

دور تطبيقات الذكاء الاصطناعي في دراسة التراث المادي - الأرشيف المكتوب أنموذجا-

The Role of AI Applications in the Study of Tangible Heritage: The Written Archive as a Model

د.فؤاد عزوز¹، مخبر التراث والدراسات الأثرية، جامعة محمد لمين دباغين سطيف2، الجزائر،f.Azzouz@univ-setif2.dz

تاريخ النشر: 2025/07/31

تاريخ القبول: 2025/06/17

تاريخ الاستلام: 2025/02/05

الملخص:

يهدف هذا البحث إلى دراسة دور الذكاء الاصطناعي في الحفاظ على الأرشيف المكتوب كجزء من التراث الثقافي المادي، من خلال توظيف التقنيات الحديثة في دراسة الوثائق التاريخية والمخطوطات. ويركز على كيفية مساهمة الذكاء الاصطناعي في تسهيل وصول الباحثين إلى الأرشيف المكتوب وحمايته من التلف، مما يضمن استمراريته ونقله إلى الأجيال القادمة.

توصلت الدراسة إلى أن تقنيات الذكاء الاصطناعي، مثل معالجة اللغة الطبيعية وتحليل النصوص، تسهم في رقمنة الأرشيف المكتوب وتصنيفه بدقة، كما تساعد خوارزميات تعلم الآلة في استعادة النصوص القديمة وتحسين وضوحها. بالإضافة إلى ذلك، يتيح الذكاء الاصطناعي تحليل الوثائق التاريخية واستخلاص الأنماط الثقافية المخفية، مما يعزز الفهم العميق للتراث. ورغم وجود تحديات تتعلق بدقة تحليل السياقات الثقافية وحماية حقوق الملكية الفكرية، فإن الذكاء الاصطناعي يبقى أداة ضرورية ومبتكرة للحفاظ على الأرشيف المكتوب ودعمه بالدراسات المستقبلية.

كلمات مفتاحية: الأرشيف؛ الذكاء الاصطناعي؛ التراث المادي؛ الرقمنة.

Abstract:

This research aims to examine the role of artificial intelligence in preserving written archives as part of tangible cultural heritage by utilizing modern technologies to study historical documents and manuscripts. It focuses on how AI contributes to facilitating researchers' access to written archives and protecting them from deterioration, ensuring their continuity and transmission to future generations.

The study found that AI technologies, such as natural language processing and text analysis, contribute to digitizing and accurately classifying written archives. Additionally, machine learning algorithms help restore and enhance the clarity of old texts. Furthermore, AI enables the analysis of historical documents and the extraction of hidden cultural patterns, deepening the understanding of heritage. Despite challenges related to the accuracy of cultural context analysis and the protection of intellectual property rights, AI remains an essential and innovative tool for preserving written archives and supporting future studies.

Keywords: Archive; Artificial Intelligence; Tangible Heritage; Digitization.

¹د.فؤاد عزوز، f.Azzouz@univ-setif2.dz

مقدمة:

يمثل التراث الثقافي المادي ذاكرة الشعوب وأحد ركائز هويتها الحضارية، إذ يجسد في معالمه ووثائقه مختلف الإنجازات الإنسانية التي تُحافظ على الصلة بين الماضي والحاضر. ويعد الأرشيف المكتوب أحد أبرز عناصر هذا التراث، لما يحتويه من وثائق ومخطوطات تسرد تاريخ الأمم وتجسد تطورها الفكري والاجتماعي. ومع ذلك، يواجه هذا الأرشيف تحديات جسيمة تهدد استمراره، كالتآكل الناتج عن الزمن، وصعوبة الوصول إلى محتوياته، وضعف عمليات الحفظ التقليدية.

في المقابل، أحدثت التطورات التكنولوجية، ولا سيما في مجال الذكاء الاصطناعي، تحولا جذريا في كيفية التعامل مع التراث الثقافي. فقد أظهرت تقنيات الذكاء الاصطناعي إمكانيات هائلة في معالجة هذه التحديات، من خلال رقمنة الوثائق، واستعادة النصوص المتضررة، وتحليل البيانات التاريخية بدقة غير مسبوقة.

تروم إشكالية هذه الدراسة إلى تسليط الضوء على جزئية مهمة في التراث الثقافي المادي المتمثل في الأرشيف المكتوب ودور التقنيات الحديثة في مساعدة الباحث على دراسة الوثائق المكتوبة للحفاظ عليها لمستقبل الأجيال. إلا أن توظيف هذه التقنيات يطرح عدة مشكلات: كيف يمكن استخدام الذكاء الاصطناعي بفعالية في الحفاظ على الأرشيف المكتوب مع ضمان أصالته؟ وما هي التحديات التقنية والثقافية التي قد تعيق تطبيق هذه الحلول؟ وهل يمكن أن تحقق هذه التقنيات توازنا بين الحفاظ على التراث وإتاحته للأجيال القادمة دون المساس بقيمته التاريخية؟

وبالتالي من خلال ما سبق فإن هذه الدراسة تسعى إلى تسليط الضوء على أهمية دمج تقنيات الذكاء الاصطناعي في الحفاظ على الأرشيف المكتوب، مع تناول أبرز أدوار هذه التقنيات في هذا السياق، وتحديد التحديات التي قد تواجه هذا التوجه الواعد، وللإحاطة بجميع جوانب الموضوع اعتمدنا على خطة دراسة، تتمثل في تحديد تعريف الأرشيف وتبيان أهميته، ثم نعرض إلى أهم تطبيقات الذكاء الاصطناعي التي تعين الباحث في دراسة الأرشيف المكتوب، ثم نعطي أمثلة حية وناجحة حول استخدام تلك التطبيقات في مساعدة الباحثين والمؤسسات على دراسة الوثائق الأرشيفية التاريخية.

1. "الأرشيف": مدخل مفاهيمي:

أ- التعريف اللغوي:

كلمة "أرشيف" (Archive) "تعود في أصلها اللغوي إلى الكلمة اليونانية (أرخيون Archeo)¹، كما عرفها المعجم الإنجليزي أكسفورد التي كانت تُستخدم للإشارة إلى المكان المادي أو "مكان حفظ الوثائق الرسمية والتاريخية"² في المدن اليونانية القديمة، حيث كانت تحوي القرارات الرسمية والوثائق الحكومية. في اللغة العربية، تعني "أرشيف" بشكل عام مجموعة من الوثائق والمحفوظات القديمة.

