

# إنقاذ الذاكرة الرقمية بميزانية محدودة: تجربة جامعة فكتوريا

جون دورنو، جيرى تروفيمتشوك



## المخلص:

يعرض المقال دراسة حالة لإنشاء برنامج صغير للأدلة الجنائية الرقمية في جامعة فكتوريا، بمنحة قدرها 2000 دولار من جمعية مكتبات البحث الكندية، بهدف استخراج محتوى الأقراص المرنة الواردة ضمن المجموعات المهددة إلى الأرشيف وحفظه. ويشرح المؤلفان قرارهما ببناء حاسوب «قديم» من قطع جديدة حول لوحة أم صناعية من طراز (IBASE MB820)، إلى جانب محطة عمل حديثة مزودة بمتحكم أقراص مرنة عبر (USB)، ويصفان البيئة البرمجية وأدوات إنشاء صور الأقراص، ويناقشان تفضيلهما للصور الخام على صيغة (AFF). ويستعرضان تجربة استرجاع ملفات (WordStar) من أقراص الشاعرة رونا موري، ومحاولة فاشلة لأقراص رسالة ماجستير، ثم قضايا التخزين طويل الأمد من بيانات وصفية وصيغ وتنظيم ونظام حفظ. ويخلصان إلى أن تنوع خيارات العتاد والبرمجيات مفيد، وأن بناء الحواسيب القديمة من قطع جديدة ومستعملة قد يكون استراتيجية أجدى من إبقاء الحواسيب القديمة عاملة.

**الكلمات المفتاحية:** الأدلة الجنائية الرقمية، المواد المولودة رقميًا، الأقراص المرنة، صور الأقراص، الحفظ الرقمي

## مقدمة:

في عام 2012 كتب مارشال بريدنغ (Marshall Breeding):

من [..] المثير للاهتمام أن ننظر في الطرق التي غيّرت بها التقنية التحديات التي تواجهها المكتبات حين تقبل مجموعات العلماء أو الأدباء المتقاعدين. ففي الماضي كانت مثل هذه المجموعة، المبيعة أو المهداة إلى مكتبة أو أرشيف، تتألف من كتب وصناديق من الملاحظات والمخطوطات والمراسلات وغيرها من القطع المادية. أما اليوم فقد يضيف العلماء المتقاعدون أيضًا ملفات معالجة النصوص، ومجموعات بيانات البحث، بل الحواسيب نفسها. وقد تكون الملفات محفوظة على وسائط تقادمت منذ زمن بعيد. فكم مكتبة، على سبيل المثال، ما زالت تملك

أجهزة قادرة على قراءة الأقراص المرنة مقاس 5.25 بوصة التي كانت معيارًا في الأيام الأولى للحواسيب ومعالجات النصوص؟ أو الأشرطة المغناطيسية من حاسوب مركزي يعود إلى سبعينيات القرن العشرين؟ وقد تنطوي معالجة مثل هذه المجموعات على قدر متزايد من الآثاريات الرقمية.

كان لملاحظة بريدنغ صدى خاص لدينا، لأن أرشيف جامعتنا كان قد تلقى قبيل نشرها بقليل إهداءً من مواد مادية مرفقة بقوائم جرد على أقراص مرنة مقاس 5.25 بوصة. ولم تكن هذه أول مرة تتضمن فيها الإهداءات مثل هذه المواد، لكن كل ما استطعنا فعله بها حتى ذلك الحين هو تخزينها مع سائر المواد المادية في المجموعة. وبطبيعة الحال لم تكن هذه الاستراتيجية مثلى، للسبب الذي ذكره بريدنغ، ولأن هذه الوسائط تتدهور مع مرور الوقت أيضًا. فكلما طال انتظارنا قبل محاولة استخراج محتوياتها قلّ احتمال نجاحنا في ذلك، فقررنا أن الوقت قد حان للمحاولة.

وكان من البديهي أن نحتاج أولًا إلى الحصول على أجهزة تؤدي المهمة. وبالطبع كانت مكتبتنا في وقت ما تملك أجهزة قادرة على قراءة الوسائط القديمة، لكن ذلك كان حين لم تكن تلك الوسائط قد تقادمت بعد، ولأن مساحة التخزين ثمينة، فقد تخلصنا على مر السنين بعناية من الحواسيب القديمة لإفساح المجال لبدائلها، وكان آخر مشغل للأقراص المرنة مقاس 5.25 بوصة قد غادر المبنى منذ زمن طويل.

كان أحد الاحتمالات بالطبع شراء نظام قديم كامل من بائع متخصص في مثل هذه الأشياء، لكننا ترددنا في سلوك هذا الطريق لثلاثة أسباب:

- تميل الأجهزة العتيقة إلى أن تكون باهظة الثمن، ولا سيما إذا كانت مجدّدة.
- حتى مع الأجهزة المجدّدة لا ضمان للمدة التي ستظل تعمل فيها؛ فالأجزاء الميكانيكية تبلى، والمكتشفات تنفجر، والصدأ يتراكم بمرور الوقت.
- مع وجود حلول جاهزة للأدلة الجنائية الرقمية، مثل جهاز الاسترجاع الجنائي للأدلة (Forensic Recovery of Evidence Device, FRED) من شركة (Digital Intelligence)، فقد بدت هذه الحلول مصممة بما يفوق متطلباتنا، وبسعر مرتفع تبعًا لذلك. وكانت ميزانية العتاد لهذا المشروع 2000 دولار، ولم نتجاوزها.

