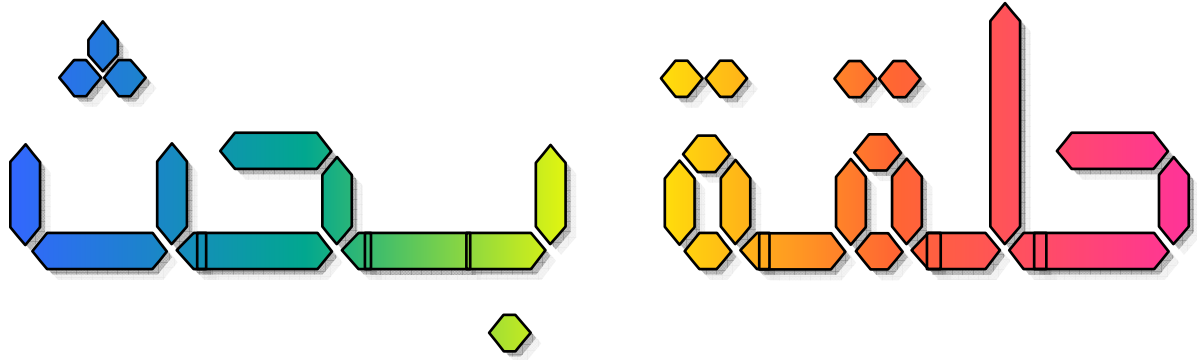




الجمهورية العربية السورية
جامعة حلب
المعهد التقني للحاسوب بإدلب



FLASH MEMORY

(الذاكرة الوميضية)

بإشراف المهندس: شذى جباري

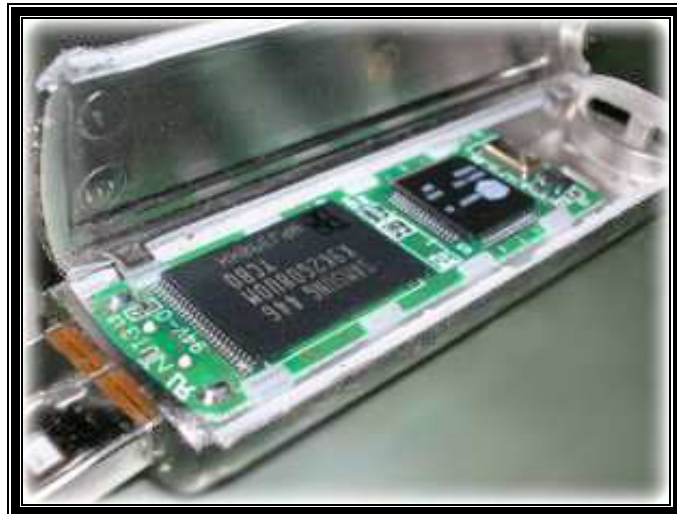
ترجمة وإعداد الطالب:

بكري علوش

الذاكرة الوميضية Flash Memory

الذاكرة الوميضية أو كما تسمى أحيانا ذاكرة الفلاش (سميت بذلك لسرعتها العالية في الاستخدام ونقل البيانات)، وهي ذاكرة كمبيوتر هادئة (أي لا تعتمد على المحركات والأدوات الميكانيكية)، قابلة للمسح وإعادة البرمجة بشكل رقمي، وهي نوع من أنواع الذاكرة EEPROM تُمسح وتُبرمج في كتل تتألف من مواقع متعددة (في البدايات كانت الشريحة الداخلية تمسح بأكملها مرة واحدة)، إن تكلفة الذاكر الوميضية أقل بكثير من EEPROM ولذلك أصبحت التقنية المسيطرة، وكأمثلة تطبيقية على استخداماتها نعدد:

- في مشغلات USB الوميضية (الفلاشة) والتي تستخدم للتخزين العام ونقل المعطيات بين الحواسيب والأجهزة الرقمية.
- في Personal Digital Assistants (PDAs) أي (المساعد الرقمي الشخصي) وهو جهاز حاسوب صغير يستعمل من أجل عمليات الحساب أو الاتصالات أو الشبكات.
- وفي الحواسيب المحمولة، ومشغلات الأقراص الصوتية المضغوطة Audio CD Players، وآلات التصوير الرقمية Digital Cameras والهواتف الجوالة Mobiles، وغيرها...
- كما كَسَبَت بَعْضُ الشَّعْبِيَّةِ أَيْضاً فِي سَوْقِ الْأَلْعَابِ الرَّقْمِيَّةِ، حَيْثُ أَنَّهَا اسْتُعْمِلَتْ فِي أَغْلَبِ الْأَحْيَانِ بَدَلاً مِنْ EEPROMs أَوِ الذَّوَاكِرِ الْعَامِلَةِ بِالْبَطَارِيَّاتِ لِحِفْظِ بَيَانَاتِ تِلْكَ الْأَلْعَابِ.



