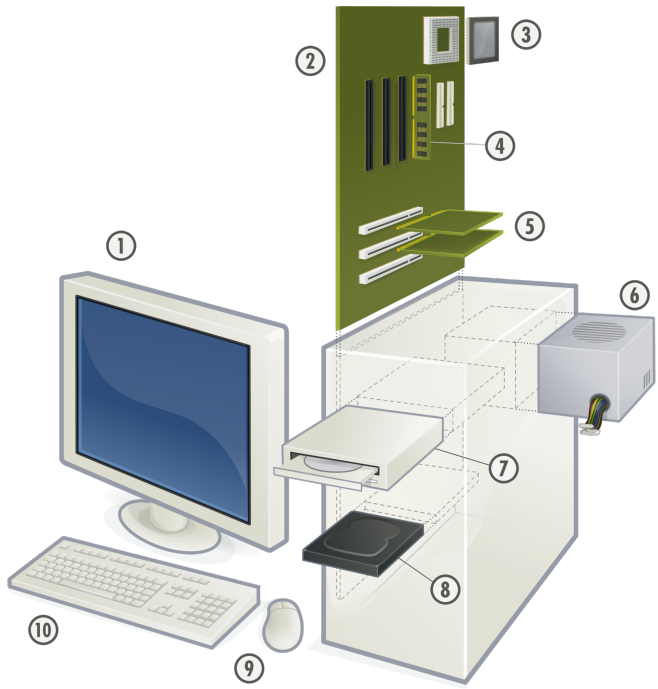
المحاضرة #٣: مكونات الحاسوب (Hardware)

١ مقدمة

تمتلك الحوسبة اصطلاحات ومفردات أكثر من أي مجال أخر.في هذا الموضوع سوف نتعلم المكونات المادية (Hardware) الأساسية التي يتكون منها جهاز الحاسوب. في البداية سوف نستعرض مواصفات جهاز حاسوب محمول (Laptop). ثم بعد ذلك سوف نتفحص مكونات الحاسوب الافتراضية ككل ثم ننظر إلى كل واحدة بشيء من التفصيل.



١. الشاشة (Monitor)
٢. اللوحة الأم (Motherboard)
٣. وحدة المعالجة المركزية (CPU)
٤. الذاكرة الرئيسية (RAM)
٥. منفذ البطاقات الإضافية (PCI)
٦. مجهز الطاقة (Power supply)
٧. مشغل القرص المدمج (CD) أو مشغل قرص الفيديو الرقمي (DVD)
٨. القرص الصلب (Hard Disk)
٩. فأرة (Mouse)
١٠. لوحة المفاتيح (Keyboard)

شكل ١: مكونات الحاسوب

مصدر الشكل ويكيبيديا كومنز

٢ مكونات الحاسوب:

تأمل في المواصفات التالية لحاسوب محمول والذي قد تشاهده في الإعلانات التجارية:

شكل٢: مواصفات حاسبة من أنتاج شركة ديل (Dell)

مصدر الشكل كتاب Computer Science Illuminated by Nell B. Dale

السطر الأول يوصف المعالج المركزي لهذا الحاسوب المحمول. حيث ان (Core™ i5) تمثل نوع المعالج وهو يعمل بسرعة ٢.٥ كيكا هيرتز (GHz حيث كيكا تعادل 10^9) وهيرتز (Hz مختصر Hertz) وهي وحدة قياس التردد التي تقيس الدورات (cycles) لكل ثانية. في الحاسوب يتم توليد سلسلة من النبضات الكهربائية تسمى **الساعة (Clock)** والتي تحافظ على تنسيق جميع الإجراءات. ان الساعة في هذه المعالج تنبض ٢.٥ مليار مرة لكل ثانية. يحتاج المعالج الاتصال بالذاكرة وأجهزة الإدخال والإخراج خلال مجموعة من الأسلاك تدعى **ناقل (bus)**. لدى المعالج عدة نواقل للبيانات ولكن الناقل الأساسي بين المعالج والعالم الخارجي يدعى الناقل الأمامي-الجانب (Front-Side Bus - FSB). مما يعني ان المعالج يتصل مع محيطة الخارجي بسرعة ١٠٦٦ مليون مرة بالثانية. ولكن إذا كان المعالج ينجز ٢.٥ مليار عملية بالثانية كيف يمكن لناقل البيانات الخارجي نقل هذه البيانات وهو يعمل بسرعة واحد مليار في الثانية فقط؟ الإجابة هي ذاكرة التخزين المؤقت والتي تدعى **بالمخبأ او المؤقتة (cache)**، والمذكورة ضمن مواصفات المعالج بحجم ٦ ميكا بايت (MB, ميكا تعادل 2^{20} والـ بايت تعادل ٨ بت والبت هي أصغر وحدة لخزن البيانات). ان الذاكرة المؤقتة هي ذاكرة صغيرة وسريعة (أسرع من ذاكرة الحاسبة الرئيسية) في الغالب تكون جزء من رقاقة المعالج. يقوم المعالج او المعالجات (داخل الرقاقة الواحدة) بقراءة البيانات الموجودة في ذاكرة المخبأ بدون الحاجة الى قراءتها من الذاكرة الرئيسية عبر ناقل البيانات. أما في حالة عدم وجود البيانات المطلوبة في ذاكرة المخبأ عند ذلك سيتم طلبها من الذاكرة الرئيسية عبر ناقل البيانات وبالتأكيد بسرعة أبطأ.

شكل٣: معالج انتل (Intel) من نوع كور آي ٥ (Core i5) يحتوي رقاقتان أحدهما للمعالج (CPU) والأخرى لمعالج الرسوم (GPU)

مصدر الشكل ويكيبيديا كومنز

السطر الثاني من المواصفات أعلاه تصف الشاشة. الرقم ١٥.٦ يوصف طول الشاشة القطري بوحدة الإنش (يعادل ٢٠٥٤ سم). اما HD (High Definition) فيقصد بها درجة دَقَّة الشاشة (وهو تعبير يقصد غالبا به دَقَّة ١٩٢٠ × ١٠٨٠بيكسل). LED (Light Emitting Diode) تشير إلى الصمامات الثنائية المضيئة والتي تستخدم لأضاءه شاشة الحاسوب. الأرقام ١٩٢٠×١٠٨٠ تشير إلى دقة الشاشة من عناصر الصورة الـ بيكسل Pixel)). هذه الشاشة لديها ١٩٢٠ بيكسل عرضا و١٠٨٠ بيكسل ارتفاع.

