Digital Processing To Improve The Clarity Of Historical Map Images Using Artificial Intelligence Techniques.

Abdullah M. Duraym
duraym2017@gmail.com
Prof. Mohammed S Hafez, PHD
Hafezmohhafez@ksu.edu.sa
King Saud University/ College of Arts - Department of Geography, Riyadh, Kingdom of Saudi Arabia

DOI: https://doi.org/10.31973/aj.v1i141.1814

Abstract

Data processing and preparation are among the most important steps that precede any analytical process, and due to the importance of this topic related to the study of historical maps and the obstacles that may arise when studying images of historical maps, it was necessary to present these difficulties and find solutions to complete the subsequent analyzes to reach more accurate results. In most cases, it is not possible to obtain the original copies of historical maps for study, especially in the Arab world, but they are available on many international sites, which allow the process of downloading them with a certain accuracy that may not be suitable for the work of some analyzes related to historical maps.

This study highlights the importance of improving the clarity and quality of digital historical map images imported from trusted websites, to reach clarity and ideal quality for making analyzes related to historical maps, especially in the field of evaluating their engineering accuracy after being inserted into specialized software environments.

The study sought to take advantage of the general Artificial Intelligence software to process the images of the studied historical maps in order to increase the clarity of the map images through the Gigapixel AI program for doubling the number of image pixels in addition to improving its quality using the Sharpen AI program**.**

The study concluded the importance of using artificial intelligence software to increase the clarity of images and improve their quality, and that this technique is effective for dealing with many digital historical maps downloaded from the World Wide Web, The study also found that the ideal resolution for the clarity of historical map images for the purpose of analysis lies between 5000-8000 pixels per inch.

Key words: historical maps, digital image processing, artificial intelligence, perfect resolution.

المعالجة الرقمية لتحسن وضوح صور الخرائط التاريخية باستخدام تقنيات الذكاء الاصطناعي

أ.عبدالله بن محمد دريم
باحث دكتوراه بقسم الجغرافيا بكلية الآداب.
جامعة الملك سعود، الرياض، المملكة العربية السعودية.

أ.د. محمد السيد حافظ
الأستاذ بقسم الجغرافيا. كلية الآداب.
جامعة الملك سعود، الرياض، المملكة العربية السعودية.

(مُلَخَّصُ البَحث)

تُعد معالجة البيانات وتجهيزها من أهم الخطوات التي تسبق أي عملية تحليلية، ولأهمية هذا الموضوع المتعلق بدراسة الخرائط التاريخية والمعوقات التي قد تطرأ عند دراسة صور الخرائط التاريخية كان لابد من عرض هذه الصعوبات وإيجاد الحلول لاستكمال عمليات التحاليل اللاحقة للوصول إلى نتائج أكثر دقة، ففي كثير من الأحيان لا يمكن الحصول على النسخ الأصلية للخرائط التاريخية لدراستها لاسيما في العالم العربي، لكنها تتوافر في العديد من الموقع العالمية التي تتيح عملية تحميلها بدقة معينة قد لا تكون مناسبة لعمل بعض التحليلات المختصة بالخرائط التاريخية.

تبرز أهمية هذه الدراسة في تحسين وضوح وجودة صور الخرائط التاريخية الرقمية المستوردة من المواقع الإلكترونية الموثوقة، للوصول إلى الوضوح والجودة المثالية لعمل التحليلات ذات العلاقة بالخرائط التاريخية لاسيما في مجال تقييم دقتها الهندسية بعد إدخالها في بيئات برمجية مختصة.

سعت الدراسة إلى الأستفادة من برمجيات الذكاء الاصطناعي (Artificial Intelligence) العامة لمعالجة صور الخرائط التاريخية المدروسة بهدف زيادة وضوح صور الخرائط عبر برنامج (Gigapixel AI) الخاص بمضاعفة أعداد بيكسلات الصورة فضلا عن تحسن جودتها باستخدام برنامج (Sharpen AI).

خلصت الدراسة إلى أهمية استخدام برمجيات الذكاء الاصطناعي في زيادة وضوح الصور وتحسن جودتها، وأن تلك التقنية فعالة للتعامل مع العديد من الخرائط التاريخية الرقمية المحملة من الشبكة العنكبوتية، كما توصلت الدراسة إلى أن الدقة المثالية لوضوح صور الخرائط التاريخية لغرض تحليلها تقع مابين ٥٠٠٠ – ٨٠٠٠ بيكسل في البوصة.

كلمات مفتاحية: الخرائط التاريخية، المعالجة الرقمية للصور، الذكاء الاصطناعي، دقة الوضوح الميثالية.

١. مقدمة.