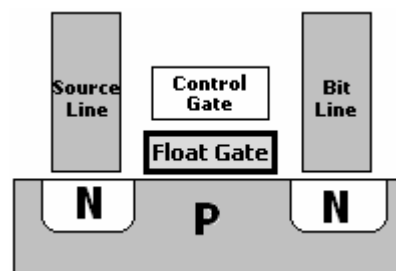
صورة للفلاش "ميموري" من داخلها

والذاكرة الوميضية غير طيارة، ما يعني أنها ليست بحاجة إلى التغذية الكهربائية لإبقاء المعلومات مخزنة في رقاقتها، بالإضافة إلى أنها توفر أزمنة وصول وقراءة سريعة (بالرغم من أنها ليست كسرعة RAM والتي بالمقابل لا تحتفظ بمعلوماتها بانقطاع التغذية الكهربائية / ذاكرة طيارة /) وهي أيضاً شديدة المقاومة للصدمات الحركية أكثر بكثير من الأقراص الصلبة، وهذه هي الميزة الأخرى للفلاش والتي تتضح بشكل أكبر عند رزّمها في "بطاقة ذاكرة"، مما يجعلها متينة جداً ويجعلها أيضاً قادرة على مقاومة الضغط الحاد، وتغيرات درجة الحرارة المفاجئة، والغمر في الماء.

مبدأ العمل:

تُخزّن الذاكرة الوميضية المعلومات في مصفوفة من الترانزستورات ذات البوابة المعزولة "Float-gate Transistor"، والتي تسمى "خلايا" (في الأدوات التقليدية ذات الخلايا وحيدة المستوى SLC (Single-level Cell) تُخزّن كلّ خلية خانة واحدة فقط من المعلومات (1Bit)، أما بعض الذواكر الوميضية الحديثة، فتعرف بالأجهزة ذات الخلايا متعددة المستوى MLC (Multi-level Cell)، حيث يُمكنها أن تخزّن أكثر من خانة واحدة لكلّ خلية من خلال الاختيار بين المستويات المتعددة من الشحنة الكهربائية لتطبّق على الترانزستور الموافق لتلك الخلية).

في الذواكر الوميضية ذات البوابة NOR كل خلية تشبه ترانزستور حقلي MOSFET قياسي، غير أنها ببوابتين بدلاً من واحدة، ففي أعلاها توجد بوابة تحكم "Control-Gate" (CG)، كما في ترانزستورات MOSFET، لكن تحتها يوجد بوابة عائمة "Float-Gate" (FG) معزولة بشكل كامل بطبقة من الأكسيد، تقع البوابة العائمة بين قناة الترانزستور وبوابة التحكم (الشكل ١)، ولأن البوابة العائمة معزولة إلكترونياً بطبقة الأكسيد العازلة فإن أي إلكترونات متواجدة فيها ستكون محصورة هناك، وتحت الشروط الطبيعية لن تتفرغ هذه الشحنة لسنوات عديدة.



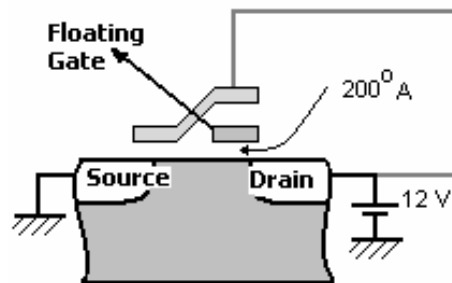
خلية الذاكرة الوميضية

- الشكل ١ -

عندما تحمل البوابة العائمة إلكترونات فإنها تحجب الحقل الإلكتروني لبوابة التحكم مما يعدّل جهد العتبة للخلية NOR، وأثناء قراءة الخرج يطبق الجهد على بوابة التحكم (CG) وتبقى قناة الترانزستور معزولة اعتماداً على جهد العتبة للخلية التي تكون مقيدة بوساطة شحنة البوابة العائمة، وإن حضور أو غياب تدفق التيار عبر قناة الترانزستور يشكلان شفرة ثنائية تعيد بدورها مع فاكات الشفرة البيانات المخزنة لتكون مفهومة من جديد.