شكل٤: شاشة الحاسبة

مصدر الشكل ويكيبيديا كومنز

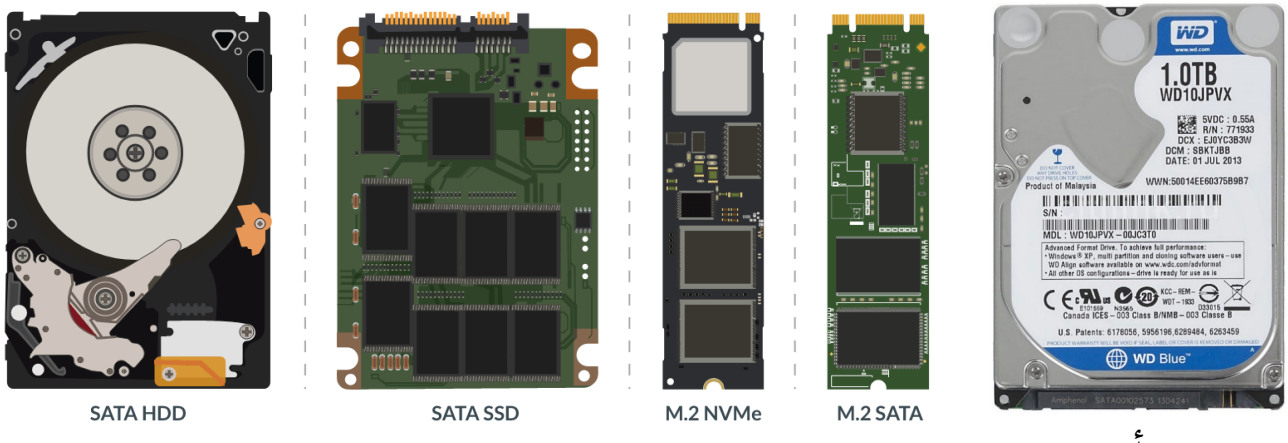
لدى هذا الحاسوب **وحدة معالجة الرسوميات (Graphics Processing Unit - GPU)** من نوع (Intel HD Graphics 520) وهي المسؤولة عن معالجة الصورة وإظهارها على الشاشة. تلعب هذه الوحدة دوراً مهماً في العديد من التطبيقات خصوصا الألعاب وبرامج التصميم.

السطر التالي من المواصفات عن الذاكرة الرئيسية للحاسوب وتسمى **ذاكرة الوصول العشوائي (Random Access Memory - RAM)** ويعني الوصول العشوائي بان البيانات يتم قراءتها مباشرة وليس بشكل متسلسل. نوع هذه الذاكرة هو SDRAM أي ديناميكية (Dynamic) ومتزامنة (Synchronous). متزامنة تعني انها متزامنة مع ساعة الحاسوب وقد بدأ استخدام هذا النوع منذ عام ١٩٩٧ بدلا عن الذاكرة غير المتزامنة والتي لم تعد تستخدم بعد. ديناميكية يقصد بها ان خلية الذاكرة الواحدة مبنية من متسعة وترانزستور. 8GB يشير الى حجم الذاكرة الرئيسية و DDR3 او (Double Data Rate) هو تقنية عرض حزمة نقل البيانات للذاكرة.

شكل٥: ذاكرة حاسب محمول (Laptop) بحجم ٨ كيكا بايت ومن نوع DDR3

مصدر الشكل ويكيبيديا كومنز

يشير السطر التالي إلى **محرك القرص الصُّلْب HDD او (Hard Disk Drive)** وبحجم ١ تيرا بايت (تيرا تعني $٢^{٤٠}$) وبسرعة دوران ٥٤٠٠ دورة لكل دقيقة (Revolutions Per Minute - RPM). يتوفر قرص صلب بأحجام أخرى أصغر او أكبر من هذا كما وقد تختلف سرعة دورانه لتكون ٧٢٠٠ او ١٥٠٠٠ دورة في الدقيقة. تدريجيا استبدلت الأقراص الصلبة بالمحركات الإلكترونية (Solid-State Drive - SSD) حيث استبدلت الأقراص الممغنطة بالرقاقات الإلكترونية وبتقنية مشابهه لتلك المستخدمة في الذاكرة الوصول العشوائي باستثناء احتفاظها بالبيانات حتى بدون مصدر للطاقة. بما ان الأقراص الإلكترونية لا تحتوي على أجزاء ميكانيكية لذا فهي أسرع واقل استهلاكا للطاقة من الأقراص الصلبة التقليدية. لكنها أغلي ثمنا وتتوفر بأحجام أصغر مقارنة بالأقراص الصلبة ولكن مع استمرار التقدم التقني فان أسعارها تنخفض تدريجيًا ويتم تطوير أحجام كبيرة نسبياً.



شكل٦: أ. القرص الصلب للحاسوب المحمول (حجم ٢,٥)
ب. التركيبة الداخلية للقرص الصلب مقارنة مع المحركات الالكترونية الحديثة
مصدر الشكل ويكيبيديا كومنز والموقع www.electronicshub.org

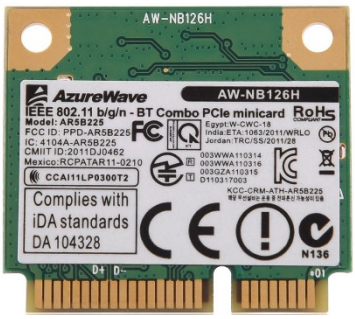
يحتوي هذا الحاسوب أيضا على جهاز قارئ للأقراص الليزرية قادر على معالجة أقراص من نوع DVD ذات حجم ٤.٧ كيكا بايت. يشير حرف R في المواصفات إلى أمكانية الكتابة على الأقراص مرة واحدة فقط بينما يشير الحرفين RW إلى إمكانية الكتابة عدة مرات على القرص من النوع القابل للكتابة علية عدة مرات.