ب- التعريف الاصطلاحي:

الأرشيف اصطلاحاً، هو مجموعة من الوثائق والمستندات المحفوظة التي تحتوي على معلومات ذات قيمة تاريخية أو إدارية أو قانونية، ويتم تنظيمها وتصنيفها للحفاظ عليها ولتسهيل الوصول إليها واستخدامها. تشمل الوثائق الأرشيفية المواد المكتوبة، والصور، والتسجيلات الصوتية، والرسومات، والخرائط، وغيرها من المواد التي يتم جمعها وحفظها بشكل منهجي، وتستخدم كلمة قطعة للتعبير عن الوثيقة³.

يُعد الأرشيف أداة مهمة في حفظ التراث الثقافي والتاريخي للمجتمعات، ويوفر مصادر أصيلة للباحثين والمؤرخين للاطلاع على الأحداث والقرارات والشؤون العامة والخاصة للماضي.

2. الأرشيف المكتوب كجزء من التراث الثقافي المادي:

يعد الأرشيف عنصراً حيوياً وأساسياً في الكتابة التاريخية، حيث يلعب دوراً مركزياً في بناء المعرفة التاريخية عبر مراحلها المتغيرة، ويتميز الأرشيف بكونه مستودعاً للوثائق والمعلومات الأصلية التي تتيح للمؤرخين إعادة بناء الأحداث الماضية على أسس علمية وموضوعية، وتتضمن الوثائق الموجودة في الأرشيفات الحكومية والتاريخية التقارير الرسمية، والمراسلات والمعاهدات، بالإضافة إلى السجلات التجارية والخاصة.

يساهم الأرشيف في تعزيز الدراسة التاريخية من خلال توفير مصادر أولية تمثل شهادات على الماضي لم تخضع للتحريف أو إعادة التفسير. ويمكن هذا من فهم الأحداث التاريخية استناداً إلى أدلة مباشرة تمثل معاشية للماضي كما تتيح هذه الوثائق للباحثين نظرة ثاقبة على مختلف جوانب الحياة في فترات تاريخية معينة، بما في ذلك السياسات العامة، والتحوللات الاقتصادية، والتغيرات الاجتماعية.

تواجه الدراسات التاريخية تحديات متعددة في التعامل مع الأرشيفات، أبرزها تعقيد عملية الوصول إلى الوثائق. في بعض الأحيان، تكون الأرشيفات مغلقة أمام الباحثين بسبب سياسات الحفظ السرية، أو قد يتم إخفاء بعض الوثائق لأسباب سياسية أو دينية. إضافة إلى ذلك، تواجه بعض الوثائق الأرشيفية خطر التلف بسبب العوامل البيئية أو بسبب قدمها.

3. القيمة العلمية للوثائق الأرشيفية في الكتابة التاريخية:

تتمحور أهمية الأرشيف المكتوب في عملية الكتابة التاريخية في العناصر الآتية:

أ - توفير المادة الأولية للبحث التاريخي

يُعد الأرشيف المصدر الأساسي للكتابة التاريخية، حيث يحتوي على الوثائق الرسمية، الرسائل الشخصية، الصحف، السجلات، والمخطوطات التي تؤرخ للأحداث والظروف في فترات زمنية مختلفة، هذه الوثائق توفر للمؤرخين المعلومات الأولية التي يحتاجون إليها لبناء صورة دقيقة وموضوعية للماضي، بدون الأرشيف يصبح من الصعب التحقق من دقة الروايات التاريخية، إذ توفر الوثائق المحتواة في الأرشيف شهادة حية للحقائق، وهي مصدر لا غنى عنه للمؤرخين للتحقق من صحة الروايات وتجنب الاعتماد على المصادر الثانوية فقط. وهناك توجه حالي فيما يخص الأرشيف الإلكتروني في كتابة تاريخ الجزائر المعاصر، حيث عكفت دور الأرشيف الوطنية والعالمية على طرق علمية جد متطورة في المحافظة على أرشيفها⁴.

ب - تسليط الضوء على تجارب الشعوب والأفراد :

يحتوي الأرشيف على معلومات دقيقة وشاملة عن مختلف جوانب الحياة، مما يمكن المؤرخين من التعرف على تجارب الأفراد والجماعات على مر العصور، فبالإضافة إلى سرد الأحداث السياسية الكبرى، يوفر الأرشيف أيضاً تفاصيل عن الحياة الاجتماعية، الثقافية، والاقتصادية، وحتى القانونية⁵، ما يتيح للمؤرخين فهم كيفية تأثير الأحداث الكبرى على حياة الناس اليومية من خلال الوثائق الشخصية مثل: الرسائل واليوميات، يمكن للمؤرخ أن يستشعر مشاعر الأفراد وتصوراتهم حول الأحداث الجارية، مما يضيف بعداً إنسانياً وأعمق على التاريخ.

ج - إعادة قراءة الأحداث التاريخية من زوايا متعددة:

يتيح الأرشيف الفرصة لإعادة تحليل وتفسير الأحداث التاريخية من وجهات نظر مختلفة، وذلك من خلال توافر مجموعة واسعة من الوثائق من مصادر متنوعة. وعلى سبيل المثال، قد يحتوي الأرشيف على رسائل من زعماء سياسيين، وسجلات اقتصادية، ومراسلات دبلوماسية، مما يسمح للمؤرخ بتكوين نظرة شاملة ومتعددة الأبعاد حول

حدث معين، على اعتبار أنهم عايشوا الحدث⁶، هذه النظرة الشاملة تسهم في تفسير الأحداث بطريقة أكثر توازناً وموضوعية، بعيداً عن التحيز الذي قد يتسم به الروايات الشفوية أو المصادر المكتوبة لاحقاً.

د - تعزيز الدقة والموضوعية في الكتابة التاريخية :

يعتمد المؤرخون على الأرشيف لضمان أن يكون عملهم قائماً على وقائع وأدلة حقيقية، مما يعزز من دقة الكتابة التاريخية ويقلل من احتمالية وقوع الأخطاء أو التأويلات الخاطئة. الوثائق الأرشيفية تتيح للمؤرخ تتبع الأحداث بدقة، وفهم تطورها عبر الزمن، وتمثل أرضية خصبة للبحث التاريخي⁷، هذا يُمكن من كتابة تاريخ موضوعي يعتمد على المصادر الأولية المباشرة بدلاً من التحليلات اللاحقة التي قد تعكس وجهات نظر معينة أو تحيز لجهة معينة.