في الأدوات ذات الخلايا المتعددة المستوى MLC والتي تخزن أكثر من خانة في الخلية الواحدة تنتج كمية تدفق أكبر (حضور وغياب تدفق التيار يحدث كثيراً) لكي يتحدد مستوى من الشحنات الكهربائية أكثر دقة.

صورة للبرمجة عن طريق الحقن الساخن للإلكترون



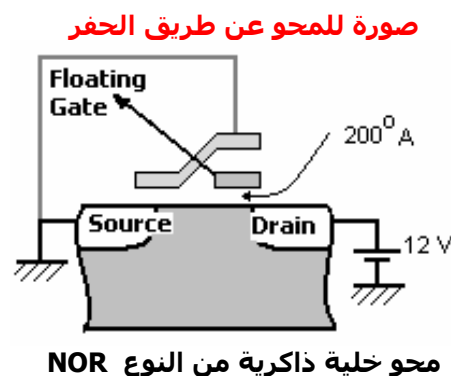
برمجة خلية ذاكرية من النوع NOR

-الشكل ٢-

إن خلية الذاكرة الوميضية NOR الوحيدة المستوى SLC بحالتها الافتراضية تكون مكافئة للقيمة (١) منطقي لأن التيار سيتدفق عبر قناة الترانزستور تحت تطبيق جهد ملائم على بوابة التحكم (CG)، وإن أية خلية ووميضية من النوع NOR يمكن أن تبرمج أو تأخذ القيمة (٠) منطقي وذلك من خلال الإجراءات التالية:

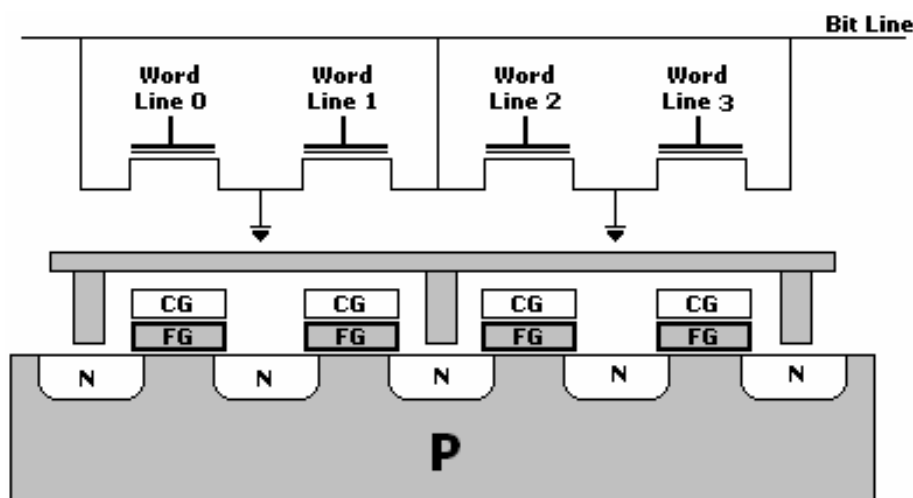
- تقديم جهد مرتفع لبوابة التحكم ($V_{\text{gate}} > 5V$).
- عندها ستكون قناة الترانزستور في حالة (ON) مما يؤدي إلى تدفق الإلكترونات بين المنبع والمصرف (Source And Drain) الموضحين في الشكل (٢).
- إن تيار Source-Drain (منبع-مصرف) قوي بما فيه الكفاية لجعل الإلكترونات ذات الطاقة العالية تقفز عبر الطبقة العازلة للبوابة العائمة عن طريق عملية تدعى الحقن الساخن للإلكترون (الشكل ٢).

ولحو خلية وميضية من النوع NOR (إعادتها إلى القيمة ١ / منطقي) يتم تطبيق جهد عكسي مرتفع بين بوابة التحكم (CG) والمصرف (Drain) يجذب الإلكترونات من البوابة العائمة عبر حفرٍ ما يدعى بالنفق أو الأنبوب الكمّي "Quantum Tunnel" (الشكل ٣)، إن الخلايا NOR الوميضية الحديثة مقسمة إلى أجزاء محو (غالباً تسمى كتل أو قطاعات "Blocks or Sectors")، فعملية المحو عندها يمكن فقط أن تطبق على كتلة واحدة، وبالتالي فإن كل الخلايا في (جزء المحو) ستمحى معاً.



