوم أو نصوص (أو مزيج منهما) إلى نظام الحاسب. يوضع المستند على سطح زجاجي ثم يتحرك ذراع *arm* يحتوي على منبع ضوئي ونظام بصري *system of optics* تحت الزجاج بعدها يلتقط الانعكاس من الصفحة المطبوعة بواسطة سلسلة من المرايا.

Epson Perfection 4990 Photo Scanner

HPScanjet 7650 Flatbed Scanner

صور مواسح ضوئية واحد من شركة *HP*، والآخر من شركة *Epson*

بعدئذٍ يتم فصل الصورة إلى ثلاثة أجزاء (باستخدام فواصل الشعاع)، كل جزء منها يمر عبر عدسات تقوم بتركيز الصورة وأخيراً تمرر هذه الأجزاء عبر مرشحات لكل مكون من مكونات الضوء (الأحمر– الأخضر–الأزرق) قبل أن تلتقط بمصفوفة العناصر المقترنة (المترابطة) بالشحنة *charge coupled devices array (CCD)*.

عندما يتحرك الذراع عبر الوثيقة تقرأ الصورة كسلسلة من الخطوط الأفقية، كلاً منها يتكون من عدد من النقط *dots*. العدد الكلي للخطوط وعدد النقط بالخط الواحد تحدد دقة *resolution* الماسح. وكلما زادت الدقة كلما حصلنا على نسخة أقرب ما تكون للأصل.

5.5.3 محيطيات الإخراج: *Output Peripherals*

تسمح وحدات الإخراج لنظام الحاسب بأن يخرِج البيانات إلى المستخدم على شكل نسخة صلبة *hardcopy* (مثل الورق) أو على وحدة إظهار بيانية (بوحدة إظهار مرئية *VDU*). يمكن أن تعمل وحدات الإخراج بنمط السطر فقط (مثل الطابعة السطريّة *line printer*) لكن هذا ليس شائعاً هذه الأيام. نوع آخر من عناصر الإخراج هو نظام الصوت *sound system* وهو ما يعرف بإخراج الصوت *audio output*.

تأتي الطابعات بأشكال مختلفة، منها الطابعات الصدمية *impact printers* وفيها يضرب الرأس على شريط مشبع بالحبر فينقل الصورة إلى الورقة (مشابه تماماً للآلة الكاتبة). يمكن تصنيف الطابعات الصدمية في مجموعتين، طابعات المحرف والتي تطبع النص حرفاً حرفاً وطابعات السطر والتي تطبع سطراً كاملاً من النص دفعة واحدة ولهذا فهي أسرع من سابقتها. الطابعات الصدميّة ذات ضجيج *noisy* وهذا ما قد يسبب بعض المشاكل في أجواء المكاتب.

ومنها الطابعات غير الصدميِّة *non-impact printers* حيث تنقل الحبر إلى الورقة دون استخدام شريط *ribbon*. ولها تقنيتان شائعتا الاستخدام هما الليزرية *laser* والنافثة للحبر *ink jet*.

تسمح وحدات العرض المرئية *video display units* للمستخدم برؤية النص وغيره، وآلياتها تشبه تلك المستخدمة في جهاز التلفزيون *television* ونقصد بذلك أنبوب الأشعة المهبطية ووحدة الإظهار بالبلورة السائلة.

1.5.5.3 طابعات السطر: *Line Printers*

طابعات السطر هي أحد أنواع الطابعات الصدميّة حيث تطبع سطراً كاملاً من المحارف دفعة واحدة. البعض منها قد لا يدير سطراً كاملاً من النص بشكل آني لكنه يستطيع التحكم بعدة محارف في لحظة ما. هناك ثلاثة أنواع من طابعات السطر هي ذات الحزمة *band*، وذات السلسلة *chain*، وذات الأسطوانة أو العلبة *barrel*.

طابعات السطر مثالية لطباعة الكميات الكبيرة من النصوص فقط *text only applications* مثل طباعة الفواتير. أهم سيئة لهذه الطابعات هي عدم مقدرتها على إعطاء صور معقدة وعدم إمكانيتها في طباعة تصلح للعرض والمحاضرات العامة.

طابعتان سطريتان

2.5.5.3 طابعات مصفوفة النقطة: *Dot Matrix Printers*

تستخدم هذه الطابعات صفاً من الدبابيس *row of pins* تؤثّر على الورقة لتعطي الصورة كسلسلة من النقط.

طابعات مصفوفة النقطة يمكنها طباعة الرسوم والنصوص لكنها تعتبر بطيئة و ذات ضجيج إلى حدٍ ما، لذا فقد استبدلت بتقنيات أفضل مثل الطابعات النافثة للحبر.

طابعتا مصفوفة نقطة

3.5.5.3 الطابعات النافثة للحبر: *Ink Jet Printers*

طُورت بالأساس في الستينات من القرن الماضي على يد الدكتور *Dr. Sweet* في جامعة *Stanford*. لهذه الطابعات رأس خاص ينفث الحبر على الورق وقد حلت عموماً محّل معظم التقنيات الأخرى في أغراض الطباعة العامة منخفضة التكلفة. كما تمتاز بجودة الطباعة العالية والسعر المنخفض وتطبع الملون أو الأبيض والأسود لكن عيبها الرئيسي هو أنها بطيئة نسبياً. لهذه الطابعات عدة أنواع منها:

- الطابعة الناقثة للحبر الأساسية *original ink jet printer*.
- الطابعة نقطة عند الطلب *drop on demand*.

طابعتان نافثتان للحبر

4.5.5.3 الطابعات الليزرية: *Laser Printers*

تَستخدم تقنية الطباعة الليزرية آلية مشابهة للناسخة الضوئية *photocopier*. طابعات الليزر غالية لكن دقتها وجودة طباعتها مرتفعة وأسعارها تنخفض يوماً بعد يوم، وهي أسرع من الطابعات النافثة للحبر. تصل سرعة الطباعة في الحواسب الشخصية الصغيرة إلى *14* صفحة في الدقيقة (*ppm*) وفي مراكز الطباعة قد تصل السرعة إلى *45 ppm* وفي مراكز البيانات تصل إلى*200 ppm* أو أكثر.