شكل٧: قارئ الأقراص الليزرية للحاسوب المحمول
مصدر الشكل ويكيبيديا كومنز

السطر التالي يوصف بطاقة الشبكة اللاسلكية. تعمل هذه الشبكة بتقنية وآي-فاي (Wi-Fi) وهي مجموعة بروتوكولات للاتصالات اللاسلكية. أن الرقم (802.11) يشير إلى معيار الشبكات اللاسلكية والمعرف من مؤسسة هندسة الكهرباء والإلكترونيات (Institute of Electrical and Electronics Engineering – IEEE). لدى هذا المعيار عدة إصدارات تعمل بسرع مختلفة. الجدول التالي يوضع الفرق بالسرعة بوحدة البت لكل ثانية (bps).

نوع الإصدار	802.11be	802.11ax		802.11ac	802.11n	802.11g	802.11a	802.11b	802.11
سنة التطوير	(2024)	2020	2019	2014	2008	2003	1999		1997
الترددات (Ghz)	2.4, 5, 6	6	2.4, 5	5	2.4, 5	2.4	5	2.4	2.4
أقصى سرعة (bps)	46 G	9.6 G		6.8 G	600 M	54 M		11 M	2 M

أن زيادة السرعة يرافقها تناقص في المسافة التي تغطيها الشبكة اللاسلكية. أن بطاقة هذا الحاسوب تدعم الإصدارات الثلاثة الأولى (b, a/g and n). تُستخدم شبكة الواي-فاي عادة لربط عدة حاسبات بشبكة محلية او الأنترنت وأيضا للربط مع بعض الأجهزة الملحقة مثل الطابعات. إضافة إلى شبكة واي-فاي تدعم بطاقة الشبكة اللاسلكية لهذا الحاسوب تقنية الأسنان الزرقاء (Bluetooth) وهي أيضاً تقنية اتصال لاسلكي لكنها تعمل بنطاق المسافات القريبة وبإشارة أضعف نسبيًا. تستخدم هذه التقنية عادة لربط الحاسوب مع الأجهزة الملحقة مثل لوحة المفاتيح والفأرة وسماعات الأذن او لنقل البيانات مع الهاتف الخلوي.



شكل٨: بطاقة الشبكة اللاسلكية لجهاز الحاسوب المحمول (Laptop)

مصدر الشكل ويكيبيديا كومنز

في السطر التالي، نجد وصف الكاميرة الأمامية الملحقة بالحاسوب فوق الشاشة مباشرة. تمتلك هذه الكاميرة تقنية (RealSense 3D) اي ان بإمكانها تحسس البعد الثالث أو العمق في الصورة بالأشعة تحت الحمراء لذا يمكن استخدامها في تقنية التعرف على الوجوه إضافة إلى استخدام الكاميرة التقليدي في الاتصال ألفيديوي أو لالتقاط الصور البسيطة.

شكل٩: اللوحة الإلكترونية لكاميرة الحاسب المحمول (خارج الحاسوب)

مصدر الشكل ويكيبيديا كومنز

تتميز الحواسيب المحمولة بقدرتها على العمل بدون الربط المباشر بالكهرباء. ولكي تكون قادرة على ذلك تحتاج إلى بطاريات من نوع ليثيوم-ايون (Lithium-Ion) وبسعات كبيرة نسبيًا. حسب مواصفات هذا الحاسوب فانه يمكن العمل عليه مدة ٧ ساعات من الاستخدام المتوسط (أي دون استخدام كامل لقدرة المعالج ومعالج الرسوميات) إلى أن تحتاج أن تربطه بالكهرباء مرة أخرى.

شكل ١٠: البطارية الداخلية لحاسوب محمول بسعة ٤٢ واط\ساعة

مصدر الشكل ويكيبيديا كومنز

السطر التالي يعدد فيه المنافذ (Ports) لربط الحاسوب بالأجهزة الخارجية. يحتوي هذا الحاسوب على منفذ واحد من الناقل التسلسلي العام (Universal Serial Bus - USB) من الجيل الثالث واثنان من الجيل الثاني. يستخدم هذا المنفذ عموماً لنقل البيانات والربط مع الملحقات مثل الطابعة او وحدات الخزن الخارجية. الجدول التالي يوضع الفرق بسرعة نقل البيانات (بت لكل ثانية bps) بين أجيال هذا المنفذ:

جيل المنفذ التسلسلي العام (USB)	4 v2.0	4	3.2	3.1	3.0	2.0	1.x
سنة التطوير	2022	2019	2017	2013	2008	2001	1996
أقصى السرعة (bps)	80 G	40 G	20 G	10 G	5 G	480 M	1.5-12 M

يحتوي هذا الحاسوب كذلك على منفذ (HDMI) أو (high-definition multimedia interface) لربط الحاسوب مع شاشة خارجية او جهاز عرض البيانات (Data Show Projector). يوجد أيضا منفذ الإيثرنت (Ethernet) واحد للربط مع الشبكة سلكيا. يدعم هذا المنفذ سرعة نقل بيانات ١٠ او ١٠٠ ميكا بايت في الثانية. أخيرًا منفذي الإدخال والإخراج للصوت لاستخدامها مع الميكروفون والسماعات الخارجية او الأذن.

شكل١١: منافذ الحواسيب الشائعة

مصدر الشكل ويكيبيديا كومنز

يحدد السطر التالي حجم ووزن الحاسوب. وهي معلومات مهمة للحواسيب المحمولة والتي تحمل بشكل مستمر خلال العمل.