-الشكل ٣-

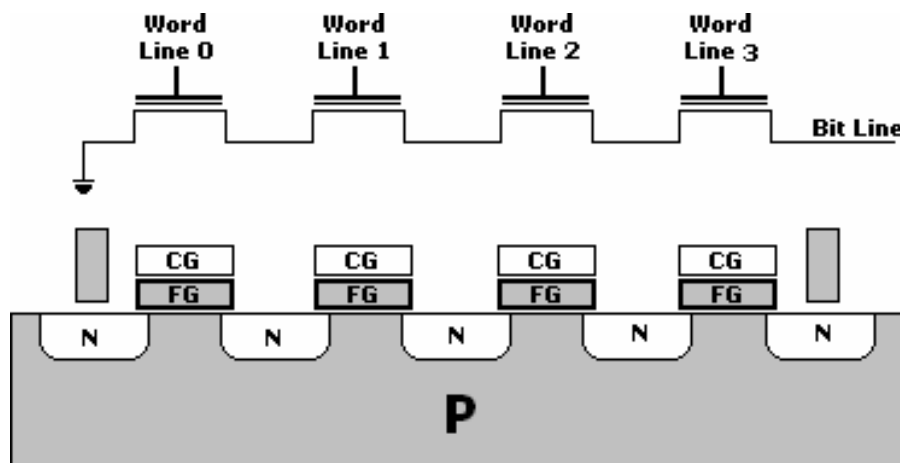
على كل الأحوال، فإن برمجة خلايا NOR يمكن أن تنجز بشكل عام على محرف (Byte) أو حتى على كلمة (Word = 2 Bytes) بنفس الوقت، عملياً وعلى الرغم من الحاجة للجهد العالي من أجل البرمجة والمحو فإن كل رقائق الفلاشات اليوم تتطلب فقط منبع جهد وحيد، ويتم إنتاج الجهود العالية عن طريق رقاقة مضخة الشحنة (الشكل ٤).



توزيع أسلاك الذاكرة من النوع NOR وتركيبها على السليكون

-الشكل ٤-

* ذواكر **NAND** الومضية تستخدم **الحقن** بتوليد الممر الأنبوبي (Tunnel Injection) من أجل الكتابة، و **التحرير** بتوليد الممر الأنبوبي (Tunnel Release) من أجل المسح (الشكل ٥)، إضافة إلى أنها تشكل لب واجهة الاتصال USB لأجهزة التخزين القابلة للإزالة.



توزيع أسلاك الذاكرة من النوع NAND وتركيبها على السليكون

- الشكل ٤ -

تاريخ الذواكر الومضية:

الذاكرة الومضية بنوعيهما "NOR & NAND" اخترعت من قبل الدكتور "Fujio Masuoka" عندما عمل في شركة "Toshiba" عام ١٩٨٤، ووفقاً لما تقوله الشركة فإن الاسم (فلاش) اقترحه السيد "Shoji Ariizumi" زميل الدكتور "Masuoka"، لأن عملية محو محتويات الذاكرة ذكرته بوميض آلة التصوير، قدّم الدكتور "Masuoka" اختراعه لمعهد مهندسي الكهرباء والإلكترونيات (IEEE) في عام ١٩٨٤ وذلك في اجتماع الأدوات الإلكترونية الدولي (IEDM) الذي انعقد في سان فرانسيسكو وكاليفورنيا، رأت شركة (Intel) الإمكانية الهائلة للاختراع وقدمت الإعلان التجاري الأول لرقاقات الفلاش من النوع (NOR) عام ١٩٨٨ م.