HP Color LaserJet 4550 Refurbished Color Laser Printer, 600 x 600 dpi, 16 ppm Black and 4 ppm Color, 64 MB RAM, 400 Sheet Input Capacity, Connects Via Parallel (Requires a C connector), Mac and PC Compatible

HPLaser Printer, 1200 x 1200 dpi, 33 ppm, 80 MB RAM, 1100 Sheet Input

Capacity, Duplex Unit,
Laser Printer, 1200 x 1200 dpi, 19 ppm, 8 MB RAM, 260 Sheet Input Capacity, Connects Via USB and Fast Ethernet, PC and Mac Compatible

صور لبعض الطابعات اليزريّة مع مواصفاتها

5.5.5.3 وحدات الإظهار المرئية: *Visual Display Units (VDUs)*

تُستخدم هذه الوحدات لإظهار النصوص والرسوم والأشكال والأفلام لمستخدم نظام الحاسب. هناك تقنيتان مستخدمتان الآن هما: صمام الأشعة المهبطية *CRT cathode ray tube* والإظهار بالبلورة السائلة *LCD liquid crystal display*، تعتبر الأولى تقنية أرخص وقد بلغت مرحلة النضج لأنّها استخدمت في التلفزيونات منذ نشأتها بينما تمتاز الثانية (*LCD*) بأنّها تستهلك طاقة أقل بكثير وهي محكمة أكثر (حجم الشاشة أصغر بالبعد الثالث) ولهذا السبب فإنها تستخدم في الحواسب المحمولة وقد أصبحت متاحة للحواسب العامة لكنها ما تزال أكثر كلفة من سابقتها (*CRT*).

تُدعى الوحدة الأصغر القابلة للعنونة لوحدة الإظهار على الشاشة بيكسل *pixel*.

ملاحظة: بالنسبة للشاشة الملونة تتكون كل بيكسل *picture cell* من ثلاثة نقط على الشاشة، تمثل كل نقطة أحد الألوان الأساسية الثلاثة (أحمر، أخضر، أزرق).

وحدات الإظهار المرئية ذات صمام الأشعة المهبطية *CRT VDUs*:

Cathode Ray Tube Video Display Units

تصدر وحدات *CRT* حزمة *beam* (شعاعاً) من جزيئات صغيرة للغاية هي الإلكترونات تتجه نحو شاشة مغطاة بالفوسفور. عندما يضرب الإلكترون الفوسفور فإنه يحرضه ويجعله مشعاً للضوء. في وحدات الإظهار الملونة هناك ثلاثة أنواع من الفوسفور تشع الألوان هي الأحمر والأخضر والأزرق. يعطي مزج كميات مختلفة من هذه الألوان الثلاثة الأساسية الطيف الكلي للضوء المرئي. مثلاً خرج كميات متساوية من الأحمر والأخضر تعطي اللون الأصفر.

شاشة *Samsung 19"* نوع *CRT*

شاشة نوع *CRT* من الداخل

شاشات الإظهار بالبلورة السائلة: *Liquid Crystal Displays (LCD)*

لا تستخدم تقنية *LCD* حزمة (شعاع) الكترونية لكنها تعتمد على خصائص محددة لمادة تدعى البلورة السائلة التي تغير خواص نقلها الضوئية (بشكل خاص اتجاه استقطابها للضوء) عندما تتعرض لحقل كهربائي. تستهلك وحدات الإظهار *LCD* طاقة أقل بكثير وهي ذات حجم أصغر بكثير من شاشات *CRT* ولذا فهي شائعة في الحواسب المحمولة، ولكنّها أغلى من شاشات *CRT*.

شاشتان *LCD*

6.5.5.3 محيطيات الإدخال/الإخراج: *Input/Output Peripherals*

تستخدم هذه الوحدات في عمليات إدخال وإخراج البيانات إلى نظام الحاسب. النوعان الأكثر شيوعاً لهذه الوحدات والمستخدمة كثيرا اليوم هما معدات الاتصال *communication equipments* والحساسات (اللواقط) *transducers*.

1.6.5.5.3 معدّات الاتصالات: *Communications Equipment*

تسمح هذه المعدّات لأنظمة الحاسب بأن تتصل فيما بينها، وسنشرحها باختصار.

المودیم: *Modulator/ Demodulator Modem*

يحول المودیم الإشارات الرقمية التي يخرجها الحاسب إلى إشارات تشابهية يمكن إرسالها عبر خطوط الهاتف كما يحول الإشارات التشابهية الواردة على خطوط الهاتف إلى إشارات رقمية يمكن للحاسب معالجتها. الاستخدام الشائع جداً للمودم هو السماح للمستخدمين بتوصيل حواسبهم إلى الانترنت، كما يسمح للحواسب بأن تتصل عبر الشبكات اللاسلكية أيضاً.

ADC Megabit Modem 702G2
ADC Megabit Modem 702G2 - Router - DSL - EN, ATM, Fast EN

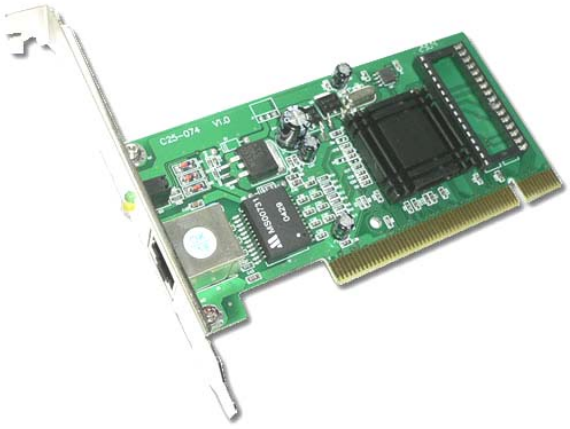
صورة لمودم خارجي مع مواصفاته

INT 56K V.92 PCI FAX VMAIL CALLER ID MODEM
Jaton WinCOMM v.92 - Fax / modem - plug-in card - PCI - 56 Kbps - V.90, V.92

صورة لمودم داخلي مع مواصفاته

كرت ربط الشبكة: *Network Interface Card*

يربط هذا الكرت الحاسب مع شبكة صغيرة وسريعة مما يسمح لعناصرها وعقدها بأن تتصل مع بعضها في مؤسسة أو موقع ما، النوع الأكثر انتشاراً لهذه الكروت هو الذي يدعم معيار اثرنت *Ethernet standard*.