أخيرًا تحدد المواصفات نوع نظام التشغيل الذي تم تثبيته مسبقًا. يعمل هذا الحاسوب على نظام ويندوز الإصدار العاشر (Windows 10) والمنتج من قبل شركة مايكروسوفت (Microsoft).

قد تكون هنالك برامج أخرى مساعدة قد تم تنصيبها مسبقًا مثل برامج معالجة النصوص والسجلات الحسابية او مضاد الفيروسات.

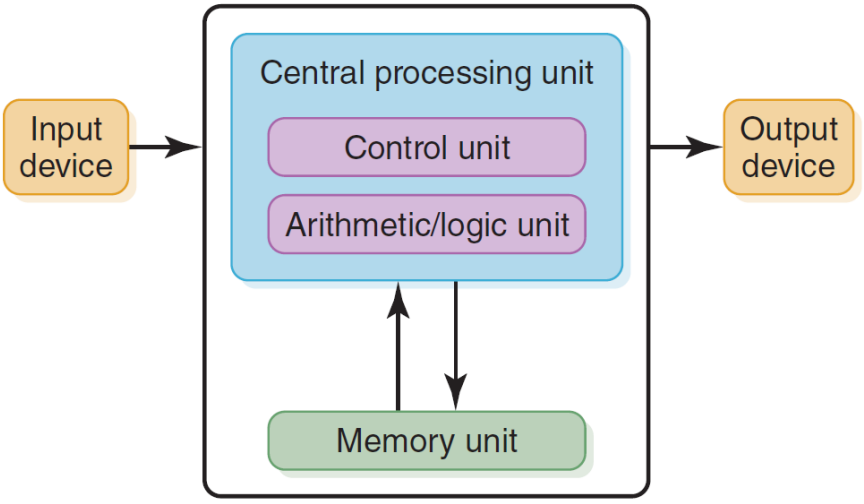
شكل١٢: أجيال نظام مايكروسوفت ويندوز (Microsoft Windows)

مصدر الشكل ويكيبيديا كومنز

٣ مبدأ البرنامج المخزون (The Stored-Program Concept)

ينص هذا المبدأ على أن البيانات (Data) والإيعازات (Instructions) التي تعالج البيانات متشابهون منطقيًا ويمكن خزنهم في مكان واحد. إن تصميم الحاسوب الذي اعتمد على هذا المبدأ والذي يعرف بمعمارية فون نيومان (von Neumann) ما زال هو الأساس لتصميم الحواسيب إلى يومنا الحالي. أن الخاصية الرئيسية الأخرى لهذه المعمارية هي أن الوحدات التي تعالج المعلومات (المعالج) منفصلة عن تلك التي تخزنها (الذاكرة). بسبب هذه الخاصية فان معمارية فون نيومان تتكون من خمس مكونات:

١. **وحدة الذاكرة (Memory Unit)** تحمل كلا من البيانات والإيعازات
٢. **وحدة الحساب والمنطق (Arithmetic/Logic Unit)** تقوم بالعمليات الحسابية والمنطقية على البيانات
٣. **وحدة الإدخال (Input Unit)** تنقل البيانات من خارج الحاسوب إلى داخلها
٤. **وحدة الإخراج (Output Unit)** تنقل النتائج من داخل الحاسوب إلى خارجها
٥. **وحدة السيطرة (Control Unit)** تضمن تناغم عمل كل المكونات الأخرى



شكل ١٣: مخطط معمارية فون نيومان (von Neumann Architecture)

مصدر الشكل كتاب Computer Science Illuminated by Nell B. Dale

٣-١ وحدة الذاكرة (Memory Unit)

أن وحدة قياس خزن البيانات هي الـ **بت** (**bit**) وهي تحمل اما (١) او (٠). أما الـ **بايت** (**Byte**) فهو مجموعة من ٨ بت. تشكل مجموعة من الـ بايت ما يسمى بالكلمة (Word) ويعتمد عدد الـ بت في الكلمة الواحدة (word) على معمارية الحاسوب (انظر الجدول التالي). تتكون الذاكرة من مجموعة من الخلايا (Cells). كل خلية لديها عنوان فريد خاص بها. يستخدم الاصطلاح العام خلية (cell) بدلا من بايت او كلمة لان عدد الـ بت في كل موقع معنون (يسمى عنونة الذاكرة memory's addressability) يختلف من حاسوب لأخر إلا أن معظم حواسب اليوم تعنون بحجم واحد بايت.

في القسم السابق كان لدى الحاسوب ٨ كيكا بايت أي ما يعادل ٨×٢٣٠ بايت. وهذا يعني بان كل خلايا الـ ٨ كيكا بايت لديها عنوان فريد. ان خلايا الذاكرة مرقمه بشكل متسلسل بدأ من

الصفر. على سبيل المثال إذا كانت العنونة ٨ و كانت هنالك ٢٥٦ خلية ذاكرة فان هذه الخلايا سوف يتم عنونتها كما في الجدول التالي:

المحتوى	العنوان
11100011	00000000
10101001	00000001
.	.
.	.
.	.
00000000	11111100
11111111	11111101
10101010	11111110
00110011	11111111

موقع البت	0	1	2	3	4	5	6	7
المحتوى	0	1	0	1	0	1	0	1

ماذا يمثل المحتوى المشار إليه بالعنوان (11111110)؟ ان المحتوي العددي المشار إليه بالعنوان السابق هو 10101010. ما الذي يمكن ان يمثله هذا العدد؟ في الحقيقة لا يمكننا أن نجيب عن هذا السؤال بشكل مختصر. قد يمثل هذا العدد إيعازات (في لغة برمجة معينة) او رقم لنتيجة حسابية او جزء من بيانات صورة. كل ما نراه هو عدد ثنائي. لابد من تطبيق عملية تَرْجَمَة لأي عدد ثنائي لتحديد طبيعة المعلومات التي يمثلها. يتم ترقيم الـ بت من اليمين إلى اليسار بدأ من العدد صفر.