هـ - المساهمة في حماية الذاكرة الجماعية :

إنّ الأرشيف يعدّ بمثابة ذاكرة حية تحفظ تاريخ الأمم والشعوب، حيث يحتوي على تراثها وذاكراتها وتجاربها، وهذا ما لا تحتويه المئات من الروايات الشفوية⁸. هذا الدور يتجاوز الكتابة التاريخية ليصل إلى حماية الهوية الجماعية وتعزيز الوعي بالتراث. من خلال حفظ الوثائق، يتيح الأرشيف للأجيال القادمة الفرصة للتعرف على ماضيها وتكوين فهم أعمق لهويتها الثقافية، كما يمكن للأرشيف أن يلعب دوراً في تعزيز الوحدة الوطنية، حيث يسهم في توثيق تجارب الشعوب وتحدياتها، مما يقوي الروابط بين الأجيال ويمكّنها من بناء مستقبل مستنير مستند إلى تجارب الماضي.

و - أداة لفهم السياق الثقافي والحضاري للمجتمعات:

يتضمن الأرشيف تفاصيل دقيقة حول الأنماط الثقافية، القيم، والأفكار التي كانت سائدة في مختلف الفترات التاريخية. هذه الوثائق لا تساعد فقط في فهم الأحداث السياسية والاجتماعية، بل تسهم أيضاً في تفسير الأبعاد الثقافية والمعنوية التي شكلت حضارات الأمم. الأرشيف يُظهر كيف تطورت الفنون، العادات، واللغات، وكيف تفاعلت الشعوب مع العالم المحيط بها، مما يمنح المؤرخين الأدوات لفهم أعمق للتغيرات الحضارية، ودور الثقافة في تكوين التاريخ الإنساني، ويعمل المؤرخ على مقارنتها واتخاذ المواقف الصائبة⁹.

ز - مساعدة في إتمام عملية التوثيق العلمي للتاريخ :

يلعب الأرشيف دوراً هاماً في الحفاظ على الموضوعية العلمية في الكتابة التاريخية¹⁰، حيث يُمكن المؤرخين من إجراء تحقيقات دقيقة مبنية على الأدلة المتاحة. التوثيق العلمي يتطلب دراسة مستفيضة للوثائق والتقارير، وهو ما يوفره الأرشيف بما يحتويه من تنوع في المصادر. تتبع الوثائق الأرشيفية يسمح بتدقيق الأحداث وإعادة فحصها بموضوعية، مما يساعد في بناء أسس صلبة للتفسير التاريخي، ويمنح الكتابة التاريخية قيمتها الأكاديمية العالية.

ح - تقديم معلومات أساسية لتطوير الأبحاث المستقبلية:

أخيراً، يُعتبر الأرشيف خزانة للمعرفة يمكن الرجوع إليها في المستقبل لتطوير الأبحاث ودراسة المواضيع التاريخية بطرق مبتكرة. الباحثون في المستقبل يمكنهم استخدام الوثائق الأرشيفية التي قد تكون غير مكتشفة سابقاً أو غير مُفسّرة بشكل كامل، ما يمنحهم الفرصة لطرح أسئلة جديدة واستكشاف زوايا غير معروفة من التاريخ.

4. رصد لأهم تطبيقات الذكاء الاصطناعي في دراسة الأرشيف التاريخي المكتوب:

سنقوم بعملية رصد لأهم تطبيقات الذكاء الاصطناعي التي تسهل لنا دراسة الأرشيف المكتوب، وفي الجدول الموالي أبرز التطبيقات التي يمكن استخدامها لهذا الغرض.

الجدول 1 يوضح أهم تطبيقات الذكاء الاصطناعي في مجال دراسة الوثائق الأرشيفية¹¹:

التطبيق	الوصف	الفوائد	الأمثلة العملية
التعرف الضوئي على الحروف (OCR)	تحويل النصوص المكتوبة أو المطبوعة إلى صيغة رقمية قابلة للتحرير والبحث.	-تسهيل البحث والاسترجاع . -تحسين الوصول إلى الأرشيف.	برامج مثل ABBYY FineReader ، Google Vision AI.
تحليل النصوص اللغوية	تحليل المحتوى النصي لاستخلاص الأنماط والموضوعات والكلمات المفتاحية.	-فهم السياقات التاريخية . -تسهيل دراسة النصوص الكبيرة.	أدوات معالجة اللغة الطبيعية مثل SpaCy. ،NLTK
استعادة النصوص التالفة	استخدام تقنيات التعلم العميق لترميم النصوص غير الواضحة أو المتضررة.	-استرجاع الوثائق التي كانت تُعتبر غير قابلة للقراءة.	تطبيقات التعلم العميق مثل PyTorch. ،TensorFlow
التصنيف التلقائي للوثائق	تصنيف الوثائق والأرشيفات بناءً على موضوعها أو محتواها باستخدام الخوارزميات.	-تسريع عملية تنظيم الأرشيف . -تحسين الوصول إلى المعلومات ذات الصلة.	خوارزميات التعلم الآلي مثل-K Random Forest. ،means
البحث الدلالي	البحث عن الوثائق باستخدام فهم أعمق للمعنى، وليس فقط الكلمات المفتاحية.	-تحسين دقة وفعالية عمليات البحث في الأرشيف.	أدوات مثل Elasticsearch ، Google BERT.
ترجمة النصوص التاريخية	استخدام الذكاء الاصطناعي لترجمة الوثائق المكتوبة بلغات قديمة أو نادرة.	-تعزيز فهم الوثائق التاريخية المتعددة اللغات.	تقنيات الترجمة مثلDeepL ، Google Translate AI.
تحليل الصور والخرائط	تحليل الوثائق التي تحتوي على صور أو خرائط لفهم محتواها وربطها بالمعلومات.	-استخلاص بيانات مرئية مهمة .و ربط الصور بالبيانات النصية ذات الصلة.	تطبيقات رؤية الحاسوب مثل OpenCV.
اكتشاف الأنماط والعلاقات	تحليل الوثائق لاكتشاف العلاقات التاريخية أو الأنماط غير الظاهرة.	-تقديم رؤى جديدة حول العلاقات بين الأحداث أو الشخصيات في الأرشيف.	خوارزميات تحليل الشبكات مثل Gephi.
محركات التوصية الذكية	اقتراح وثائق أو مصادر ذات صلة بناءً على اهتمامات الباحثين أو السياق.	-توفير الوقت والجهد في البحث عن المصادر ذات الصلة.	أنظمة التوصية مثل TensorFlow Recommenders.