RealTek 1000M Lan Card (WS-RTL1000M)

صورة لكرت شبكة

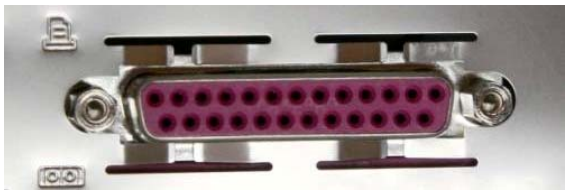
6.5.3 ربط المحيطية: *Peripheral Interfacing*

كل المحيطيات المذكورة في هذا الفصل بحاجة إلى وسيط ربط مع نظام الحاسب كي تعمل بشكل صحيح. هناك خيارات كثيرة لهذا الربط منها المنافذ التفرعية والتسلسلية العامة والخيارات السلكية واللاسلكية وهناك وسائط الربط الخاصة.

1.6.5.3 وسيط الربط الإدخال/ إخراج التسلسلي مقابل التفرعي:

Serial versus Parallel I/O Interface

تنقل وسائط الربط التسلسلية البيانات خانة خانة، يتطلب نقل بايتا كاملا ثمانية نبضات *8 ticks* من نبضات الاتصال. بالمقابل ينقل المنفذ التفرعي عدة خانات بنفس اللحظة وهي عادة ثمانية خانات؛ لهذا السبب فإنّ وسائط الربط التفرعية (ذات نفس المواصفات) أسرع من نظيرتها التسلسلية. على الجهة الأخرى فإنَّ النقل التسلسلي بحاجة إلى زوجين من أسلاك النقل لكل قناة كي تحقق الاتصال مما يجعل هذه الآلية أرخص. مع الزيادة الرهيبة لسرعات النقل التسلسلية فإن هذا النوع من النقل قد تغلب على التفرعي كخيار مناسب جداً لمعظم المحيطيات الحديثة باستثناء القرص الصلب الخارجي والذي يتطلب معدلات نقل بيانات عالية جداً. معظم منافذ النقل التسلسلية الشائعة لمعظم الحواسب تتبع المعيار *RS232* وتستخدم لربط الموديمات الخارجية وطرفيات أخرى إذا كان النظام ذو عدة مستخدمين.



منفذ تفرعي

منفذ تسلسلي

2.6.5.3 منفذ المسرى التسلسلي العمومي *USB*: *Universal Serial Bus Port*

هناك نوع آخر من المنافذ التسلسلية ذات الأغراض العامة أصبح شائعاً جداً لمصنعي المحيطيات وعند المستخدمين هو المسرى التسلسلي العمومي أو ما يعرف بـ *USB*. هذا المنفذ يسمح للحاسب بأن يتصل مع المحيطيات بسرعة *12Mbps*. ويمكن لأكثر من

جهاز أن يربط إلى منفذ *USB* واحد بمساعدة ما يعرف بموزع *USB* أو *USB hub* لهذا المنفذ أنواع مختلفة *USB1* و *USB2* وتزداد سرعات نقلها للبيانات يوماً بعد يوم.

منفذا *usb*

3.6.5.3 منفذ سنترونيكس المتوازي: *Centronics Parallel Port*

يستخدم لربط الحواسب الشخصية مع الطابعات لكنه يمكن أن يستخدم لربط طرفيات أخرى مثل سواقات *zip*.

منفذا سنترونيكس

7.5.3 خيارات لاسلكية: *Wireless Options*

تقدم العديد من أنظمة الحاسب منافذ أشعة تحت حمراء تسمح للنظام بأن يتصل مع نظام آخر أو مع جهاز محيطي دون كابل توصيل مباشر. مشكلة الاتصال بالأشعة تحت الحمراء أنها تتطلب خط نظر مباشر بمعنى أن منافذ الأجهزة تحت الحمراء يجب أن تقابل بعضها البعض مباشرة وأن لا يحول بينها عائق. مصنعو الفأرة ولوحة المفاتيح والهاتف الجوال يتزايد اهتمامهم وإنتاجهم بالتقنيات اللاسلكية. لا يستخدم بعض المنتجين الأشعة تحت الحمراء بل يستخدمون الموجات الراديوية في عملية الإرسال والاستقبال. يوضع مستقبل هذه الموجات في منفذ على اللوحة الأم للجهاز ولا تتطلب الموجات الراديوية خطوط نظر مباشرة، لذا فهي تقدم قناة اتصالات أفضل من الأشعة تحت الحمراء.

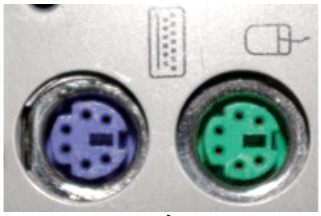
8.5.3 منافذ الفيديو: *Video Ports*

تقدم هذه المنافذ موصلات إلى الشاشة غالباً تحمل إشارات مكونات اللون الأساسية *(RGB)* وإشارة تزامن *synchronous* من أجل عملية المسح العمودي *vertical scan*.

صورة لمنفذ الشاشة

9.5.3 موصلات لوحة المفاتيح: *Keyboard Connectors*

هناك عدة منافذ للوحة المفاتيح نذكر من بينها ما يعرف بالمعيار *IBM PS/2*. وفي هذه الأيام فإنّ أكثر طرق ربط لوحات المفاتيح تتم عن طريق منافذ *USB*.



منفذا *PS2*

10.5.3 شقوق *PCMCIA*: *PCMCIA Slots*

هي وسائط ربط تأتي مع الحواسب المحمولة *laptops* التي تقبل محيطيات بحجم بطاقة الائتمان. تتصل الطرفيات مباشرة مع ذاكرة الحاسب ولذا فهي تنقل البيانات بسرعة عالية جداً. تدعم معظم منافذ *PCMCIA* ميزة التبديل الحار (*hot-swap*) والتي يمكن أن تضاف أو تنزع فيها الطرفيات والجهاز في حالة عمل دون خشية العطب كما هو الحال بالنسبة لمنافذ *USB*.