وانطلاقًا من السبب الثاني، خطر لنا أننا على الأرجح لن نحتاج إلى أن يدوم هذا النوع من الأجهزة إلى الأبد. فسيأتي يوم لا تعود فيه إهداءات من الأقراص المرنة مقاس 5.25 بوصة، بل حتى مقاس 3.5 بوصة، إذ يرسل أبناء الأجيال التي استخدمت هذه الوسائط، على نحو يستدعي صورة المراقبين تحت التل في شعر إليوت (Eliot). وبالطبع من المشكوك فيه أن تظل هذه الوسائط قابلة للقراءة بعد 20 عامًا أخرى، حتى لو بقيت لدينا الأجهزة اللازمة لذلك.

ومع وضع ذلك في الحسبان، قررنا أن نستهدف مدة تشغيل تتراوح بين 20 و25 عامًا. فما الذي يمكننا فعله الآن، إن كان ثمة ما يمكن فعله، لضمان احتفاظنا بالقدرة على قراءة الأقراص المرنة القديمة طوال ربع القرن القادم؟ عند هذه النقطة قررنا أن نبحث في مدى إمكان بناء حاسوب قديم من قطع جديدة. فأجرينا بعض البحث، وخلصنا إلى أن ذلك ممكن، وحصلنا على منحة من جمعية مكتبات البحث الكندية (CARL) لتغطية تكلفة شراء العتاد. ويصف ما تبقى من هذا المقال كيف تناولنا المشكلة، واعتبارات التصميم كما طبقت على العتاد والبرمجيات ومواقع التقائهما، وبعض النتائج الأولية.

## العتاد:

بالطبع يحق لأي شخص ملّم بمجال الأدلة الجنائية الرقمية أن يسأل لماذا لم نفعل ببساطة ما يفعله الجميع: استخدام حاسوب حديث مزود بمتحكم أقراص مرنة يتصل عبر (USB) (فبالنسبة إلى الأقراص المرنة مقاس 5.25 بوصة يبدو أن الحل المعتمد هو متحكم الأقراص المرنة (FC5025) من شركة (Device Side Data)، أو (Kryoflux) في الفئة الأعلى). (Reside, 2012) إنه سؤال وجيه، وقبل أن أعدد أسبابنا أشير إلى أننا بنينا بالفعل محطة عمل ثانية مزودة بمتحكم (FC5025)، فصار لدينا معيار للمقارنة. وفي بقية هذا المقال سنشير إلى هذين الحاسوبين بالحاسوب «الجديد/القديم» (حاسوب قديم مبني من قطع جديدة) وحاسوب «القرص المرن عبر (USB)» (محطة عمل مزودة بمتحكم أقراص مرنة عبر (USB)).

ومن الأسباب التي قد تدعو إلى التفكير في استنساخ منصة عتاد أقدم ما يلي:

- حتى لو حلّ المتحكم (FC5025) مشكلة قراءة الأقراص مقاس 5.25 بوصة على نحو ممتاز (والمؤشرات الأولى تدل على ذلك)، فإنه لا يعالج مشكلة قراءة الأقراص مقاس 3.5 بوصة. وما زالت مشغلات الأقراص المرنة الخارجية مقاس 3.5 بوصة المتصلة عبر (USB) متوفرة تجاريًا، لكن ثمة تقارير تفيد بأنها تواجه مشكلات في قراءة الوسائط القديمة أكثر مما تواجه الأجهزة الموصولة مباشرة. وكثير منها لا يقرأ إلا الأقراص المرنة عالية الكثافة، لا النوع الأقدم مزدوج الكثافة (Reside, 2012).
  - إنشاء صور الأقراص (disk images) ليس بالطبع إلا الخطوة الأولى على طريق حفظ المحتوى، وهو بالطبع ما يهمننا. فانت تحتاج إلى القدرة على تحميل صورة القرص أو الوصول إلى الملفات التي تحتويها بطريقة أخرى، وتشغيل طيف من البرمجيات وأنظمة التشغيل القديمة لكي تتمكن من عرض الوثائق أو تشغيل الملفات التنفيذية القديمة. ومع أن المحاكاة وتحويل الصيغ ممكنان وضروريان كلاهما (إذ ليس من الواقعي محاولة استنساخ كل تكوين عتاد محتمل قد تصادفه)، فإن لهذا النهج حدوده. وامتلاك القدرة على إقلاع أنظمة التشغيل القديمة على العتاد مباشرة يتيح مرونة إضافية في استخراج المحتوى من الوسائط القديمة.
- ذلك على الأقل هو المسوّغ الذي انطلقنا منه. وينبغي أن نؤكد منذ البداية أننا مبتدئان نسبيًا في استرجاع البيانات من وسائط الحواسيب القديمة، وكنا أقل خبرة حين انطلق هذا المشروع في عام 2012. فجري فني في أنظمة المكتبة وهاوٍ للعتاد ذو خبرة سنوات طويلة؛ وجون أمين مكتبة متعدد المهارات علّم نفسه بنفسه ويدير قسم أنظمة المكتبة. وهدفنا هنا أن نصف كيف تناولنا المشكلة، آمليين أن يكون في ذلك نفع للعاملين في هذا المجال، أو لأي شخص يريد استنساخ وظائف العتاد القديم باستخدام مكونات جديدة، ربما لأسباب غير مجرد قراءة البيانات من الوسائط القديمة.