٢.٣ وحدة الحساب والمنطق (Arithmetic/Logic Unit)

أن وحدة الحساب والمنطق (Arithmetic and Logic Unit - ALU) قادرة على أنجاز العمليات الحسابية الأساسية مثل الجمع، الطرح، الضرب والقسمة بين عددين. كذلك فان هذه الوحدة قادرة على أنجاز العمليات المنطقية مثل العمليات (AND)، (OR) و (NOT). إن عمليات هذه الوحدة تتم على الكلمة (word)، وهي الوحدة الطبيعية للبيانات المرتبطة بتصميم حاسوب معين. تاريخيا فان طول هذه الكلمة للحاسوب هو عدد البت التي يتم معالجتها مره واحدة من قبل وحدة الحساب والمنطق. على أي حال فان معالجات شركة أنتل الحالية تعرف طول الكلمة ب ١٦ بت. ان المعالج يستطيع العمل على حجم كلمة (١٦ بت)، كلمتان (٣٢ بت) أو أربع كلمات (٦٤ بت). سوف نستمر في استخدام الاصطلاح كلمة (word) للدلالة على حجم البيانات التي تستطيع هذه الوحدة معالجتها مرة واحدة وذلك للسهولة.

معظم وحدات الحساب والمنطق الحديثة تحتوي على وحدات خزن خاصة صغيرة الحجم تدعى **السجلات (registers)**. تستطيع هذه السجلات ان تخزن بيانات بحجم كلمة واحدة عندما يتم الحاجة لها فورا. مثلا عندما نقوم بحساب العملية التالية:

واحد × (اثنين + ثلاثة)

أولا سيتم جمع (اثنين) مع (ثلاثة) ثم يتم ضرب الناتج مع (واحد). بدلا من خزن الناتج من عملية الجمع في الذاكرة الرئيسية ومن ثم استدعاء تلك النتيجة لكي يتم ضربها في (واحد) سوف تتُرك النتيجة في السجل وبالتالي سيتم ضرب محتوى هذا السجل في (واحد). السبب في ذلك هو ان القراءة والكتابة من السجلات أسرع بكثير من الذاكرة الرئيسية.

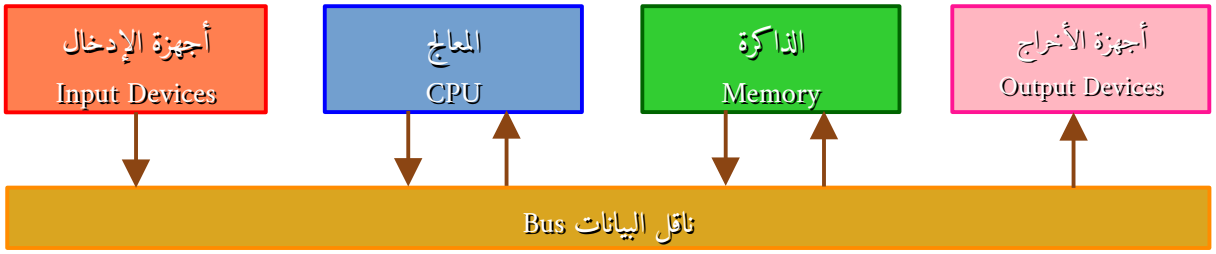
٣-٣ وحدات الإدخال والإخراج (Input and Output Units)

تمثل وحدات الإدخال والإخراج القنوات التي يتصل من خلالها الحاسوب مع العالم الخارجي. ان **وحدة الإدخال** هي الجهاز التي يتم فيه أدخال البيانات والبرامج إلى الحاسبة. أن أول وحدة أدخال تم استخدامها هي البطاقات المثقبة. تتضمن وحدات الإدخال المستخدمة في أيامنا الحالية لوحة المفاتيح والفأرة وأجهزة مسح البار كود (bar code scanner) والمستخدمة في المحلات التجارية وغيرها. ان **وحدة الإخراج** هو الجهاز الذي يتم من خلاله توفير النتائج المخزونة في ذاكرة الحاسبة للعالم الخارجي. ان أكثر أجهزة الإخراج شيوعا حالياً هي الشاشات والطابعات.

٤-٣ وحدة السيطرة (Control Unit)

ان وحدة السيطرة هي القوة المنظمة في الحاسوب وبالتالي فأنها مسؤولة عن **دورة جلب-تنفيذ (fetch-execute cycle)** وهي الخطوات التي يتم من خلالها تنفيذ إيعازات البرامج. هنالك اثنان من السجلات الخاصة في وحدة السيطرة وهما **سجل ألإيعاز (Instruction Register – IR)** والذي يحتوي على الإيعاز الذي يتم تنفيذه حاليا و**عداد البرنامج (Program Counter - PC)** والذي يحتوي على عنوان ألإيعاز التالي المراد تنفيذه. تعمل وحدة الحساب والمنطق مع وحدة السيطرة معا بشكل متقارب لذا يتم اعتبارهم وحدة واحدة تسمى **وحدة المعالجة المركزية (Central Processing Unit -CPU)**. يظهر الشكل (١٤) معاينة مبسطه لتدفق المعلومات خلال أجزاء آله فون نيومان (المقصود بها الحاسوب الذي تم بناءة اعتمادًا على معمارية فون نيومان). إن هذه الأجزاء مرتبطة مع بعضها البعض بواسطة مجموعة من الأسلاك تدعى **ناقل**

البيانات (bus) والذي من خلاله تنتقل البيانات داخل الحاسوب. كل ناقل يحتوي على ثلاث أنواع من المعلومات: العنوان (Address) والبيانات (Data) والسيطرة (Control). ان العنوان يستخدم لاختيار موقع في الذاكرة او الجهاز والذي يحتوي على البيانات المطلوب نقلها من او الى الذاكرة او الجهاز. بعد ذلك تتدفق البيانات عبر الناقل بين المعالج والذاكرة وأجهزة الإدخال والإخراج. تستخدم معلومات السيطرة لإدارة تدفق العنوان والبيانات. فمثلا تستخدم إشارة السيطرة عادة في تحديد اتجاه تدفق البيانات من أو إلى المعالج. أن **عرض الناقل (Bus Width)** هو عدد البت التي تنتقل بشكل متزامن. كلما كان الناقل اعرض كلما انتقلت أكبر قدر من بت العنوان والبيانات في المرة الواحدة.