6.3 وحدات التخزين الثانوية: *Secondary Storage Units*

أدخل في الفصل الأول مفهوم خزان الملف *file storage* كوسيلة لحفظ المعلومات بكميات كبيرة. يُعرف أيضاً باسم الخزّان المساعد *auxiliary storage* أو الخزان الثانوي *secondary storage* حيث يستخدم لحفظ البرامج والبيانات. هناك سببان رئيسان لتخزين البيانات في وحدات التخزين الثانوية بدلاً من الأولية (الذواكر *memories*). الأول هو أن الخزان الأولي يعتبر متطايراً *volatile* أي أن معلوماته تضيع عندما تقطع التغذية عنه. لهذا السبب فإن أيّ بيانات نريد بقاؤها بعد إطفاء الحاسب يجب أن تخّزن في وحدة تخزين ثانوية. وحتى لو تمكنت من ترك التغذية بشكل مستمر للجهاز فإنه سيكون مكلفاً جداً حفظ كميات كبيرة من المعلومات بهذه الطريقة مما يحول دون استخدام هذه الطريقة. السبب الثاني هو أن الخزّان الثانوي أرخص بكثير (بالنسبة لسعر وحدة التخزين) من الخزان الأولي أي أن كلفة تخزين جزء عليه أرخص بكثير من كلفة تخزين نفس الجزء على الخزان الأولي.

يستخدم خزان الملف كوسيلة تخزين مستمرة *on-line storage* بالإضافة إلى ذلك فقد طُوّرت عدة أنظمة لأغراض النسخ الاحتياطية *backup purposes* مما يسمح للبيانات بأن تخّزن وأن تُستعاد في حالة تعطل النظام أو ضياع معلوماته بسبب الحريق أو مهاجمة الفيروسات أو...الخ. الأرشفة *archiving* هي تطبيق آخر لخزان الحاسب ومثالها شركات الإنتاج التلفزيوني التي تحفظ كميات كبيرة لبرامج تم تنفيذها ومواد فيديوية خام كمصدر لأعمال مستقبلية.

الوسائط *media* هي المادة الفعلية المستخدمة لتخزين المعلومات (مثلاً مادة هذا الكتاب هي الحبر والورق). تتضمن وسائط الحاسب المتاحة الوسائط المغناطيسية

(الأقراص والأشرطة *disks and tapes*) والأنظمة الضوئيّة مثل الـ *CDs* وعناصر الحالة الصلبة *solid state devices*. كلاً من عناصر التخزين المستخدمة للقراءة أو الكتابة على هذه الوسائط يجب أن يكون موصلاً *(interfaced)* إلى نظام الحاسب. نوصّف في هذا الفصل الأشكال المختلفة للوسائط المستخدمة بشكل شائع ولتطبيقاتها وآليات ربطها وطرق تنظيم المعلومات في نظام الملف.

7.3 تنظيم الملف: *File Organization*

1.7.3 الصناديق والعناقيد: *Blocks and Clusters*

بما أنَّ الخزان الثانوي يتعامل مع كميات كبيرة من المعلومات ويحتاج لفعل هذا بسرعة- بدلاً من أن يُدخل البيانات بايتا بايتا- فإنَّ معظم العناصر تقرأ وتكتب المعلومات كبايتات متعددة في لحظة واحدة. الوحدة الأصغر من البيانات والتي يمكن أن تكتب إلى (أو تقرأ من) الخزان في كل مرة تدعى صندوقا *block*. تختلف حجوم هذه الصناديق من وسط لآخر مع أنّ قيمة نموذجية لحجم الصندوق على القرص الصلب هي 4 كيلو بايت. هناك أنواعاً متعددة لخزان الملفات الثانوي يسمح للبيانات أن تُخزّن وتستعاد باستخدام عنونة الصناديق *block addressing*. بهذه الطريقة يرقم الصندوق الأول بـ 0 والثاني بـ 1 والثالث بـ 2 وهكذا. يتم في بعض الأحيان جمع الصناديق مع بعضها لتشكّل وحدة أكبر من البيانات تكون أكثر مناسبة لنظام التشغيل الذي يتعامل معها؛ تدعى هذه الوحدات بالعناقيد أو التجمّعات *clusters*.

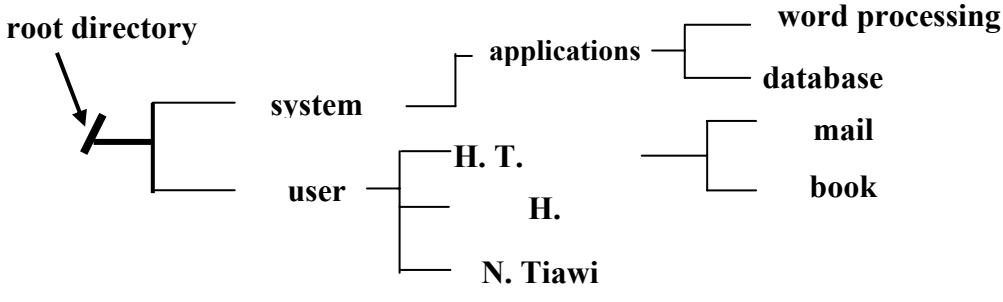
2.7.3 الملفات والفهارس: *Files and Directories*

طالما أنّ كلّ المعلومات في ذاكرة نظام الحاسب تضيع في كل مرة تنقطع فيها التغذية الكهربائية عنه فإنّ كل البرامج الخاصة بالنظام وبالتطبيقات يجب أن تحمّل من وحدة التخزين الثانوية عند التشغيل. هذا يعني أن خزان الملف يجب أن يكون قادراً على تخزين وتنظيم كميات كبيرة من معلومات مختلفة جداً بما فيها بيانات المستخدم والتطبيقات وبرامج النظام.