كان المكوّن الأساسي في استراتيجيتنا للعتاد لوحة أم صناعية من طراز (IBASE MB820)، متوفرة بسهولة لدى موردين متعددين. وتختلف اللوحات الأم الصناعية عن نظيراتها الاستهلاكية في أنها مصممة لدعم استمرارية تشغيل البرمجيات المتخصصة الشائعة في التطبيقات الصناعية. ففي العادة لا يستحق تحديث البرمجيات الصناعية لمجرد إبقائها متوافقة مع عتاد الحواسيب الأحدث ما ينفق عليه، ومن الأوفر إبقاء بيئة العتاد ثابتة أطول مدة ممكنة. ولذلك فإن اللوحة (MB820) من منظورنا خصائص مهمة وقيّمة.

تدعم اللوحة الأم (MB820) معالج (Intel Pentium 4)، مما يمنحها قدرة معالجة تعادل حاسوبًا من أوائل العقد الأول من القرن الحادي والعشرين. ومن حيث المكونات المدعومة، فإنها تجمع بين الأجهزة الموروثة الأقدم، مثل مشغلات الأقراص المرنة مقاس 5.25 بوصة ولوحة المفاتيح والفأرة بمنفذ (PS/2)، والأجهزة الأحدث مثل الأقراص الصلبة (SATA)، وهذا اعتبار مهم لأن شراء الأقراص الصلبة (IDE) أصبح صعبًا.

وعلى أساس اللوحة (MB820) تمكنا من بناء نظام يضم المكونات الآتية:

- معالج (Intel Pentium 4) بسرعة 2.8 غيغاهرتز وذاكرة مخبئية (L2) سعتها 512 كيلوبايت
- ذاكرة (DDR) سعتها 4 غيغابايت
- قرص صلب (SATA) من (Seagate) سعته 500 غيغابايت
- بطاقة رسومات (ATI Radeon 9200 AGP)
- بطاقة صوت (Creative Labs SoundBlaster AWE 64) (مفيدة للصوت في نظام (DOS))
- مشغل أقراص مرنة مقاس 5.25 بوصة
- مشغل أقراص مرنة مقاس 3.5 بوصة
- مشغل أقراص ضوئية (CDR/DVD) بواجهة (IDE)
- لوحة مفاتيح (Logitech) بمنفذ (PS/2)
- فأرة (Hewlett Packard) بمنفذ (PS/2)

وتتيح لنا هذه المكونات مجتمعة تشغيل مجموعة متنوعة من البرمجيات وأنظمة التشغيل الموروثة، منها (MS-DOS) و (Windows 3.11)، إلى جانب أنظمة تشغيل أحدث مثل (Windows XP Pro) و (CentOS Linux 5.10)، للإفادة من القدرات المختلفة لكل منها. فعلى سبيل المثال تدعم اللوحة الأم أجهزة الإدخال بمنفذي (USB) و (PS/2) كليهما، وهذا مفيد لأن نظام (DOS) لا يدعم (USB) بسهولة. وبالطبع فإن الدعم المدمج في اللوحة لمشغلات الأقراص المرنة يغني عن الحاجة إلى متحكمات (USB)، مما يجعل الوصول المباشر إلى مشغلات الأقراص من داخل (DOS) ممكنًا إن أردنا ذلك يومًا.

وكما ذكر آنفًا، كان هدف المشروع بناء نظام قديم من قطع جديدة. وقد نجحنا في ذلك في معظمه لا كله. فمشغلات الأقراص المرنة نفسها (مقاس 3.5 بوصة و 5.25 بوصة كلاهما) اشترت مستعملة، وكذلك بطاقتا الصوت والرسومات، فلم نوفق في العثور على موردين لنسخ جديدة من هذه المكونات القديمة، في حين كانت المكونات المستعملة متوفرة بسهولة وبشمن زهيد.

وكان شراء قطع احتياطية من المكونات الرئيسة أمرًا محوريًا أصلًا لتحقيق هدفنا في عمر تشغيلي يبلغ 25 عامًا. ولأن الأجزاء المستعملة أقل احتمالًا للصمود مدة طويلة مقارنة بالمكونات الأحدث، فقد اشترينا لها قطعًا احتياطية إضافية تحسبًا لصعوبة الحصول على بدائل أو ارتفاع تكلفتها مستقبًا.