شكل ١٤: تدفق البيانات خلال آله فون نيومان

لان النفاذ (Access) (أي عملية القراءة والكتابة) إلى الذاكرة الرئيسية للحاسوب تستهلك وقت طويل نسبتا الى سرعة المعالج فان العديد من معماريات الحواسب تستخدم الذاكرة المخبئة أو المؤقتة (Cache Memory). إن الذاكرة المؤقتة هي ذاكرة صغيرة وسريعة تحتفظ بالبيانات التي يتم طلبها كثيرًا. قبل أن يقوم المعالج بالنفاذ إلى الذاكرة الرئيسية يتحقق أولا فيما إذا كانت البيانات المطلوبة موجودة في الذاكرة المؤقتة. **الموازرة (Pipelining)** هي تقنية ثانية تستخدم لتسريع دورة جلب-تنفيذ. تقوم هذه التقنية بتقسم الإيعاز إلى خطوات صغيرة بحيث يمكن تنفيذها بشكل متزامن.

في الحاسوب الشخصي توجد مكونات آله فون نيومان في دائرة إلكترونية مطبوعة تدعى **باللوحة الأم (Motherboard)**. تمتلك اللوحة الأم مجموعة من الوصلات (Connections) لربط الأجهزة الأخرى إلى ناقل البيانات مثل الفأرة ولوحة المفاتيح أو أجهزة الخزن الإضافية.

٤ ذاكرة الوصول العشوائي (RAM) وذاكرة القراءة فقط (ROM)

يكون النفاذ (Access) إلى كل خلية (غالبا يكون حجمها ١ بايت) من خلايا الذاكرة بشكل مباشر في **ذاكرة الوصول العشوائي (RAM)**. كذلك يمكن تغيير محتويات كل موقع من هذه

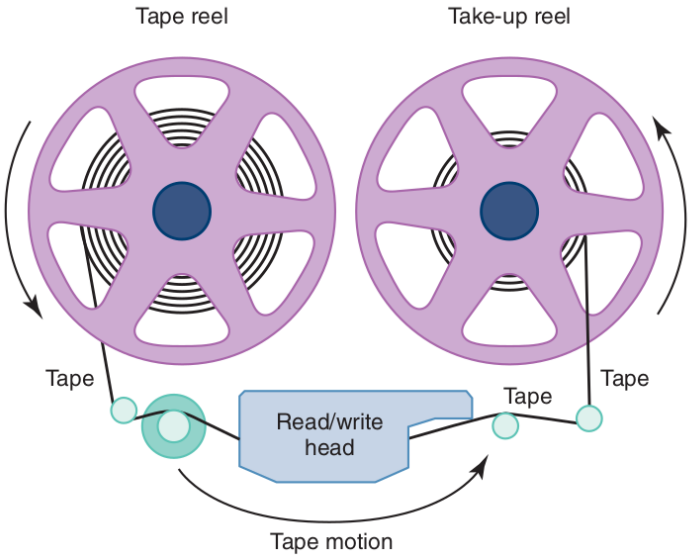
الذاكرة. أضافه إلى ذاكرة الوصول العشوائي (RAM) تحتوي معظم الحواسيب على نوع أخر من الذواكر وهو **ذاكرة القراءة فقط** (**ROM**). أن محتويات هذا النوع من الذواكر لا يمكن تغييره وتستخدم ذاكرة القراءة فقط (ROM) غالبا في النظام الأساسي للإدخال والأخراج (Basic Input Output System-BIOS).

٥ أجهزة الخزن الثانوية (Secondary Storage Devices)

بسبب طبيعة الذاكرة الرئيسية كذاكرة **متطايرة** (**Volatile**) فإنها لا تحتفظ بمحتوياتها عند انقطاع الطاقة عنها. فمن الضروري ان تكون هنالك أنواع أخرى من أجهزة الخزن لكي تحتفظ بالبرامج والبيانات عند عدم معالجها او عند إطفاء الحاسوب. تسمى هذه الأجهزة بالمساعدة (Auxiliary) او الثانوية (Secondary). وبسبب كون البيانات تقرأ وتكتب إلى هذه الأجهزة لذا تصنف على إنها أجهزة أدخال وأخراج في نفس الوقت. الأقسام التالية توصف بعض هذه الأجهزة.

٥.١ الشريط المغناطيسي (Magnetic Tape)

يعتبر الشريط المغناطيسي أول وسيلة خزن كبيرة للبيانات مقارنة مع أول وسيلة لخزن البيانات وهي البطاقات والشريط الورقي المثقب. ان ابرز عيب في الشريط المغناطيسي يكمن في الوقت الضائع في قراءة البيانات بشكل متسلسل قبل الوصول إلى جزء البيانات المطلوبة.

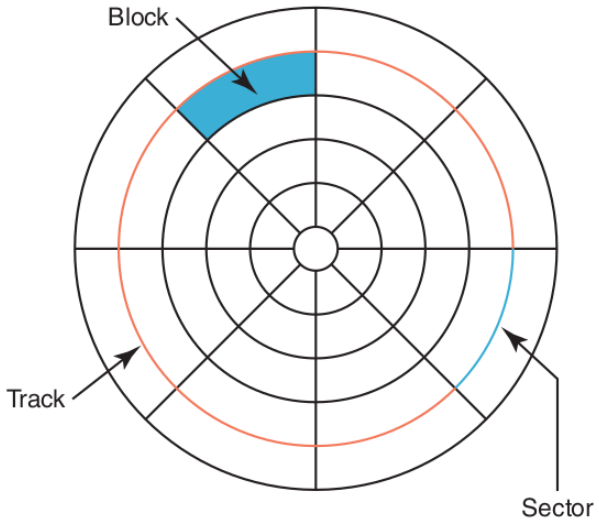


شكل ١٥: مخطط للشريط المغناطيسي (Magnetic Tape)