المصدر: هاجر سيرين زعابطة وعمر سباغ ، 2023 ، ص 152 – 154.

يوضح الجدول والتطبيقات المذكورة أن الذكاء الاصطناعي قادر على تحويل طريقة دراسة الأرشيف المكتوب، مما يسهم في الحفاظ عليه وجعله متاحاً للأجيال القادمة. ومع ذلك، يجب معالجة التحديات مثل تكلفة هذه التقنيات وحماية البيانات الثقافية من القرصنة أو التلاعب لضمان استخدامها بشكل فعال ومستدام.

يمثل الذكاء الاصطناعي تحولاً جذرياً في طريقة الحفاظ على الأرشيف المكتوب ودراسته، حيث يتيح تقنيات متقدمة تعالج تحديات تقليدية وتفتح آفاقاً جديدة لتحليل هذا النوع من التراث ، ويمكن الباحث من عديد

تطبيقات الذكاء الاصطناعي التي توفر له الوقت والجهد في البحث عن المراجع العلمية واستكشاف الأفكار. وفيما يلي أهم التطبيقات التي تساعده في ذلك¹².

وفيما يلي تحليل شامل لهذه التطبيقات استناداً إلى الجدول أعلاه:

أ - الرقمنة وتحويل النصوص إلى صيغ قابلة للبحث :

تُعد تقنية التعرف الضوئي على الحروف (OCR) أداة أساسية في رقمنة الأرشيف المكتوب، إذ تُحول النصوص المطبوعة أو المكتوبة بخط اليد إلى بيانات رقمية قابلة للبحث والتحرير. على سبيل المثال، مشروع Google Books استفاد بشكل كبير من تقنية OCR لرقمنة ملايين الوثائق، مما سهل الوصول إليه عالمياً¹³، هذا الابتكار لا يُسهّل فقط الوصول إلى المعلومات، بل يحمي الوثائق الأصلية من التلف الناتج عن الاستخدام المتكرر.

ب - معالجة النصوص اللغوية لفهم أعمق :

أدوات معالجة اللغة الطبيعية (NLP) مثل SpaCy و NLTK تُستخدم لتحليل النصوص التاريخية واستخلاص المعاني والسياقات. فعلى سبيل المثال، استخدم مشروع Europeana تقنيات NLP لربط الوثائق التاريخية ببيانات معاصرة، مما مكّن من تقديم فهم شامل للتاريخ الثقافي الأوروبي¹⁴. هذا النوع من التحليل يساعد الباحثين على اكتشاف الأنماط اللغوية والثقافية المخفية داخل النصوص.

ج - ترميم واستعادة النصوص المتضررة :

تُعتبر استعادة النصوص التالفة أحد أعظم التحديات في دراسة الأرشيف المكتوب. باستخدام شبكات التعلم العميق مثل GANs، نجح مشروع Vatican Library Digitization في ترميم المخطوطات القديمة التي تعرضت للتآكل بمرور الزمن، مما أتاح للباحثين الاطلاع على نصوص كانت غير قابلة للقراءة¹⁵، هذا يبرز قدرة الذكاء الاصطناعي على إحياء الوثائق التي كانت تُعتبر مفقودة.

د - التصنيف التلقائي للوثائق:

يسهم التصنيف الآلي للوثائق في تسريع عملية تنظيم الأرشيفات. على سبيل المثال، اعتمدت مكتبة الكونغرس على خوارزميات التعلم الآلي مثل: Random Forest لتصنيف ملايين الوثائق حسب الموضوعات أو الفترات الزمنية، مما حسّن حماية هذه البيانات وتسهيل عملية الوصول إليها¹⁶، هذه التقنية توفر الوقت والجهد، خاصة في الأرشيفات الكبيرة والمتنوعة.

هـ - تعزيز البحث الدلالي :

البحث الدلالي يُمثل نقلة نوعية في مجال استرجاع المعلومات. بخلاف البحث التقليدي، تُركّز هذه التقنية على المعاني والسياقات، مما يحسّن من دقة النتائج. مكتبة British Library، على سبيل المثال، اعتمدت على Google BERT لتطوير نظام بحث دلالي يمكّن الباحثين من العثور على الوثائق ذات الصلة بسرعة ودقة¹⁷.

و- دعم الترجمة المتعددة اللغات :

التعامل مع الوثائق المكتوبة بلغات نادرة أو قديمة يُعد تحدياً كبيراً. تقنيات الترجمة الآلية، مثل DeepL، تُستخدم الآن في ترجمة النصوص التاريخية من لغات قديمة مثل الإغريقية إلى اللغات الحديثة، مما يسهم في فهم أعمق للتاريخ الثقافي¹⁸. مشروع Rosetta يُعد مثالاً عملياً على ذلك.

ز- تحليل الصور والخرائط :

تقنيات الذكاء الاصطناعي مثل OpenCV تساعد في استخراج البيانات من الصور التاريخية والخرائط. مشروع David Rumsey Map Collection استخدم هذه التقنيات لتحليل الخرائط التاريخية وربطها بالواقع الجغرافي المعاصر، مما أعطى قيمة مضافة لدراسة الخرائط القديمة¹⁹.

ح - اكتشاف الأنماط والعلاقات التاريخية :

خوارزميات تحليل الشبكات مثل Gephi تُستخدم لاكتشاف العلاقات بين الشخصيات أو الأحداث التاريخية. مشروع Mapping the Republic of Letters استعمل هذه الأدوات لتحليل المراسلات بين الشخصيات التاريخية، مما أظهر أنماطاً جديدة للعلاقات الثقافية والسياسية²⁰.

ط - محركات التوصية الذكية :

تعمل محركات التوصية على تقديم محتوى مخصص للباحثين بناءً على اهتماماتهم. مشروع Europeana، باستخدام أنظمة التوصية، يوفر تجربة بحثية مبتكرة تربط الوثائق ذات الصلة ببعضها، مما يسهل عمل الباحثين ويوفر لهم الوقت²¹.

5. أمثلة ناجحة لاستخدام الذكاء الاصطناعي في مشاريع تراثية :

أ- مشروع مكتبة الفاتيكان الرقمية (Vatican Library Digitization Project)

تمثل مكتبة الفاتيكان واحدة من أبرز المشاريع التي استخدمت الذكاء الاصطناعي للحفاظ على الأرشيف المكتوب. يشمل المشروع رقمنة آلاف المخطوطات النادرة التي يعود تاريخها إلى العصور الوسطى باستخدام تقنيات التعرف الضوئي على الحروف (OCR) وشبكات التعلم العميق لترميم النصوص المتضررة. كما أتاح المشروع الوثائق عبر الإنترنت للباحثين، مما ساهم في حماية الأصول الأصلية من التلف²².