يرتب نظام التشغيل المعلومات في وحدات التخزين الثانوية على شكل ملفات، يحتوي كل ملف على صندوق مختلف من المعلومات. حجوم هذه الملفات مختلفة ونتعرف عليها باسمها النصي. يمكن للملفات أن تحتوي على أي شيء مثل وثيقة مكتوبة ببرنامج

محرر النصوص *Microsoft word* أو قد تكون ملفات تنفيذيَّة *executable files* ...الخ. لأن عدة آلاف من الملفات يمكن تخزينها فالنظام بحاجة لطريقة يحفظ فيها مسار كل الملفات المتاحة وهذا يتم عن طريق حفظ ملف بيانات خاص يدعى الفهرس (الدليل) *directory*، ويتم تحديث محتويات هذا الملف عند كل تعامل مع وحدة التخزين، يقوم هذا الملف بحفظ قائمة بأسماء الملفات بالإضافة إلى تفاصيل أخرى (تدعى سمات، أو خصائص الملف *file's attributes*) مثل حجم الملف؛ وتاريخ إنشائه؛ ومالك الملف ... الخ، والأكثر أهميّة من كل هذه الأمور هو مكان وجوده على وسائط التخزين (في أيّ الصناديق). يقوم الفهرس بتنظيم ملفاته بشكل مشابه لطريقة ملء مكتبة تحتوي على ملفات ورقية ونقدّم تفاصيل حولها على الجهة الخارجية للأدراج.

بما أنّ الفهرس هو ملف من نوع خاص فإنّ له نفس المميزات: اسم ملف، حجم، ...الخ، ولذا فيمكن أن يكون محتوى في فهرس آخر. الفهرس المحتوى يدعى فهرسا فرعيا. يمكن أيضاً أن يحتوي على فهارس فرعية خاصة به والتي بدورها قد تحتوي على فهارس فرعية خاصة بها أيضاً...الخ. بنية الفهرس الكامل تُشكّل شجرة بفهرس واحد في جذرها *root* يدعى الفهرس الجذر (الرئيسي) *root directory* وهو غير محتوى في أي فهرس آخر لكنه يكون مخزناً في مكان خاص حيث يستطيع نظام التشغيل أن يجده. يبين الشكل التالي مثالاً عن آلية تنظيم الملفات في شجرة الفهرس *directory tree*. هذا التركيب الكامل للملفات والفهارس يدعى نظام الملف *file system* ويسمح للملفات أن تكون منظّمة في بنية مناسبة اعتماداً على متطلبات المستخدم.



شجرة فهرس

3.7.3 بنية نظام الملف: *File System Structure*

لأنّ كل صندوق *block* على وسائط التخزين قد يكون مستخدماً لتخزين ملف (محجوز أو مخصّص *allocated*) أو فارغ يمكن استخدامه فإن هذه المعلومة (مشغول أو فارغ) يجب حفظها. الجدول الذي يخزن هذه المعلومة له أسماء وأشكال مختلفة بناءً على نظام التشغيل المستخدَم، حيث يُدعى بجدول تخصيص الصندوق *block allocation table* في نظام التشغيل ماكينتوش *Macintosh* وبجدول تخصيص الملف *FAT file allocation table* في نظام النوافذ *Windows*، و يُدعى جدول العقدة *I-node table*، في نظام *UNIX* و*Linux*.

ملاحظـــة: تدعم أنظمة *Windows NT*، *Windows 2000*، و *Windows XP*، و*Vista* أيضاً شكلاً آخر يُدعى *NTFS* والذي يُقدّم دعماً لاستخدام الملف من أكثر من مستخدم. يشير كل مدخل ملف في الفهرس إلى مدخل في جدول تخصيص الصندوق والذي بدوره يشير إلى صندوق أو صناديق على وسائط التخزين حيث يخزن الملف.

التهيئة (التشكيل): *Formatting*

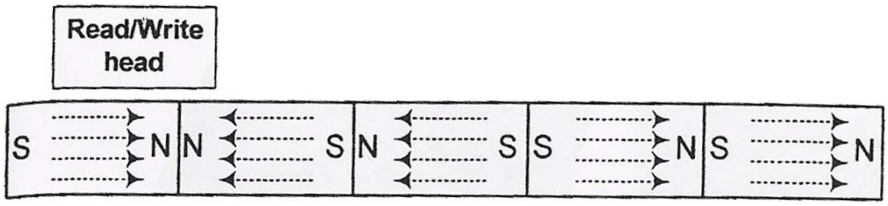
في معظم الحالات يجب تهيئة وسط التخزين قبل استخدامه. تتضمن هذه العملية فحص كل الصناديق ومسحها من المعلومات وبناء جدول تخصيص الصندوق (*FAT* أو-*i node*) وكتابة خيارات محددة على الوسط وبناء فهرس جذري فارغ. لأن التهيئة ومخطط البيانات المكتوبة تعتمد على نظام التشغيل المستخدم، فإن الوسط المشكل باستخدام نظام تشغيل ما يمكن أن لا يُقرأ من حاسب ذو نظام تشغيل آخر. بعض الأنظمة مثل لينكس *Linux* تجاوز هذه العقبة بتقديمه برنامج جسري *bridging software* يسمح للمستخدم أن يقرأ أو يكتب ملفات خزنت في نظام تشغيل آخر.

8.3 وسائط التخزين: *Storage Media*

كما ذكر في المقدمة فإن هناك حرية في اختيار وسائط مختلفة عند تخزين المعلومات على وسائط الحاسب. سوف نوصّف في هذا المقطع مميزات هذه الوسائط وفوائدها وأماكن واستخدامها.

1.8.3 التخزين المغناطيسي: *Magnetic Storage*

يعتبر استخدام تقنية التخزين المغناطيسي أحد أكثر الطرق شيوعاً في تخزين واسترداد المعلومات في أنظمة الحاسب، حيث اعتاد معظم القراء التعامل مع أجهزة مثل أشرطة الصوت والصورة والتي تستخدم التخزين المغناطيسي لتسجيل وقراءة الإشارات الفيديوية والصوتية. النظام المستخدم في أجهزة الحاسب يستخدم تقنية مماثلة لتخزين البيانات الثنائية. وبكلمات بسيطة؛ فإنّ تطبيق حقل مغناطيسي على المادة المغناطيسية يؤدي لأنّ تتمغنط جزيئاتها في اتجاه محدّد. يمكن أن يرتّب الحقل المغناطيسي الجزيئات باتجاه مُحدّد لتُمثّل الواحد؛ وباتجاه آخر لتُمثّل الصفر وبهذه الطريقة يمكن تخزين الشيفرات الثنائية أو الخانات على الوسائط. يُبيّن الشكل التالي آلية تخزين العدد (10011) باستخدام هذه الطريقة.