## البيئة البرمجية:

كما ذكر أعلاه، يستطيع حاسوبنا «الجديد/القديم» إقلاع أنظمة تشغيل متعددة. غير أننا نجد أن قسم (CentOS 5.x) (حاليًا 5.11) هو الأكثر مرونة للاستخدام اليومي. وقد اخترنا (CentOS 5.11) لأنه يدعم عتادنا ذا البنية 32 بت وحزمة أدوات (CERT) للأدلة الجنائية (CERT Forensics Tools) التي تضم معظم الأدوات التي نحتاج إليها لإنشاء صور الأقراص وفحصها. ويتوفر (CentOS 6.x) أيضًا بإصدار 32 بت، لكن يبدو أن حزمة (CERT) غير متاحة بإصدار 32 بت بعد (CentOS 6.4)، مما يعني أننا ما كنا لنتمكن من تثبيت التحديثات مستقبلاً لو اخترنا الإصدار الأحدث من (CentOS). وبالطبع ستتوقف تحديثات (CentOS 5.x) في عام 2017، وعندها سيتعين علينا أن نقرر إما تجميد الجهاز ببساطة (وحجب الوصول إلى الشبكة الخارجية لأسباب أمنية) وإما ترقية نظام التشغيل.

ومن الجدير بالذكر أن (CentOS 5.x) تعرّف تلقائيًا على كلا مشغلي الأقراص المرنة وهما يدعمهما في أثناء عملية التثبيت. وكان ذلك غير متوقع ومُرضيًا جدًا، إذ كنا نتوقع أن يتطلب تضمين برامج التشغيل المناسبة في النواة قدرًا من الجهد.

أما حاسوب «القرص المرن عبر (USB)» فيعمل بنظام (Windows 7 Enterprise)، مع تشغيل (BitCurator) داخل (Virtual Box)، غير أن (BitCurator)، كما سيأتي، لا يعمل حاليًا في بيئتنا.

## إنشاء صور الأقراص:

إنشاء صور الأقراص المرنة خطوة أولى مهمة نحو حفظها. فلم تكن الأقراص المرنة قط من أكثر الوسائط متانة، والأقراص المرنة الأقدم خاصة تحتاج إلى تعامل بالغ الحذر. وفي الوقت نفسه لا يكفي مجرد استخراج محتوياتها، لأن الهدف هو حفظ الملفات المفردة، وكذلك طريقة تنظيمها، وطوابعها الزمنية، وأي بيانات وصفية إضافية ربما كانت جزءًا من نظام الملفات الأصلي. والأمثل أن تُنشأ نسخة مطابقة قدر الإمكان بأقل قدر من التعامل مع القرص الأصلي. ويلبي إنشاء صور الأقراص كلا المتطلبين: إذ تُنشأ أولًا نسخة من القرص على مستوى البت (يُؤمل أن يكون ذلك بقراءة واحدة)، ثم يجري أي استخراج لاحق للمحتوى من نسخة من الصورة، لا من القرص الأصلي (Woods & Lee, 2012).

غير أنه تبين أن إنشاء صور الأقراص ليس أمرًا يسيرًا تمامًا، حتى بعد امتلاك العتاد اللازم. فثمة برمجيات متنوعة لإنشاء الصور، ويمكن حفظ الصور بصيغ متعددة. فما أفضل نهج؟

حين رجعنا إلى الأدبيات بدا أن أفضل الممارسات في إنشاء صور الأقراص الأرشيفية مستمدة من مجال الأدلة الجنائية الرقمية، والسبب أن الأرشيفات وجهات إنفاذ القانون كليهما مطالبة بأن تثبت على نحو موثوق أن صورها نسخ دقيقة وكاملة من الأصل (Duranti, 2009, and Fox, 2011). ومع ذلك يظل من الممكن التساؤل عن مدى وجوب امتداد أفضل الممارسات التي طوّرت في مجال إلى المجال الآخر، ولا سيما في ما يتعلق بصيغ الملفات للحفظ طويل الأمد.

أبسط صيغ الصور هي النسخة الخام على مستوى البت من الوسيط المصدر الأصلي. وهذه الصيغة هي ما تنتجه أدوات مثل الأمر العريق (dd)، الموجود بشكل أو بآخر منذ سبعينيات القرن العشرين والمضمّن في كل نظام يونكس متوافق مع (POSIX). غير أنه يبدو أن ثمة شيئًا من الإجماع في الأدبيات على تفضيل صيغة الأدلة الجنائية المتقدمة (Advanced Forensics Format, AFF)، ويرجع ذلك إلى حد كبير إلى قدرتها على تخزين البيانات الوصفية التي

ينشئها المستخدم في الملف نفسه مع صورة القرص، إلى جانب ميزات أخرى مثل التوقيعات الرقمية وقدرات تخزين أكثر كفاءة. (Garfinkel et. al., 2006) لكن في سياق الحفظ طويل الأمد، ولا سيما في ضوء متطلبات التخزين الضئيلة لصور الأقراص المرنة، يبدو لنا أن استخدام صيغة أكثر تعقيدًا ومتطورة باستمرار مثل (AFF) ينطوي على عيوب لا تقل عن مزاياها. ولم تزد ثقتنا حين تبين لنا أن الإصدارات الأقدم من (AFF) قد أُعلن منذ ذلك الحين عن إيقاف استخدامها مستقبلاً (Forensics Wiki, n. d.). ونعتقد أن الصور الخام أرجح بقاءً قابلةً للقراءة على المدى الطويل من الصيغ الأكثر تخصصًا.