ب - مشروع Google Arts & Culture

يُعد هذا المشروع منصة شاملة تهدف إلى رقمنة التراث الثقافي العالمي، بما في ذلك المخطوطات القديمة، يتم استخدام تقنيات الذكاء الاصطناعي لتحليل الصور، تحسين التجربة التفاعلية، وترجمة النصوص التاريخية. يُعد المشروع نموذجاً ناجحاً في توفير محتوى ثقافي متاح عالمياً، مع الحفاظ على التراث²³.

ج- مشروع ChroniCling America مكتبة الكونغرس الرقمية

في الولايات المتحدة، عملت مكتبة الكونغرس على رقمنة الصحف التاريخية الأمريكية باستخدام الذكاء الاصطناعي لتحليل النصوص وتصنيفها. ساعدت تقنيات OCR والتحليل الدلالي في تحسين الوصول إلى الأرشيف الصحفي الذي يغطي أكثر من 150 عاماً من التاريخ، عبر استخدام تقنية SR²⁴، والتي تعني تحسين الدقة الفائقة للصور غير الواضحة، الذي يهدف بكل تأكيد إلى تحسين دقة الصور و الوثائق منخفضة الوضوح ذات التشوه²⁵.

6. تحليل نموذج مشروع: مكتبة الفاتيكان الرقمية :

أ - خلفية المشروع :

تأسست مكتبة الفاتيكان في القرن الخامس عشر وتضم مجموعة من أندر المخطوطات في العالم. مع مرور الوقت، أصبحت هذه الوثائق معرضة للتدهور، ما دفع المكتبة لإطلاق مشروع للحفاظ عليها رقمياً باستخدام أحدث تقنيات الذكاء الاصطناعي.

ب - الأدوات والتقنيات المستخدمة :

- التعرف الضوئي على الحروف (OCR)

تم توظيف برنامج ABBYY FineReader لتحويل النصوص المكتوبة يدوياً إلى نصوص رقمية قابلة للبحث.

- شبكات التعلم العميق :

يعتمد جمع البيانات والمعلومات وتخزينها بشكل آمن، حيث تمكن تقنية السحابة الإلكترونية الذكاء الاصطناعي من التقاط وتنظيم وتحليل البيانات الضخمة، بالإضافة إلى إنتاج المعرفة منها مع ضمان حماية هذه

البيانات²⁶، وقد استُخدمت شبكات GANs (Generative Adversarial Networks) لإعادة بناء الأجزاء المفقودة أو التالفة من النصوص.

- نظام التصنيف الآلي :

خوارزميات مثل Decision Trees و²⁷ Random Forest ساهمت في تصنيف الوثائق حسب الموضوعات والفترات الزمنية.

- المنصة الرقمية :

تم تطوير واجهة إلكترونية تتيح للباحثين الوصول إلى الوثائق بجودة عالية مع ميزات مثل البحث الدلالي والتوصيات الذكية.

ومن أهدافها ما يلي:

- الحفاظ على التراث: منع تدهور الوثائق الأصلية.
 - إتاحة الوصول العالمي: تمكين الباحثين والجمهور من دراسة هذه المخطوطات عبر الإنترنت.
 - تحليل الوثائق: توفير أدوات لتحليل النصوص وفهم السياقات التاريخية بشكل أعمق.
- وقد أظهرت العديد النتائج نذكر أبرزها:
- رقمنة واسعة النطاق: رقمنة أكثر من 80,000 (ثمانون ألف) مخطوطة نادرة.
 - وصول عالمي: تمكن الباحثون من أكثر من 200 دولة من الوصول إلى المكتبة عبر الإنترنت.
 - تحليل النصوص القديمة: ساعد الذكاء الاصطناعي في فهم النصوص المكتوبة بلغات نادرة مثل اللاتينية والآرامية.

كما تواجهها العديد من التحديات، سندرجها في العناصر التالية:

- التكلفة المرتفعة: يشكل الاستثمار في تقنيات الذكاء الاصطناعي والبنية التحتية الرقمية تحديا ماليا كبيرا.
- تعقيد النصوص القديمة: بعض النصوص كانت مكتوبة بخطوط يصعب التعرف عليها حتى باستخدام تقنيات OCR²⁸ المتقدمة.
- التدريب اللغوي: احتاج المشروع إلى تدريب الخوارزميات على التعرف على اللغات القديمة والرموز غير القياسية.

هذه الخبرات جعلتنا نستشف العديد من الأمور، من بينها:

- التقنيات المتقدمة تحقق نتائج مذهلة: أثبت المشروع أن الذكاء الاصطناعي يمكن أن يكون أداة فعالة في الحفاظ على التراث الثقافي.
- أهمية التعاون: أظهر المشروع ضرورة التعاون بين الخبراء في المجالات التراثية والتقنية لتحقيق الأهداف.
- إتاحة التراث عالميا: الرقمنة لا تقتصر على الحفظ فقط، بل تتيح فرصا جديدة لفهم التراث وتقديره على نطاق واسع.

يمثل مشروع مكتبة الفاتيكان الرقمية نموذجا بارزا لتوظيف الذكاء الاصطناعي في الحفاظ على الأرشيف المكتوب. من خلال الرقمنة واستخدام تقنيات التحليل المتقدمة، ساهم المشروع في حماية التراث الثقافي وإتاحته للباحثين عالميا. يمكن لمشاريع مماثلة في المستقبل أن تستفيد من الدروس المستخلصة لتعزيز الجهود الرامية إلى حماية التراث الثقافي الإنساني.

7. تحديات ومخاطر استعمال تطبيقات الذكاء الاصطناعي في دراسة الأرشيف المكتوب:

استخدام تطبيقات الذكاء الاصطناعي في دراسة الأرشيف المكتوب يعد خطوة هامة نحو الحفاظ على التراث الثقافي وتسهيل الوصول إليه. ومع ذلك، فإن هذه التطبيقات ليست خالية من التحديات والمخاطر. في هذا السياق، سنستعرض بعض التحديات الرئيسية والمخاطر المحتملة التي قد تنشأ أثناء استخدام الذكاء الاصطناعي في دراسة الأرشيف المكتوب.