تسجيل الحقل المغناطيسي ورأس القراءة/كتابة

يمكن قراءة المعلومات من على المادة المغناطيسية بتمريرها أمام كاشف *detector* (رأس) يتكون من ملف *coil*. كلما تغير اتجاه الحقل المغناطيسي يتحرض تياراً كهربائياً، في الملف، هذا التيار يُكتشف بعدئذٍ بدارة إلكترونية، وتفك شيفرته ليعبر عن القيم المخزنة.

بتمرير تيار كهربائي عبر الملف، يمكن أن تكتب البيانات إلى المادة المغناطيسية بدلاً من قراءتها.

تستخدم بعض الأنظمة ملفا واحدا للقراءة والكتابة، بينما يستخدم البعض الآخر ملفين *two coils* مستقلين أحدهما للقراءة والآخر للكتابة) ويطلق على المجموعة الكاملة رأس القراءة والكتابة.

2.8.3 سواقات القرص الصلب: *Hard Disk Drives*

سواقات القرص الصلب هي وسط العمل الأكثر أهمية في التخزين ضمن كل أنظمة الحاسب الحديثة. تستطيع هذه الوحدات تخزين كميات كبيرة جداً من المعلومات كما يمكن أن تقرأ أو تكتب بسرعات عالية جداً. يُبيّن الشكل التالي نظرة فوقيّة لقرص صلب يستطيع تخزين حوالي *500GB* من المعلومات *($1GB=2^{30}B$)* ويسترجع المعلومات بمعدّل حوالي *30MB* بالثانية أو أكثر.

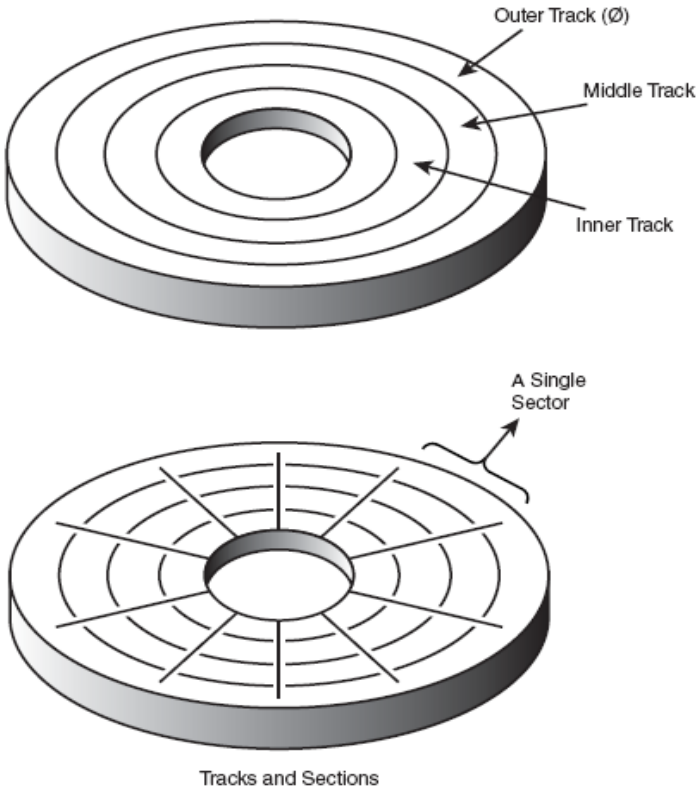
سواقتا قرص صلب مصنَّعتان في *IBM*

تملك سواقة القرص الصلب مكونين رئيسين الأول هو الصفائح الدوَّارة والتي تصنَّع من الزجاج أو الألمنيوم وتركَّب على محور مركزي يدار بمحرك كهربائي ذو سرعات مختلفة تتراوح بين *3600 rpm* حتى*7200 rpm* كما أن عدد الصفائح يتغير فقد يصل إلى إحدى عشر صفيحة أو أكثر حسب الحاجة. تغطّى الصفائح بطرق مختلفة منها الرش أو الطلاء بمادة مغناطيسية وعلى كلا الجانبين. الأقطار النموذجية هي *3.5 inch* و*5.5 inch* وفي الحواسب المحمولة يصل القطر إلى *2.5 inch* أو أقل. أنتجت مؤخراً سواقة بقطر صفيحة يساوي *1 inch* و سعة تخزين تصل حتى *1GB* يمكن أن تستخدم مثل هذه الأقراص في الأجهزة المحمولة باليد مثل الكاميرات الرقمية *digital*

camera وأنظمة الحاسب المحمولة، والعمل جارٍ على زيادة حجم التخزين مع تصغير القطر.

المُكوّن المهم الآخر للقرص الصلب هو مجموعة رؤوس القراءة/الكتابة *read/write head assembly* والقادر على تحريك الرؤوس عبر سطح الصفيحة عندما تدور. في بنية سواقة القرص الصلب هناك رأسي قراءة/كتابة لكل صفيحة (واحد لكل جهة) وكل الرؤوس تكون مربوطة إلى حامل مشترك أي أن حركتها منتظمة ومع بعضها البعض بحيث تبقى دائماً بنفس الموضع النسبي لسطح القرص. لأن المجموعة كلها حساسة جداً وعملية القراءة/الكتابة للقرص عرضة للكميات الميكروسكوبية من الغبار فإنّها توضع بالكامل في غلاف محكم الإغلاق لا يدخله الهواء. على الجهة الخارجية للغلاف تم تركيب لوحة الإلكترونيات المتحكمة بعمل السواقة. تتحكم هذه اللوحة بحركة مجموعة الرؤوس كما تقود المحرّك الذي يُدير الأقراص وتُولّد الإشارات المطلوبة لقراءة/كتابة البيانات إلى القطاعات والمسارات المحدّدة وترتبط مع نظام الحاسب لتسهيل عملية نقل البيانات.