وإلى جانب (dd)، نستكشف استخدام أدوات أخرى لإنشاء صور الأقراص. ومن هذه الأدوات برنامج احتكاري يأتي مع متحكم الأقراص المرنة (FC5025) عبر (USB) من شركة (Device Side Data). وقد تبين أنه أفضل خيارًا لإنشاء صور الأقراص المرنة مقاس 5.25 بوصة، لسهولة استخدامه عمومًا ولقدرته على قراءة أقراص يعجز عنها (dd). وأكبر نقاط ضعفه أنه لا يسجل القطاعات التالفة، مع أنه يعرض هذه المعلومات على الشاشة لفترة وجيزة في أثناء القراءة. وهو ينتج صورًا خامًا للأقراص.

(BitCurator) مجموعة أدوات أخرى أكثر تعقيدًا تكتسب انتشارًا كبيرًا في مجال الحفظ الرقمي، ولم نبدأ إلا للتو في استكشاف قدراتها. و (BitCurator) توزيعية مخصصة من (Ubuntu)، وأداة إنشاء الصور الرئيسة فيها هي الأداة مفتوحة المصدر (Guymager). و (Guymager) برنامج مرن وسهل الاستخدام نسبيًا لإنشاء الصور، يستطيع إخراج صور بصيغ الخام و (AFF) و (EWF) مع قيم التحقق من سلامة البيانات والبيانات الوصفية. غير أننا حتى كتابة هذه السطور لم ننجح في استخدام (BitCurator) لإنشاء صور الأقراص المرنة، سواء مقاس 3.5 بوصة أو 5.25 بوصة. فهو يتطلب بنية 64 بت، ولذلك لا يعمل على جهازنا «الجديد/القديم» ذي البنية 32 بت. ومع أنه يعمل داخل (Virtual Box) على محطة عمل «القرص المرن عبر (USB)» ويتعرف على مشغل الأقراص المرنة المتصل عبر (USB)، فإنه يتجمد عند محاولة القراءة منه. ولم نحدد بعد سبب هذه المشكلة.

ومع ذلك تجدر الإشارة إلى أنه مع كون (BitCurator) وسيلة مريحة جدًا للحصول على طيف واسع من أدوات الأدلة الجنائية واستخدامها، فإن معظم مكوناته البرمجية متاحة بطرق أخرى (مثل حزمة أدوات (CERT) للأدلة الجنائية المذكورة أعلاه)، ويمكن ترجمتها وتشغيلها بسهولة تامة في بيئتنا (CentOS 5.x) ذات البنية 32 بت.

وأخيرًا، كان من أكبر التحديات التي واجهناها حتى الآن في إنشاء الصور مجرد تحديد مجموعة التقنيات التي كتبت البيانات على الأقراص في الأصل. فحتى عند أخذ نسخة من القرص على مستوى البت، قد يكون من الحاسم أن نعرف، على سبيل المثال، هل حُفظت البيانات التي يحتويها جهاز (Apple II) أم (DEC Rainbow 100)، وأي إصدار من نظام التشغيل كان يعمل عليه آنذاك. وربما كان من المستغرب مدى ندرة هذا النوع من البيانات الوصفية المرافقة للأقراص المرنة القديمة في أرشيفاتنا.

## استرجاع المحتوى:

لتوضيح أنواع التحديات التي تفرضها الوسائط القديمة سنصف أحد أوائل مشروعاتنا، وهو إنشاء صور واستخراج محتوى من صندوق يضم اثني عشر قرصًا مقاس 5.25 بوصة في مجموعة أرشيف شاعرة محلية (من جزيرة فانكوفر) هي رونا موري (Rona Murray). وكنا نعلم منذ البداية أن عمر الأقراص نحو 30 عامًا، وأنها من مصنعين متنوعين،

وجميعها أحادية الوجه مزدوجة الكثافة. وكانت بطاقة ملصقة على جانب الصندوق تشير إلى أنها تحتوي ملفات أنشئت ببرنامج (Wordstar 2.2)، كما وُسم كل قرص بقائمة بالملفات التي يحتويها. غير أننا لم نكن نعلم نوع الحاسوب الذي استخدمته المؤلف.