مصدر الشكل كتاب Computer Science Illuminated by Nell B. Dale

٢.٥ الأقراص المغنطة (Magnetic Disks)

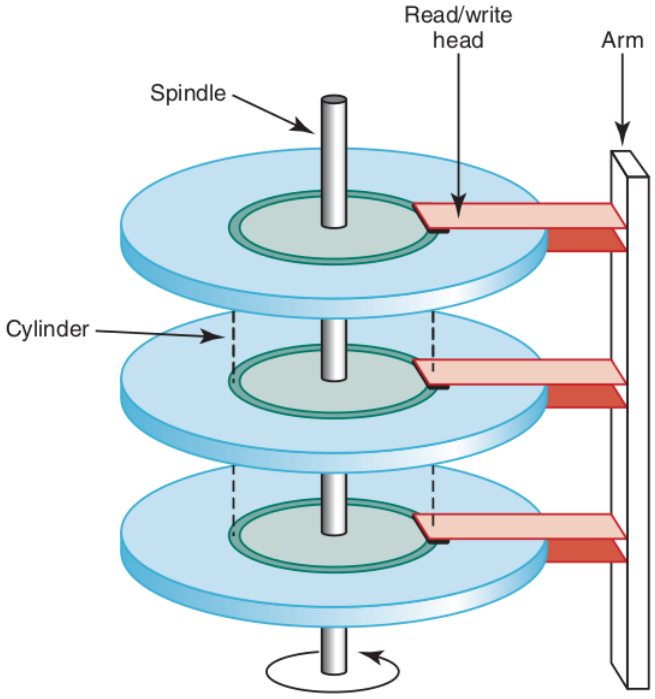
يقوم رأس (Head) القرص المغناطيسي باسترجاع (قراءة) او تسجيل (كتابة) البيانات عبر انتقاله خلال القرص الممغنط الدوار. هنالك أنواع مختلفة من الأقراص الممغنطة. لكن جميعها يحتوي على قرص نحيف مصنوع من مواد مغناطيسية. إن سطح ذلك القرص مرتب افتراضيا إلى **مسارات** (**Tracks**) و**مقاطع** (**Sectors**). تشكل هذه المسارات دوائر متحدة المركز على سطح القرص الممغنط. أن كل مسار مقسم إلى مقاطع وكل مقطع يحمل **قطعة** (**Block**) من البيانات على هيئة تسلسل مستمر من الأعداد الثنائية (Bits). في الشكل (١٦) نلاحظ أن كل مسار يحتوي على نفس العدد من المقاطع وكل مقطع يحمل نفس العدد من الأعداد الثنائية. وعلية فان القطع (Blocks) القريبة من مركز القرص تكون اكثر كثافة بالبيانات من تلك البعيدة عن المركز. يختلف العدد الحقيقي لكل من المسارات لكل سطح والمقاطع لكل مسار. اما القيم الشائعة فهي ٥١٢ بايت او ١٠٢٤ بايت. ان مواقع هذه المسارات والمقاطع يتم تعليمها خلال عملية **تهيئة** (**Format**) القرص الممغنط وهي ليست جزء ثابت منه.



شكل ١٦: تقسيمات سطح القرص الممغنط (Magnetic Disk)

مصدر الشكل كتاب Computer Science Illuminated by Nell B. Dale

هنالك عدة أنواع من الأقراص الممغنطة اشهرها **الأقراص الصلبة** (**Hard Disks**) و**الأقراص المرنة** (**Floppy Disks**). تحتوي الأقراص الصلبة عادة على عدة أقراص على هيئة أطباق (**Platters**) متوازية مثبتة على **ذراع** (**Spindle**) دوار واحد. كل طبق له رأس خاص به للقراءة والكتابة.



شكل ١٧: مخطط القرص الصلب (Hard Disk)

مصدر الشكل كتاب Computer Science Illuminated by Nell B. Dale

استخدمت الأقراص المرنة لخزن ونقل البيانات بين الحواسيب خلال العقود السابقة. وتشير الكلمة مرن إلى الطبيعة المرنة للقرص المستخدم في صناعتها. تطورت مواصفات الأقراص المرنة منذ بداية ظهورها في السبعينيات القرن السابق من حيث حجمها وسعة خزنها. لم تعد الأقراص المرنة تستخدم في وقتنا الحاضر حيث تم استبدالها بالمحركات السريعة (Flash Drives).

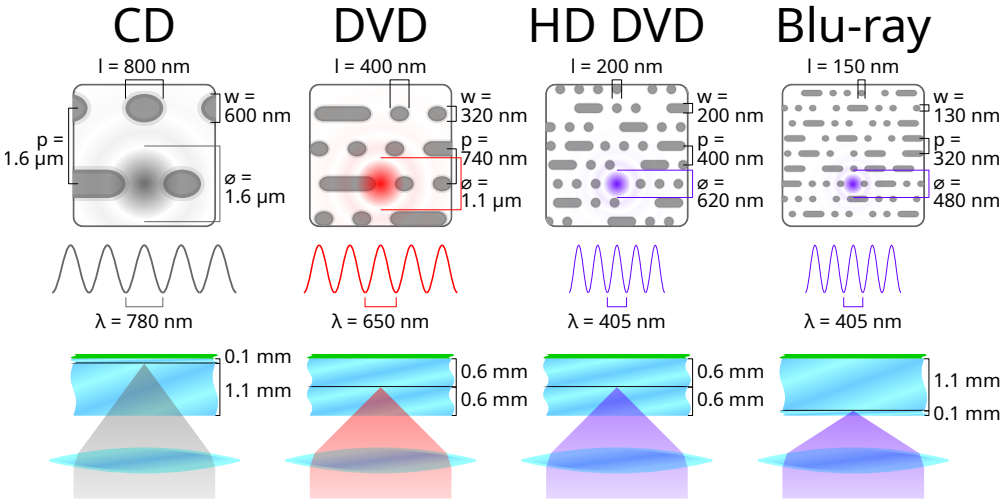
٥-٣ الأقراص المدمجة (Compact Disks)

تصنع الأقراص المدمجة من مادة بلاستيكية وعلى سطحها مادة يمكن الكتابة عليها أو القراءة منها بواسطة شعاع ليزر. هنالك أنواع مختلفة من الأقراص المدمجة تختلف من حيث سعتها الخزنية و استخداماتها. تتراوح أحجامها من ٧٠٠ ميكا بايت للأقراص المستخدمة غالبا في تخزين البيانات الصوتية أو الفيديويه بدقة محدودة إلى أقراص الأشعة الزرقاء (Blu-ray) بسعة ٥٠ كيكا بايت لأقراص ذوات الوجهين المستخدمة لملفات الفيديو ذات الدَّقَّة العالية.