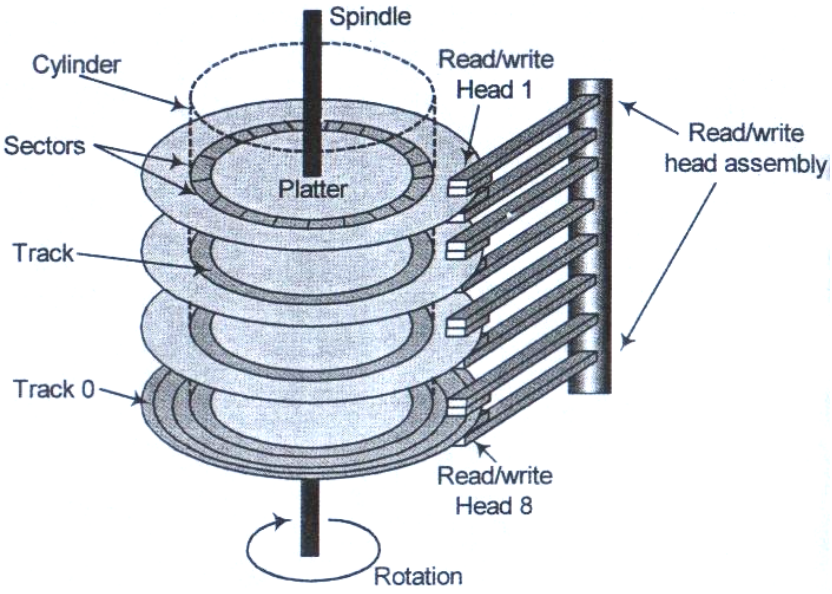
لفهم عملية نقل البيانات إلى ومن نظام القرص يجب أن نُعرّف أولاً بعض المصطلحات المستخدمة والشائعة. المعلومات على قرص ما تكون مخزنة في مسارات *tracks*، هذه المسارات عبارة عن دوائر متحدة المركز تتوضّع على سطح كل صفيحة وتكون مرقمة بدءاً من الصفر ومن الطرف الخارجي وتتزايد كلما تحركنا باتجاه المركز. تحتوي الأقراص الصلبة الحديثة على عدة آلاف من المسارات حوالي *30000* مسار بالإنش أو أكثر.



بعض أشكال المسارات

تعرّف الاسطوانة *cylinder* على أنها الشكل الافتراضي لمسار ما وعبر كل الصفائح في مجموعة القرص الصلب. إذاً، فإن هناك عدد من الاسطوانات يساوي لعدد المسارات الموجودة على القرص.

النظام المبين بالشكل التالي:



بنية القرص الصلب التمثيلية

له أربع صفائح ولذا فإنّ له ثمانية مسارات في الأسطوانة الواحدة. تعتبر كمية البيانات المخزنة في مسار ما قيمة كبيرة لأن تنقل في عملية واحدة ولذا يقسّم المسار الواحد إلى عدد من القطاعات. يمثّل القطّاع *sector* وحدة النقل بين القرص وذاكرة الحاسب. تتراوح الأرقام النموذجية لعدد القطاعات في المسار بين *100* إلى *200* قطاع. يحتوي كل قطاع معلومات إضافية عدا عن البيانات نفسها فهناك ما يعرف بـ *ID* الذي يضم رقم القطاع وناتج فحص *checksum* البيانات، كما أنّ كلّ قطاع يكون مفصولاً عن مجاوره بفجوة صغيرة ليتمكن الرأس من قراءة كل قطاع جديد. إنّ المعرّف *ID* الخاص بالقطاع بالإضافة إلى المعلومات حول مكان بدء كل مسار تكتب إلى القرص الصلب بعملية تدعى التهيئة مخفضة المستوى *low level formatting (LLF)*، وهذا مختلف عن عملية التهيئة المذكورة في فقرة بنية نظام الملف والتي تعرف بالتهيئة عالية المستوى *High-Level Formatting (HLF).*

3.8.3 الأقراص المرنة: *Floppy Disks*

الأقراص المرنة أرخص بكثير من الأقراص الصلبة بسبب المستوى الأدنى من الدقة المستخدمة في تصنيعها ولهذا السبب فهي أقل سعة وأبطأ في معدّل نقل البيانات. القرص نفسه قابل للنزع بدلاً من أن يكون مثبتاً في سواقة القرص. هذه الخاصية تجعلها مفيدة في التطبيقات مثل النسخ الاحتياطي *back-up* حيث يمكن للبيانات أن توضع في

مكان آمن بعيداً عن نظام الحاسب. يصنع القرص من فيلم بلاستيكي يغطى بمادة مغناطيسية وهو مرن *flexible* ولهذا السبب أطلق عليه اسم القرص المرن ولحمايته من الغبار وبصمات الأصابع *fingerprints* ...الخ يتم وضعه في غطاء واقي ذو فتحة تُمكن رأس القراءة والكتابة من الوصول إلى القرص. تُحمى فتحة الدخول بغطاء متحرك معدني ينزاح عند التعامل مع القرص ويعود ليغطي الفتحة بعد انتهاء العمل وخروج القرص من السواقة. انظر الشكل التالي:

Verbatim 3.5" DataLife Floppy Disks for IBM Imation 3.5" Neon Floppy for PC

صور لبعض الأقراص المرنة

يوجد على الغطاء الواقي فتحة صغيرة قابلة للإغلاق (للقفل) يمكن استخدامها لمنع الكتابة على القرص. المعيار الشائع في أنظمة الحاسب الصغيرة هو القرص المرن *3.5 inch* ذو سعة التخزين *1.4 MByte*.

تنظّم البيانات على القرص المرن بشكل مشابه لتنظيمها على القرص الصلب (نعني القطاعات والمسارات) لكن سواقات القرص المرن لها صفيحة واحدة فقط ولذا فإنّ لها رأسي قراءة/كتابة فقط وبسبب السعة المنخفضة للأقراص المرنة فإنّ لها قطاعات ومسارات أقل من صفائح القرص الصلب. يهيّأ القرص المعياري *3.5* انش عادة بثمانين مساراً *80 tracks* وثمانية عشر قطاعاً *18 sectors* بالمسار الواحد، كل قطاع يحتوي على *512Byte* يمكن للمستخدم أن يُخزّن بياناته عليها. ولحساب سعة القرص المرن فإننا نستخدم الصيغة التالية:

السعة = عدد الرؤوس × عدد المسارات × عدد القطاعات × عدد البايتات بالقطاع الواحد

وبالنسبة للبيانات أعلاه نكتب:

السعة = 2×80×18×512=1474560 والذي يساوي تقريباً *1.4MByte*.