فشلت محاولتنا الأولى لإنشاء صور الأقراص. فقد استخدمنا 'dd' مع بعض خيارات الإعداد المعتادة، لكنه عجز عن إنشاء صورة من أي من الأقراص التي جربناها. وظنًا منا أن الأقراص ربما كانت تالفة، استخدمنا بعد ذلك برنامجًا يُدعى 'ddrescue' لنرى هل نستطيع استرجاع البيانات بتلك الطريقة، إذ يقرأ (ddrescue) على مستوى أدنى من (dd). وباستخدام (ddrescue) تمكنا فعلًا من استخراج قدر كبير من البيانات، لكن السجلات أشارت إلى معدلات أخطاء كبيرة.

تعذر علينا تحميل صور الأقراص التي أنشأناها باستخدام (ddrescue)، ومن ثم لم نستطع استعراض محتوياتها بأدوات نظام الملفات المعتادة. وفي محاولة أخرى لاسترجاع ما يمكن قراءته، عرضنا محتويات الصور مباشرة في الطرفية باستخدام أمر يونكس «(more)»، فظهرت أجزاء مقروءة من النصوص.

ومن المثير للاهتمام أنه حتى لو لم نتمكن من تحسين عمليتنا أكثر، لظل كثير من المحتوى مقروءًا، بفضل أن (WordStar) كان يحفظ الملفات في صورة نصوص عادية أساسًا (وإن كان بترميز (ASCII) ذي 7 بتات). بل الأفضل من ذلك أن (WordStar) كان يبيّن أيضًا أي إصدار منه أنشأ الملف، وهو في هذه الحالة إصدار (Kaypro II 64k CP/M). وبالاستناد إلى هذه المعلومة، تمكنا من العودة وإنشاء صور جيدة جدًا من عشرة من الأقراص الاثني عشر باستخدام مشغل الأقراص المرنة عبر (USB)، مستعملين هذه المرة أداة إنشاء الصور الاحتكارية من (Device Side Data) (التي تتضمن إعدادًا مدمجًا لأقراص (Kaypro II CP/M)). وللأسف كان قرصان من الاثني عشر متآكلين بشكل ظاهر وكانت قطاعات كثيرة منهما غير مقروءة، لكن معدل النجاح عمومًا كان أعلى كثيرًا مما توقعنا.

وفي هذه الحالة بالطبع لم تكن قدرتنا على تشغيل طيف من بيانات الحوسبة التاريخية ومحاكاتها مفيدة في الوصول إلى محتويات صور الأقراص، إذ إن (CP/M) ليس بعد من البيانات التي نستطيع محاكاتها. ولحسن الحظ تمكنا من استخدام حزمة (cpmtools) لمايكل هارت (Michael Haardt) على محطة عمل حديثة بنظام (Ubuntu linux) لسرد المحتويات واستخراج الملفات المفردة. ومع أننا لا نملك حاليًا نسخة من (WordStar)، فقد تمكنا من فتح الملفات بسهولة في طائفة من التطبيقات المتوافقة مع الإصدارات السابقة، مثل (WordPerfect 12).

وقد دلت تجربتنا حتى الآن على أن برمجيات مثل (dd) و (Guymager) تحقق معدل نجاح أعلى كثيرًا في إنشاء صور الأقراص المرنة التي يعود تاريخها إلى الفترة من أواخر ثمانينيات القرن العشرين حتى تسعينياته، حين كانت هندسة الأقراص قد أصبحت أكثر توحيدًا وكانت أكبر مشكلات التوافق بين أنظمة (Microsoft) و (Apple). أما إنشاء الصور واسترجاع المحتوى من الأقراص التي تعود إلى أوائل الثمانينيات فيتطلب مستويات أعلى من الجهد والخبرة.

لم تكن جميع مشروعات الاسترجاع لدينا ناجحة. فمحاولتنا استرجاع ملفات من مجموعة أقراص مرنة مقاس 5.25 بوصة كانت مرفقة برسالة ماجستير من عام 1984 لم تسفر عن شيء مفيد. ففي هذه الحالة كانت الأقراص محفوظة في الغلاف الخلفي لرسالة مجلدة تجليدًا طليًا على الرفوف العامة في إحدى مكتباتنا الفرعية، لا في أرشيفاتنا المضبوطة مناخيًا. وكانت تحتوي برامج تنفيذية مكتوبة على جهاز (Apple II) ببرمجية تعليمية مبكرة تُدعى (PILOT)، وكانت البيانات مكتوبة على الوجهين (ما يُسمى 'flippy disks') أي الأقراص القابلة للقلب، وهي ممارسة كانت شائعة إلى حد ما في تلك الأيام، لكن مصنعي الأقراص لم يشجعوا عليها، إذ كانوا يضبطون الجودة

في وجه واحد فقط). ونظرًا إلى نجاحنا الضئيل في قراءة أي بيانات على الإطلاق من هذه الأقراص، فإننا نشبه في أنها مرت عبر جهاز إزالة التمثيل في المكتبة مرة واحدة على الأقل خلال الثلاثين عامًا الماضية. وفي ذلك درس بليغ، إن كانت ثمة حاجة إليه، على أن الأقراص المرنة وسائط هشة وينبغي معاملتها على هذا الأساس. ويسرنا مع ذلك أن نفيد بأن الرسالة المجردة ما زالت مقروءة تمامًا.