٥-٤ المحركات السريعة (Flash Drives)

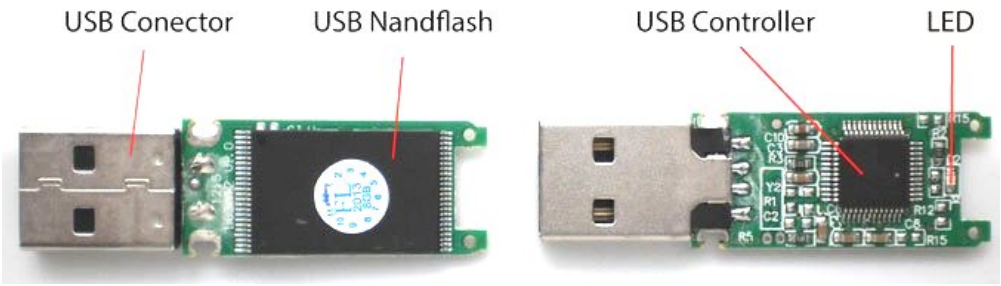
تم تقديم أول محرك ذاكرة سريعة في عام ١٩٩٨ من قبل شركة IBM. تتكون المحركات السريعة من ذاكرة **غير متطايرة** (Non-Volatile) تحتفظ بمحتوياتها حتى عند انقطاع الطاقة عنها والتي يمكن الكتابة عليها والقراءة منها. تستخدم هذه الذاكرة الناقل التسلسلي العام (Universal Serial

(Bus – USB) لكي تربط بالحاسوب. يستخدم نفس نوع هذه الذاكرة لصناعة المحركات الإلكترونية (Sold-State Drives) والتي تمتاز بسرعتها العالية واستهلاكها الأقل للطاقة مقارنة بالأقراص الصلبة.



شكل١٨ : اختلاف مواصفات أنواع الأقراص المدمجة

مصدر الشكل موقع commons.wikimedia.org



شكل١٩ : المكونات الداخلية لمحرك الذاكرة السريعة (Flash Drive)

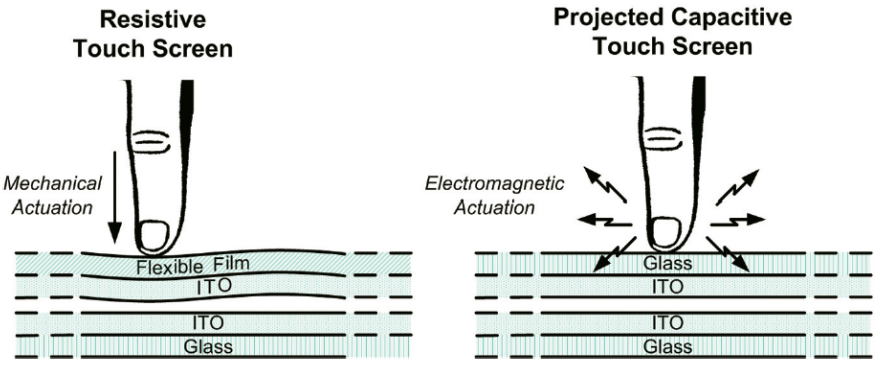
مصدر الشكل موقع commons.wikimedia.org

٦ شاشات اللمس (Touch Screens)

مّثلت الفأرة (Mouse) ولوحة المفاتيح (Keyboard) أجهزة الإدخال الأكثر شيوعا واستخداما للحواسيب خلال العقود السابقة في حين مّثلت الشاشات (Screens) وسيلة الأخراج الأبرز أضافه إلى الطابعات (Printers). أن تطور أجهزة أخرى مثل الهواتف النقالة (Mobile Phones) والأجهزة اللوحية (Tablet) قد اعتمد بشكل كبير على تطور الشاشات. وبإضافة خاصية اللمس أصبحت الشاشات وحدات أدخال وأخراج في نفس الوقت. ولم تعد شاشات

اللمس تُرى في الأجهزة النقالة فقط بل يمكن رؤيتها أيضاً في شاشات المطارات والمطاعم والمتاحف والسبورات الذكية.

تستخدم تقنيات عدّة في صناعة خاصية اللمس للشاشات: اللمس بالمقاومة (resistive) واللمس بالسعة (capacitive) واللمس بالأشعة تحت الحمراء (infrared) واللمس بالموجـات الصوتية السطحية (surface acoustic wave). تعمل جميع التقنيات السابقة على تحديد موقع لمسة طرف الأصبع على الشاشة أما باختلاف قيمة المقاومة او السَّعَة في النوعين الأول والثاني او باستخدام حساسات للأشعة التحت حمراء او الموجات الصوتية في النوعين الثالث والرابع. تعدّ تقنية اللمس بالسعة الأكثر شيوعا في أجهزة الهواتف والجهزة اللوحية. بينما تستخدم تقنية اللمس بالأشعة تحت الحمراء في الأجهزة التي تكون موضوعة خارج البنايات وأجهزة الدفع عند التسوق. أما تقنية اللمس بالموجات الصوتية السطحية فتستخدم في الشاشات الكبيرة نسبياً.



شكل ٢٠ : الفرق بين تقنية اللمس بالمقاومة (resistive) والسعة (capacitive)

مصدر الشكل موقع www.andersdx.com