جدير بالذكر القول أنّ الأقراص المرنة تُعاني اليوم الكثير من المشاكل من أهمها سعتها المنخفضة وعدم تحملها ظروف العمل الصعبة؛ بل إنّ حجمها أصبح في تقنيات اليوم غير مقبول، ولذا فقد قلّ استخدامها حتى لم نعد نراها في الأنظمة الحديثة، وحلّ محلها السواقات الضوئية مختلفة الأشكال، وذواكر *flash* التي تتفوق عليها في الكثير من المزايا.

4.8.3 التخزين الضوئي (*CD-ROM، CD-R، CD-RW، DVD-ROM*): *Optical Storage (CD-ROM, CD-R, CD-RW and DVD-ROM)*

تعتبر الأقراص الضوئية التطور الرئيسي في التخزين القرصي وهي تستخدم تقنية الليزر *Laser technology*. طورت تقنيات تخزين ضوئية مختلفة الأبطأ فيها هو قرص ذاكرة القراءة فقط المدمج *CD-ROM compact disk read only memory* والذي يستخدم نفس الوسط مثل الـ *CDs* الصوتية. معلومات أقراص *CD-ROM* التقليديّة يتم ختمها (تشكيلها) *Stamped* على القرص في المصنع ولذا فإنها مفيدة فقط عندما نودُّ صناعة نسخ عديدة لنفس المعلومات مثل توزيع حزمة برمجية ما أو قاموس إلكتروني أو تطبيقات الملتيميديا... الخ. الحُفر على أقراص الـ *CD* هي من أصغر الأشياء التي صنعت ميكانيكيا حتى الآن (حُفر أقراص *DVD* أصغر منها أيضاً). تأخذ أقراص التخزين الضوئي أشكالاً مختلفة منها:

القرص المدمج القابل للقراءة فقط: *CD-ROM*

اخترع القرص المدمج في شركة فيلبس عام 1969 وطُوّر إلى الشكل المعياري في شركتي فيليبس *Philips* وسوني *Sony* ونزل إلى السوق عام 1982.

يمكن لأقراص *CD-ROM* المعيارية حفظ *650 MB* من المعلومات، وذلك مع العشرة بالمائة الخاصة بأغراض كشف وتصحيح الخطأ.

الأقراص المدمجة القابلة للتسجيل *CD-R*: *Compact Disk Recordable*

تأتي هذه الأقراص دون أيّ بيانات عليها، ولذا نستطيع تخزين بياناتنا عليها اذا امتلكنا السواقة المناسبة التي تُمكننا من الكتابة عليها. وفي الغالب لا نستطيع الكتابة على هذه الأقراص أكثر من مرة واحدة. تخزّن أقراص *CD-R* عادة نفس كمية التخزين كما هو الحال بالنسبة لأقراص *CD-ROM*. أي حوالي *650 MB* لكن أقراص *CD-R* المتاحة يمكن أن تخزن حتى *700 MB*.

الأُقراص المدمجة القابلة لإعادة الكتابة:

Compact Disk Rewriteable (CD-WR)

ميزة هذه الأقراص هي إمكانيّة الكتابة عليها أكثر من مرة وذلك لأنّ تركيبتها تختلف عن سابقتها، حيث أدخلت مواد وأصبغة تسلك سلوك مكونات الأقراص السابقة وتسمح بإعادة التسجيل عليها لمرات ومرات.

أقراص *DVD-ROM: Digital Versatile Disk*

بنفس الطريقة التي تستخدم فيها الـ *CD-ROM* فإن أقراص *DVD-ROM* تستخدم معيار *DVD* أو *Digital Versatile Disk* لتخزين المعلومات. أقراص *DVD* مشابهة لأقراص *CD* من حيث أن البيانات تخزن باستخدام عينة من الأراضي والحفر *pit and lands* يتم تشكيلها في مسار حلزون *spiral track*، لكنها قادرة على تخزين كمية كبيرة جداً من المعلومات. يمكن لقرص *DVD* مضاعف الطبقات تخزين حتى *8.5GBytes* من المعلومات على جانب واحد، وباستخدام كلا الجانبين (على كل جانب طبقتين) فإن قرص *DVD* واحد يستطيع حفظ *17* جيجابايت.

أقراص *DVD* القابلة لإعادة الكتابة: *DVD-RW*

هي نفس أقراص *DVD* لكنها تسمح بإعادة الكتابة عليها، تستخدم هذه الأقراص تقنيات مماثلة لتلك المستخدمة في أقراص *CD-RW* لكن مع دقة زائدة وتعقيد بالغ. يعتبر هذا القرص مناسبا لأغراض النسخ والحفظ لبرامج وملفات صغيرة ومتوسطة الحجم، وهو مثالي في تسجيل البرامج التليفزيونية وأرشفتها.

صورة لـ *DVD-RW* بسعة تخزين *4.7 GB*

5.8.3 خزان الحالة-الصلبة: *Solid-State Storage*

هذا النوع بالأساس هو شكل من وسائط التخزين الأولية القابلة للنزع والحمل *removable primary storage* وليس من وسائط التخزين الثانوية *secondary storage*. يتكون هذا الخزان من كسرة ذاكرة ومضية *flash ROM* تركب على قاعدة حاملة ولهذه الوحدات أشكال مختلفة ومتعددة طوّرت من قِبل مصنِّعين مختلفين منهم *Toshiba's smart Media* و *Sony's memory Stick* و *Iomega's compact Flash* انظر الشكل التالي:

صور لبعض وسائط تخزين الحالة الصلبة القابلة للنزع

ميزة هذه العناصر أنها تستهلك استطاعة منخفضة جداً (حوالي *5%* من الاستطاعة المطلوبة لسواقة قرص صغيرة) وأنها خالية من الأجزاء المتحركة مما يجعلها قوية وصلبة وفعّالة في التطبيقات التي تعاني من الاهتزاز أو الحركة. وهي مناسبة جداً لتطبيقات الحساب المتحركة *mobile computing* ولها حجوم تخزين مختلفة تتراوح ما بين *128 MB* و*512MB* حتى *100GB*، وأكثر في هذه الأيام.

كما أنّ الميزة الأبرز فيها هي إمكانية التبديل الحار *hot swapping* بمعنى إمكانية نزع وتركيب هذه الوحدات والنظام في حالة عمل.