فلاشات النوع (NOR) تحتاج وقتاً ليس بقصير للكتابة والحو، لكنها تزود عناوين ونواقل بيانات كاملة تسمح بالوصول العشوائي إلى أيّ موقع من ذاكرة، ما يجعلها بديل مناسب لرقائق (ROM) الأقدم منها، التي كانت تستعمل لحزن شفرات البرامج التي نادراً ما تتطلب التغيير والتحديث، مثل برامج (BIOS) نظام الدخول والخرج الأساسي للحواسيب أو برامج التحكم، وهي تحتاج من ١٠,٠٠٠ إلى ١,٠٠٠,٠٠٠ دارة محو، إضافة إلى أن الفلاشات من النوع (NOR) كانت أساس

أجهزة التخزين والتسليية (الوسائط المتعددة) القابلة للإزالة، فالفلاشة المعروفة حالياً كانت أصلاً منها، ولكنها فيما بعد انتقلت إلى النوع (NAND) الأقل كلفة.

أعلنت توشيبا فلاشات (NAND) في (ISSCC) عام ١٩٨٩ م، تلك الذاكرة التي تحتاج وقت كتابة ومحو أقل وتتطلب مساحة أقل للخلايا في كل رقاقة، هكذا تصبح كمية التخزين المسموح بها أكبر وتصبح كلفة البت الواحد أقل بكثير من النوع (NOR)، إضافة إلى أنها تحمل أكثر من (NOR) بحوالي عشر مرات، على كل الأحوال فإن واجهة (الدخل/الخروج) للنوع (NAND) لا تدعم الوصول العشوائي لنواقل العناوين الخارجية، بالأحرى؛ يجب أن تقرأ كل الكتل القاعدية للبيانات والتي تُعدّ بمئات وأحياناً آلاف الخانات، ما جعل فلاشات (NAND) غير مناسبة لتكون (ROM) للبرامج، فمنذ نشأتها كانت المعالجات الصغيرة والمتحكمات الدقيقة ولا زالت غير قادرة على تنفيذ البرامج المخزنة في الذاكرة بدون ميزة الوصول العشوائي، على أية حال فهي مشاهة لأدوات التخزين الثانوية كالقرص الصلب والسواقات البصرية ولذلك فهي مناسبة جداً لتستخدم كبطاقات ذاكرة.

أوائل ذواكر (NAND) القابلة للإزالة استخدمت في الوسائط الذكية (Smart-Media)، وكذلك بالنسبة للعديد مما تلاها مثل: بطاقات الوسائط المتعددة وبطاقات الائتمان وذواكر الصور والبيانات، والجيل الجديد منها يتضمن (RS-MMC, Mini-SD, Micro-SD, Intelligent Stick) وهذه الأدوات كلها تتميز بصغر الحجم الفيزيائي فعلى سبيل المثال مساحة ذاكرة (Micro-SD) ١,٥ سم^٢ / بسماكة لا تتجاوز ١ مم.

أنظمة الملفات المستخدمة مع الفلاشات:

نتيجة للخصائص الاستثنائية التي تتمتع بها الذاكرة الوميضية فمن الأفضل استخدام نظام الملفات الذي يكتب فوق الوسائط على وجه التحديد ويستطيع التعامل مع الزمن الطويل اللازم للمحي في الكتل الوميضية، والفكرة الأساسية الكامنة وراء نظم الملفات الوميضية هي الآتية:

عندما يتم تحديث مكان التخزين الوميضي فإن نظام الملفات سوف يكتب البيانات الجديدة فوق كتل ذاكرية حرة ثم يعيد تشكيل خريطة مؤشرات الملفات وبعدها يقوم بحذف الكتل القديمة لاحقاً عندما يتثنى له الوقت، أحد أنظمة الملفات الوميضية التي ظهرت في البداية كان نظام الملفات (FFS2) من مايكروسوفت المستخدم مع نظام التشغيل (MS-DOS) في بداية عام ١٩٩٠ م، وصادقت مجموعة الصناعة (PCMCIA) حوالي عام ١٩٩٤ م على النظام (FTL) بشكل خاص والذي يسمح للجهاز

التخزين الوميضي أن يبدو كما لو كان قرص ذو نظام ملفات (FAT)، ولكن مازال يتمتع بقدرة احتمال فعالة، ومن الأنظمة التجارية الأخرى نظام (FlashFX) والذي تم ابتكاره ليلغي الامتياز الذي حققه (FTL)، وإن (JFFS) هو أول نظام ملفات يتعامل مع نظام التشغيل (Linux) ولكن ما لبث أن حل محله نظام (JFFS2).