## التخزين طويل الأمد:

بالطبع ليس امتلاك القدرة التقنية على إنشاء صور الوسائط القديمة إلا خطوة أولى. ولم نبدأ إلا للتو في تحديد الكيفية التي نريد بها تفعيل تخزين الصور مستقبلًا. وسنحتاج إلى معالجة عدد من القضايا، مثل:

- البيانات الوصفية: ما البيانات الوصفية التي نريد تسجيلها لكل صورة؟ إلى جانب التصنيف الموضوعي المعتاد، سيكون من المفيد جدًا تدوين أي معلومات إضافية نستطيع جمعها عن البيئة البرمجية الأصلية، وكذلك الأدوات والإعدادات التي استخدمناها لالتقاط الصور. وسيكون من المفيد أيضًا تسجيل أي أخطاء في قراءة القطاعات تُبلغ في أثناء عملية إنشاء الصورة. ثم هناك مسألة صيغ البيانات الوصفية. ويوفر (Guymager) بعض الوظائف المفيدة في هذا المجال، لكنه قد لا يكون الخيار الأفضل لإنشاء صور جميع الأقراص في مجموعتنا، ولا سيما المبكرة منها.
- الصيغة: ما صيغ الصور التي نريد حفظها؟ كما ذكر أعلاه، تبدو لنا صيغة الملف الخام خيارًا معقولًا، وقد يخالفنا آخرون. ونظرًا إلى صغر حجم هذه الصور يمكن تخزينها بصيغ متعددة عند الحاجة.
- المحتوى: ما مقدار الجهد الذي نريد بذله في استخراج الملفات الموجودة على صور الأقراص وترحيلها إلى صيغ أحدث؟ إنشاء الصور أمر هين إلى حد ما إذا كنت تعرف ما تستخدم في الكتابة على القرص في الأصل. أما استخراج المحتوى من الصور فعملية متفاوتة: فقد تستغرق وقتًا طويلًا وتتطلب معرفة تقنية، كما يوضح مثالنا أعلاه؛ وقد تكون سهلة إذا أمكن تحميل صور الأقراص واستكشافها بأدوات نظام الملفات المعتادة. ونظرًا إلى الحاجة الملحة إلى إنشاء صور لكثير من هذه الأقراص قبل أن تصبح غير مقروءة، قد يكون من الأفضل تركيز جهودنا على إنشاء الصور، والاكتفاء بأخذ عينات محدودة من المحتوى للتأكد من نجاح عملية إنشاء الصور.
- تنظيم الملفات: ما أفضل طريقة لتنظيم الملفات بحيث تُحفظ علاقاتها المفاهيمية والمادية في نظام تخزين رقمي؟
- نظام التخزين: اقتنت مكتبتنا مؤخرًا نسخة من (Archivematica)، وهو نظام للحفظ الرقمي مفتوح المصدر ومتوافق مع النموذج المرجعي (OAIS) من شركة (Artefactual Systems). ويبدو أن هذا هو أفضل حل لدينا للتخزين طويل الأمد، ولا سيما أنه اكتسب مؤخرًا (الإصدار 1.2، سبتمبر 2014) القدرة على استيعاب صور الأقراص الجنائية. غير أننا لم نختبر هذه القدرة بعد.

## الاستنتاجات:

مع أننا ما زلنا في المراحل الأولى، يمكننا أن نستنتج مبدئيًا أن امتلاك مجموعة متنوعة من خيارات العتاد والبرمجيات أمر جيد عند التعامل مع الوسائط المبكرة ومحتوياتها. وقد وجدنا عمومًا حتى الآن أن محطة العمل «الجديدة/القديمة» توفر مرونة أكبر في التعامل مع الوسائط القديمة مما توفره محطة عمل «القرص المرن عبر (USB)»،

ولذلك فهي المحطة التي نستخدمها أولاً حين نواجه مجموعة من الأقراص المرنة الأرشيفية لأول مرة. ومع ذلك، كما يبين المثال أعلاه، فإن محطة عمل «القرص المرن عبر (USB)» أفضل في بعض التطبيقات المتخصصة، ولا سيما إنشاء صور الأقراص مقاس 5.25 بوصة من أوائل الثمانينيات.

وحتى الآن لم تكن القدرة على الإقلاع بأنظمة تشغيل متعددة مفيدة كثيراً في استرجاع المحتوى القديم، فمعظم الوثائق المبكرة التي صادفناها حتى الآن كانت بإصدار ما من (ASCII) مع حد أدنى من التنسيق الاحتكاري، وما زالت أدوات التحويل لكثير من أنواع الوثائق المبكرة متاحة بسهولة. ولا يعني هذا أننا لن نصادف أبداً حالات تكون فيها هذه القدرات عوناً لنا، بل يعني فقط أننا لم نصادفها بعد.