أ - مخاطر فقدان الأصالة :

تتمثل إحدى أبرز التحديات في خطر فقدان الأصالة أثناء معالجة الأرشيف باستخدام الذكاء الاصطناعي. تُعتبر الوثائق المكتوبة جزءاً من التراث الثقافي، وتحتوي على عناصر فريدة من نوعها تعكس السياق التاريخي والثقافي الذي أنتجت فيه. قد يؤثر استخدام التقنيات الحديثة، مثل التعرف الضوئي على الحروف (OCR) أو تقنيات التحليل النصي، على التفاصيل الدقيقة التي تُعبر عن تلك الأصالة، مثل الخطوط اليدوية أو الرموز القديمة، فضلاً عن أن التعامل معها يجب أن يأخذ في الاعتبار المخاطر القانونية والاجتماعية.²⁹

ومن بين التأثيرات المحتملة نجد:

- **تغييرات في النصوص:** قد تؤدي الأخطاء في البرمجيات أو الخوارزميات المستخدمة إلى تغييرات غير مقصودة في النصوص الأصلية.
- **فقدان السياق الثقافي:** يمكن أن تفقد الوثيقة بعضاً من سياقها الثقافي والتاريخي إذا كانت تقنيات الذكاء الاصطناعي لا تستطيع تفسير الرموز أو النصوص المكتوبة بخطوط قديمة.

ب - التحديات التقنية المتعلقة بالدقة

إحدى التحديات التقنية الرئيسية تتعلق بدقة تطبيقات الذكاء الاصطناعي، خاصة عند استخدام تقنيات التعرف على النصوص (OCR)، لا يمكن للذكاء الاصطناعي دائماً التعامل بكفاءة مع النصوص المكتوبة بخطوط قديمة أو اللغات التي لا تتوافق مع قواعد البيانات الخاصة به، مما قد يؤدي إلى أخطاء في التعرف على الأحرف أو النصوص.

كانت Tesseract أول مكتبة مفتوحة المصدر تم اختبارها من قبل الباحثين، ونظراً لشهرتها في مجال التعرف الضوئي على الحروف (OCR) واعتمادها على تقنيات التعلم العميق، ورغم كفاءتها العالية في معالجة النصوص المطبوعة باللون الأسود على خلفية بيضاء، إلا أنها لم تلائم الاحتياجات؛ فهي لا تدعم التعرف على النصوص المكتوبة بخط اليد افتراضياً، كما تتطلب تحسين جودة الصور للحصول على نتائج أكثر دقة.³⁰

ومن بين التأثيرات المحتملة نجد :

- **أخطاء في التعرف على النصوص:** التقنيات الحالية قد لا تتمكن من التعرف على النصوص المكتوبة بخطوط قديمة أو لغات نادرة، مما يؤدي إلى تحويل النصوص بشكل غير دقيق.
- **تحليل غير صحيح:** قد تؤدي الأخطاء في المعالجة إلى تحليلات غير دقيقة للوثائق التاريخية أو تشويه المعاني الأصلية للنصوص.

ج - التحديات اللغوية والرمزية :

في هذا العصر التكنولوجي، يظهر الذكاء الاصطناعي كقوة محورية في الحفاظ على اللغات، فتقنيات الذكاء الاصطناعي توفر مسارات مبتكرة لتوثيق اللغات المهددة بالانقراض، وتحليلها، وربما إحيائها³¹. إلا أنه رغم ذلك فالعديد من الوثائق التاريخية المكتوبة تستخدم لغات أو رموز غير معروفة أو مفقودة في قواعد البيانات المستخدمة

من قبل تقنيات الذكاء الاصطناعي، وقد يصعب على هذه التقنيات التعامل مع هذه الرموز أو تفسيرها بشكل صحيح، مما يعيق عملية الحفاظ على هذه الوثائق.

ومن التأثيرات المحتملة نجد:

- صعوبة في تفسير الرموز القديمة: بعض الوثائق قد تحتوي على رموز أو إشارات ثقافية قديمة يصعب على تقنيات الذكاء الاصطناعي تفسيرها أو تصنيفها.
- تحديات في فهم النصوص متعددة اللغات: قد تحتوي الوثائق على أكثر من لغة أو لهجات محلية، ما يجعل المعالجة معقدة.

د - مخاطر القرصنة وسرقة البيانات الثقافية

من المخاطر الكبيرة التي قد تنجم عن رقمنة الأرشيفات المكتوبة واستخدام الذكاء الاصطناعي هو تهديد البيانات الثقافية بالقرصنة. مع عمليات الرقمنة والحفظ الرقمي للبيانات، تم إعداد العديد من الدراسات في هذا المجال، بما في ذلك في مكتبات مثل المكتبات النيجيرية، والتي كشفت عن العديد من التحديات التي تواجه هذه العملية، مثل: تقادم الأجهزة والبرمجيات، نقص التدريب، غياب النسخ الاحتياطية والمعايير، عدم وجود سياسة استراتيجية، نقص الأموال، ضعف الحماس بين المكتبيين، وعدم وجود حقوق قانونية لحفظ المحتويات، مما يعرضها للقرصنة³².

ومن بين التأثيرات المحتملة نجد:

- تسريب أو سرقة المعلومات: قد تتعرض البيانات الرقمية للأرشيفات للقرصنة وسرقة المعلومات القيمة.
- التلاعب بالمحتوى الثقافي: قد يقوم المهاجمون بتعديل أو حذف الوثائق الرقمية، مما يؤثر على مصداقيتها.

هـ - التحديات المالية والبنية التحتية:

الاستثمار في الذكاء الاصطناعي لحفظ الأرشيفات يتطلب ميزانيات ضخمة، سواء كانت هذه الميزانيات مخصصة للتكنولوجيا نفسها أو لتدريب الموظفين على استخدامها. علاوة على ذلك، يتطلب المشروع بنية تحتية تقنية قوية لضمان حفظ البيانات وتنظيمها، وهو ما يمثل تحديا كبيرا للمؤسسات التي تعاني من قيود مالية، وبالتالي فإن تطبيق مبادئ حفظ السجلات والأرشيف يتطلب وعي نقدي في الأنظمة والممارسات الأرشيفية³³.

ومن التأثيرات المحتملة نجد:

- ارتفاع تكاليف المشروع: قد لا تتمكن العديد من المؤسسات الثقافية من تحمل تكاليف استخدام الذكاء الاصطناعي في رقمنة وحفظ الأرشيفات.
- صعوبة الوصول إلى التقنيات المتقدمة: المؤسسات الصغيرة قد تجد صعوبة في الحصول على التكنولوجيا المتقدمة أو في تدريب الموظفين بشكل مناسب.