السرعة:

بطاقة الذاكرة الوميضية متوفرة بسرعات متعددة، فبعضها يتمتع بمعدل نقل يقارب 2MB/s ، وبعضها يصل حتى 12 MB/s... إلخ، والسرعة الدقيقة لهذه البطاقات تعتمد على تعريف الميغابايت الذي يستخدمه السوق، فالعديد من هذه البطاقات ذو معدل بسيط 100x, 200x, 300x في هذه الكروت الذاكرة (حيث يعتبر أن 1x = 150 KB/s) وهي سرعة نقل المعلومات التي تتمتع بها أجهزة الأقراص الليزرية الأولى والتي كانت معتمدة كمرجع لسرعات كروت الذاكرة الوميضية أيضاً، فعند مقارنة الكرت ذو السرعة 100x مع الكرت الذي يتمتع بسرعة 12 MB/s فإننا نقوم بالحساب التالي:

سرعة النقل بالإكس $12,000 \text{ KB/s} \div 150 \text{ KB/s} = 80x$

السعة :

شرائح الذاكرة الوميضية المعروفة تتراوح سعتها بين كيلوبايت واحد وحتى عدة جيجابايت، والشرائح المركبة تكون منضدة للحصول على ساعات أكبر، إن سعة الشرائح الوميضية تخضع لقانون (مور) لأنها تنتج بنفس الطريقة المتبعة في صناعة الدارات المتكاملة الأخرى، إلا أنها قد تتعدى ذلك القانون بحسب التطورات التكنولوجية.

في عام ٢٠٠٥ قامت شركة (توشيبا) وشركة (سان ديسك) بتطوير شريحة ذاكرة ووميضية تخزن (1 GB) من البيانات باستخدام تقنية الخلايا متعددة المستويات (MLC) حيث يتم تخزين خانتين من المعطيات في الخلية الواحدة، وفي تشرين الثاني من نفس العام أعلنت شركة (SAMSUNG) أنها طورت أول شريحة (2 GB) في العالم، وفي آذار عام ٢٠٠٦ أعلنت عن القرص الوميضي بسعة (4 GB) والذي امتلك نفس الحجم الصغير للقرص الصلب الموجود في الأجهزة المحمولة (Laptops)، ومن الذواكر الوميضية التي تم إنتاجها في منتصف العام ٢٠٠٦ نذكر بطاقات الذواكر، و الذواكر الوميضية ذات الموصل التسلسلي العالمي (USB)، وقد ندر استخدام السعات (256 MB) والأجهزة ذات السعات الأقل من ذلك، حيث أصبحت الذاكرة الوميضية ذات السعة (1 GB) جهاز التخزين المعتاد

للأشخاص الذين لا يستخدمون الذواكر الوميضية بشكل كبير في حين أن الكثير من المستهلكين استخدم السعة (2 Or 4 GB).

فقد البيانات واستعادتها :

إن أكثر الأشياء المسببة لتلف البيانات هو إزالة جهاز الذاكرة الوميضية أثناء كتابة المعلومات إليه، وقد تتفاقم الحالة عند استخدام نظام ملفات غير مصمم للتعامل مع الأجهزة القابلة للإزالة، أو عند إزالته ولا زالت هنالك معلومات تُنتظر من أجل الكتابة.

إن استعادة البيانات من أجهزة الذاكرة الوميضية يكون ممكناً (في بعض الحالات) وهناك مناهج وطرق متعددة يمكن أن تعطي نتائج جيدة في هذا المجال.

انتهت حلقة البحث

المراجع:

http://en.wikipedia.org/wiki/Flash_memory

بالإضافة إلى الاستعانة بالقواميس التالية للترجمة:

- الوافي الذهبي. /برنامج/.
 - قاموس صخر الجديد ٢٠٠٧. /برنامج/.
 - مصطلحات الكمبيوتر والانترنت. /اطلب النسخة من المترجم/.
 - المورد القريب لمنير البعلبكي /النسخة الجديدة ٢٠٠٨/./ /ورقي/.
- تحيتي الخاصة إلى المشرفة المهندسة شذى عبادي وأشكرها على ما قدمته لنا من الفائدة والمتعة في مادتيها المقررتين (بنية وتنظيم الحاسب، قواعد المعطيات) أثناء هذا العام ٢٠٠٧-٢٠٠٨.

وأشكر كل من قرأ هذه النسخة سواء على الورق أو على الملف الرقمي [Flash_memory.pdf](#).

ترجمة وإعداد بكري علوش

الجمعة ٢٨/١١/٢٠٠٧

E-mail: backer-net@maktoob.com