غير أننا بدأنا نفكر في سياقات قد تكون فيها خيارات الإقلاع المتعدد والمحاكاة مفيدة جداً حقاً. فيبدو لنا من المرجح أن الأنظمة المبنية حول اللوحات الأم الصناعية قد يكون لها تطبيق أوسع من إنشاء صور الأقراص. فمع تزايد صعوبة صيانة الأنظمة الموروثة وارتفاع تكلفة شرائها، قد تسد أنظمة مثل جهازنا «الجديد/القديم» الفجوة للباحثين الراغبين في دراسة البرمجيات القديمة وهي تعمل في بيئتها الطبيعية.

وقد لاحظ دوغلاس ريسايد (Douglas Reside) (2010) أن

«... من أنفع الأدوات لترحيل البيانات من صيغة متقدمة إلى صيغة حديثة (أو على الأقل أقل تقادماً بقليل) تلك الحواسيب التي صُنعت في لحظة كانت فيها صيغة وسائط أو بروتوكول نقل جديد شائع قد ظهر للتو. فكثيراً ما تحتوي هذه الحواسيب منافذ أو مشغلات، مع برامج التشغيل المرتبطة بها، قادرة على استخدام تقنيات أقدم كانت في زمنها أكثر شيوعاً، إلى جانب التقنيات الجديدة.»

ويسمي ريسايد هذا النوع من الحواسيب «حواسيب حجر رشيد» ("Rosetta machines"). وفي رأيه فإن حاسوب حجر رشيد «النموذجي» هو حاسوب (Macintosh Wallstreet Powerbook)، لأنه صُنِعَ في منتصف عام 1998 فجاء بمشغلات قابلة للتبديل للأقراص المدمجة وأقراص (DVD) والأقراص المرنة القادرة على قراءة أقراص 400 و800 كيلوبايت، وكان يمكن أن يستوعب مشغل (Zip) قابلاً للتبديل. وكان فيه منفذ (Ethernet) وقدرة على (USB) (عبر فتحات (PCMCIA) المدمجة)، وهو قادر على تشغيل إصدارات أقدم من (Linux). وعيبه الرئيس الوحيد افتقاره إلى مشغل أقراص مرنة مقاس 5.25 بوصة.

ومع أننا لم نشرع في بناء حاسوب حجر رشيد وفق مواصفات ريسايد، فقد سرّنا أن نلاحظ أن محطة العمل «الجديدة/القديمة» لدينا تستوفي كل واحدة منها أو تتجاوزها. وهذا، مقروناً بأن المعروض من أجهزة (Wallstreet Powerbook) محدود (ويزداد محدودية مع مرور الزمن وأثره)، يوحي لنا بأن بناء الحواسيب القديمة من مزيج من القطع الجديدة والمستعملة، بدلاً من التركيز على إبقاء الحواسيب القديمة عاملة، قد يمثل استراتيجية أجدى لقراءة الوسائط القديمة على المديين المتوسط والطويل.

## المراجع:

- Erway, R. (2012). You've got to walk before you can run: First steps for managing born-digital content received on physical media. Dublin, Ohio: OCLC Research. <http://www.oclc.org/research/publications/library/2012/2012-06.pdf>

- Breeding, M. (2012). From disaster recovery to digital preservation. *Computers in Libraries*, 32(4). Retrieved from <http://librarytechnology.org/ltg-displaytext.pl?RC=16821>
- Duranti, L. (2009). From digital diplomatics to digital records forensics. *Archivaria* 68. Retrieved from <http://journals.sfu.ca/archivar/index.php/archivaria/article/view/13229/14548>
- Forensics Wiki.(n. d.). AFF. Retrieved from <http://www.forensicswiki.org/wiki/AFF>
- Fox, R. (2011). Forensics of digital librarianship. *OCCL Systems & Services: International digital library perspectives*, 27(4). Retrieved from <http://dx.doi.org/10.1108/10650751111182560>
- Garfinkel, S. L., Malan, D. J., Dubec, K., Stevens, & C., Pham, C. (2006). Advanced forensic format: An open, extensible format for disk imaging. Retrieved from <http://nrs.harvard.edu/urn-3:HUL.InstRepos:2829932>
- Kirshenbaum, M., Ovenden, R., & Redwine, G. (2010) *Digital Forensics and Born-Digital Content in Cultural Heritage Collections*. Washington, D.C.: Council on Library and Information Resources. Retrieved from <http://www.clir.org/pubs/reports/pub149>
- Reside, D. (2010). Rosetta computers. In M. Kirshenbaum, R. Ovenden, & G. Redwine, *Digital Forensics and Born-Digital Content in Cultural Heritage Collections*. Washington, D.C.: Council on Library and Information Resources. Retrieved from <http://www.clir.org/pubs/reports/pub149>
- Reside, D. (2012). Digital archaeology: recovering your digital history. Retrieved from <http://www.nypl.org/blog/2012/07/23/digital-archaeology-recovering-your-digital-history>
- Woods, K. & Lee, C. (2012). Acquisition and processing of disk images to further archival goals. *Archiving 2012*, Copenhagen, Denmark, June 12-15, 2012. Retrieved from <http://ils.unc.edu/callee/archiving-2012-woods-lee.pdf>