و - دور الذكاء الاصطناعي في تعزيز التحيز

الذكاء الاصطناعي يعتمد على البيانات المدربة عليه، وإذا كانت هذه البيانات تتضمن تحيزا ثقافيا أو تاريخيا، قد يؤدي ذلك إلى نتائج متحيزة في تحليلات الأرشيفات المكتوبة. مثلا، قد تُفشل الخوارزميات في معالجة الوثائق التي تعكس ثقافات أو تاريخا غير سائد أو غير موثوق، وذلك بسبب ممارسات الرقمنة والربط المحدود بين الأنظمة³⁴.

ومن بين التأثيرات المحتملة نجد:

- تقديم تحليلات منحازة: قد تؤدي الخوارزميات المتحيزة إلى تفسيرات مغلوبة للوثائق التاريخية.

- الإغفال أو التشويه: قد تفتقر الخوارزميات إلى معالجة مستندات تعكس ثقافات أو فترات تاريخية غير معروفة أو أقل شهرة.

تعتبر تطبيقات الذكاء الاصطناعي أداة قوية ومفيدة لدراسة وحفظ الأرشيفات المكتوبة، ولكنها تواجه العديد من التحديات والمخاطر التي يجب معالجتها بعناية. من خلال تحسين الخوارزميات وتوفير تدابير أمنية قوية، يمكن تجاوز هذه العقبات وتحقيق أقصى استفادة من التقنيات الحديثة في الحفاظ على التراث الثقافي.

خاتمة:

شهدت دراسة التراث المادي، وخاصة الأرشيف المكتوب، تطورا ملحوظا في العقود الأخيرة بفضل التقدم التكنولوجي الكبير، ولا سيما في مجال الذكاء الاصطناعي. فقد أتاح استخدام هذه التقنيات الحديثة آفاقا جديدة للحفاظ على التراث الثقافي وتحليل الوثائق التاريخية بطرق غير ممكنة سابقا. فمن خلال أدوات مثل التعرف الضوئي على الحروف (OCR)، والتعلم العميق، وتحليل الصور، أصبح بالإمكان رقمنة الأرشيفات المكتوبة وتصنيفها بدقة وكفاءة غير مسبوقة.

ومع ذلك، لا يخلو هذا المجال من التحديات والمخاطر. من أبرز المخاوف المطروحة فقدان الأصالة التاريخية للوثائق أثناء الرقمنة، حيث قد تؤدي الأخطاء التقنية في الخوارزميات إلى نتائج غير دقيقة أو تحريف المعاني الأصلية، خاصة في حالة الوثائق القديمة ذات الخطوط المعقدة أو اللغات النادرة. كما أن التحديات الأمنية، مثل القرصنة والتلاعب بالبيانات، تشكل تهديدا حقيقيا للأرشيفات الرقمية، مما يستدعي اتخاذ تدابير صارمة لضمان حمايتها. ورغم هذه المخاوف، يظل الذكاء الاصطناعي أداة قوية في تسهيل الوصول إلى التراث الثقافي وتحسين كفاءة دراسته. فمن خلال تقنيات مثل البحث الدلالي والتصنيف الآلي، أصبح من الممكن استخراج المعرفة من الوثائق التي كانت صعبة الفهم أو نادرة الوصول، فضلا عن تسريع عملية الرقمنة، مما يسمح بحفظ كميات أكبر من الوثائق التاريخية في وقت أقل.

لكن الاستفادة الكاملة من هذه التقنيات تتطلب تطوير الذكاء الاصطناعي ليصبح أكثر توافقا مع خصوصيات الوثائق القديمة والمعقدة. فمن الضروري تدريب الخوارزميات على مجموعات بيانات متنوعة تشمل النصوص المكتوبة بخطوط غير قياسية أو لغات قديمة، إلى جانب الاستثمار في بنية تحتية تقنية متينة لضمان تخزين البيانات الرقمية وحمايتها بشكل آمن.

ومن أبرز النتائج التي توصلنا إليها هي أن الذكاء الاصطناعي يمثل أداة فعالة ومتطورة للحفاظ على التراث الثقافي الأرشيفي، بحيث يتيح أساليب مبتكرة في رقمنة الوثائق، وتحليلها، وتسهيل الوصول إليها. ومع ذلك، لا يمكن اعتباره بديلا عن الخبرات الإنسانية التي تظل جوهرية في تفسير المحتوى التاريخي وفهم سياقاته الثقافية والاجتماعية. فالمؤرخون وعلماء الآثار وخبراء التراث يمتلكون القدرة على تأويل الوثائق وفحص أصالتها، وهي مهام لا تزال تتجاوز إمكانيات الذكاء الاصطناعي الحالي، الذي يعتمد في تحليله على البيانات المدخلة دون إدراك البعد الإنساني العميق للمصادر التاريخية.

لذا، فإن التكامل بين الذكاء الاصطناعي والخبرات البشرية ضروري لضمان الحفاظ على الوثائق الأصلية بدقة وأمان. فبينما توفر التكنولوجيا أدوات فعالة لتسريع عمليات الفهرسة والاسترجاع وتحسين قراءة النصوص التالفة، يظل الدور البشري حاسما في التدقيق والتحقق من صحة المعلومات، وتفسيرها في ضوء المعرفة التاريخية الراسخة. كما أن إشراك المتخصصين في عملية تطوير الخوارزميات يسهم في تحسين دقة النتائج وتقليل المخاطر المرتبطة بالأخطاء التقنية التي قد تؤدي إلى تحريف المعاني أو فقدان بعض الجوانب الجوهرية للوثائق. ويبقى

التحدي الأكبر هو تحقيق التوازن بين الاستفادة من هذه التقنيات الحديثة وحماية القيم التاريخية والثقافية التي تتضمنها الوثائق.

الهوامش (الإحالات):

¹ رشيد مزلاح وزهير حافظي : " الأرشيف من كتابة التاريخ إلى حفظ الذاكرة الوطنية " ، رسالة المكتبة ، المجلد 45، العدد 03 ، الأردن ، 2010 ، ص 04.

² علي ميلادي سلوى : الأرشيف ماهيته وإدارته ، دار الثقافة للطباعة والنشر ، القاهرة ، 1986 ، ص 101.

³ رشيد مزلاح : المرجع السابق ، ص 05.

⁴ سناء نويجي ، عبد المالك صادق : الأرشيف الإلكتروني ودوره في كتابة تاريخ الجزائر المعاصر ، المجلة العربية للآداب والدراسات الإنسانية ، المجلد 4 ، العدد 13 ، الجزائر ، ماي 2020 ، ص 429.

⁵ إسماعيل العربي : " دور المراكز والوثائق الأرشيفية في كتابة التاريخ المعاصر المركز الوطني للتوثيق بتونس أنموذجاً، مجلة هيرودوت للعلوم الإنسانية والاجتماعية ، المجلد 7، العدد 2 ، 2023 ، ص 119.

⁶ المرجع نفسه ، ص 117.

⁷ المرجع نفسه ، ص 129.

⁸ محمد بوسلام : الأرشيف في خدمة البحث العلمي والتنمية ، منشورات المجلس البدي لصفرو ، المغرب ، 1999 ، ص 24.

⁹ المرجع نفسه ، ص 26.

¹⁰ إسماعيل العربي : المرجع السابق ، ص 129.

¹¹ هاجر سيرين زعاطة وعمر سباغ : " استخدام أدوات الذكاء الاصطناعي في البحوث العلمية في ميدان العلوم الاجتماعية والإنسانية المزايا والحدود " . مجلة العلوم الإنسانية، ديسمبر ، 2023 ، ص 152 – 154.

¹² هاجر سيرين وعمر سباغ : المرجع السابق ، ص 152.

¹³ Ray , Smith, An Overview of the Tesseract OCR Engine., Proceedings of the Ninth International Conference on Document Analysis and Recognition (ICDAR 2007), vol. 2, pp. 629-633.

¹⁴ Antoine, Isaac, Europeana: Connecting Cultural Heritage through Technology , MDPI , Volume 10, Issue 08, 2018.

¹⁵ Nora McGreevy, Vatican Library Enlists Artificial Intelligence to Protect Its Digitized Treasure, Smithsonian Magazine 2020.

¹⁶ Thierry karsenti. artificial intelligence in education: th urgent need to prepare teachers for tomorrow's schools, Formation et profession, Volume 27 , Issue 01 , 2019 , pp105-110.

¹⁷ Jacob Devlin, BERT: Pre-training of Deep Bidirectional Transformers for Language Understanding , Proceedings of the 2019 Conference of the North American Chapter of the Association for Computational Linguistics: Human Language Technologies, Volume 1 , 2019 , pp 4171-4186.

¹⁸ GongboTang ,Fabienne Cap, Joakim Nivre , An Evaluation Neural Machine Translation on Historical spelling Normalization,Uppsala , Sweden, 2018 , P1320 – 1331.

¹⁹ Heidi brett, The Evolution of Cartographic Mapping , Library Blog , University UTAH, 2018.

²⁰ Daniel Edelstein, Mapping the Republic of Letters, Stanford University, 2017.

²¹ Antoine, Isaac, Europeana: Connecting Cultural Heritage through Technology , MDPI , Volume 10, Issue 08, 2018.

²² Erin Blakemore , Step Into the Vatican's Archives, History , December 2017.

²³ Mostafa Ibrahim, AI en conservation de l'art et du patrimoine culturel , Explore comment l'IA remodèle la préservation et la restauration du patrimoine culturel et de l'art en utilisant la vision par ordinateur et le traitement du langage naturel. Ultraltics , Aout 2024.

²⁴ تقنية ال SR وهي اختصار لعبارة Super-Resolution وتعني تحسين الدقة الفائقة للصور غير الواضحة ، وهي من الحلول المقترحة والفعالة لتحسين الصور المشوهة وغير الواضحة ، تعتمد المؤسسات في الولايات المتحدة والصين واليابان.

²⁵ Anran liu et al , Blind Image Super-Resolution: A Survey and Beyond , Journals et Magazines , IEEE Transaction on Pattern, Volume 45 , Issue 5 , 2023.

²⁶ Thierry karsenti. artificial intelligence in education: th urgent need to prepare teachers for tomorrow's schools, Formation et profession, Volume 27 , Issue 01 , 2019 , pp105-110.

²⁷ الغابة العشوائية : هي إحدى خوارزميات تعلم الآلة الشائعة، والمسجلة كعلامة تجارية لـ ليو بريمان وأديل كاتلر. تعتمد هذه الخوارزمية على دمج مخرجات عدة أشجار قرار للوصول إلى نتيجة موحدة. وقد أسهمت سهولة استخدامها ومرونتها في انتشارها الواسع، نظرا لقدرتها على التعامل مع كل من مشكلات التصنيف والانحدار بكفاءة.

²⁸ التعرف البصري على الحروف (OCR) هو عملية تحويل صورة نص إلى تنسيق نصي قابل للقراءة آليا. على سبيل المثال، إذا قمت

بالمسح الضوئي لنموذج أو إيصال، فسيحفظ جهاز الكمبيوتر ناتج عملية المسح الضوئي كملف صورة. يتعذر عليك استخدام محرر

نصوص في تحرير الكلمات الموجودة بملف الصورة أو البحث فيها أو عدها. ومع ذلك، يمكنك استخدام خاصية التعرف البصري على

الحروف (OCR) في تحويل الصورة إلى مستند نصي مع تخزين محتوياته كبيانات نصية. للمزيد من المعلومات أنظر:

[/https://aws.amazon.com/ar/what-is/ocr/](https://aws.amazon.com/ar/what-is/ocr/)

²⁹ Jill K. Sadler, Analyzing Artificial Intelligence Methods in Digital Preservation Workflow, Association of Canadian Archivists, May 2024.

³⁰ Jonathan Arnault, Trial of OCR Open Source Libraries. marmelab, December 11, 2023.

³¹ Othon Viannis , AI-Powered Preservation of Endangered Languages , Historica , December 2024.

³² Atanda Saliu Sambo , A Survey of Digital Preservation Challenges in Nigerian Libraries: Librarians' Perspectives, International Journal of Digital Curation, December 2017.

³³- Giovanni Colavissa et al, Archives and AI: An Overview of Current Debates and Future Perspectives , ACM , Journal on computing and Cultural Heritage (JOCCH) , Vulture 15 , Issue 1, 14 december 2021 , P1- 15.

³⁴ Anna Foka , Gabriele Griffin, AI, Cultural Heritage, and Bias: Some Key Queries That Arise from the Use of GenAI, MDPI , October 2024.