تُعد الخريطة التاريخية من أهم مصادر التراث البشري، فالخريطة تمثل تطور وثقافة المجتمع الذي نشأت فيه، شكلت خرائط الحضارات المتعاقبة عبر الزمن مجموعة من الوثائق المعرفية لتصبح إرثاً عالمياً ضخماً لا يقدر بثمن لقيمته الثقافية والتاريخية، مما دفع كثيراً من المهتمين للتنقيب في هذا الإرث واستعادته لأسباب تخص التراث والفن أو لأنه يعد مصدراً غنياً بالمعلومات الجغرافية المرتبطة بلحظات تاريخية معينة، وإجراء العديد من الدراسات ذات الصلة بالمشاهد الطبيعي والبشري أو لفهم التقنيات والمعرفة القديمة في صنعها.

الخرائط القديمة كغيرها من الوثائق التراثية رُسمت على وسائط قابلة للتلف عبر الزمن لاسيما المواد العضوية كالجلود أو الأوراق وغيرها، وذلك بسبب تعرضها للعوامل الطبيعية والبيولوجية أو حتى البشرية، فقد تتعرض لتلف كلي أو جزئي كفقد جزء منها أو انحلال وتلاشي الأحبار والألوان المستخدمة في رسمها أو تعرضها للعبث والتزوير، لذا تعمل العديد من الدول والجهات الحكومية والخاصة على حماية واستعادة هذا التراث قبل فقدانه.

تستند عملية استعادة الخرائط التاريخية إلى مجموعة من الطرق والتقنيات التي تهدف إلى حمايتها والمحافظة على شكلها الأصلي، إذ تبدأ بالتأكد من أصل الوثيقة انتهاءً بمعالجتها وترميمها عند الحاجة وحفظها وأرشفتها واستعادته عند الضرورة من خلال الإمكانيات التي توافرها التكنولوجيا الحديثة، ومن أهم التقنيات المستخدمة لحفظ الوثائق الماسحات الرقمية المتخصصة لنسخ ونقل الصور على وسائط تخزين إلكترونية، فهذه الطريقة تسهل إدارة واستخدام الخرائط الرقمية القديمة.

٢. أهمية الدراسة.

إن توافر الخرائط التاريخية في بيئة رقمية مع الحفاظ على خصائصها المترية وشكلها الأصلي ليس ضماناً لحفظها في شكل نسخة مختزلة ولكن تجعل منها نسخة مطابقة يمكن تداولها والوصول إليها في أي وقت، ولذلك فهي تمهد الطريق لمجموعة واسعة من الأبحاث والتطبيقات المختلفة كما أشار إليها جيورجيا جاتا (Gatta, 2010). لذا تبرز أهمية هذا الموضوع عند النظر فيما تحويه الخرائط التاريخية من كم كبير من البيانات المختلفة سواء فيما يتعلق بتركيبها الهندسي أو فيما يخص الظواهر الطبيعية والبشرية التي لا يمكن الاستفادة منها بشكل فعَّال إلا من خلال التعامل معها في بيئة رقمية، لكن تبقى مسألة دقة الصورة المتحصل عليها المحك الرئيس لإتمام عملية التحاليل؛ فهناك العديد من التحاليل التي يتوجب أن تكون دقة صورة الخريطة مناسبة

لأدخلها في البرمجيات الحاسوبية المتخصصة لعمل التحاليل مثل برمجيات الكشف عن المساقط وتحليل الدقة الهندسية وتعيين نقاط الإرجاع المناسبة وحتى عملية استخراج البيانات والمعلومات من على الخريطة التاريخية. تسعى هذه الدراسة إلى الكشف عن الطريقة المناسبة للتعامل مع صور الخرائط التاريخية منخفضة الدقة ، وذلك برفع دقتها وتحسين جودتها باستخدام برمجيات الذكاء الاصطناعي (Artificial Intelligence) لمعالجة الصور لأجل استثمار تلك الوثائق التاريخية بطريقة مثلى وتحقيق أقصى استفادة منها.

٣. مشكلة الدراسة وأهدافها.

تعد المعالجة الرقمية الأولية للخرائط التاريخية أمراً ضرورياً لضمان دقة النتائج، فالخرائط التاريخية القديمة رسمت على وسائط قديمة مما يعرضها لبعض المشكلات مثل تلاشي الألوان وتغيرها مع مرور الوقت، أو وجود بعض الطيات وبقع لونية أو حتى بعض الأشكال والزخارف التي كانت ترسم في الماضي، لكن مع التطور الكبير في مجال التقنيات الحاسوبية والمعالجات الرقمية ظهر عددٌ من البرمجيات الخاصة لتحسين الصور وزيادة دقة وضوحها وإزالة الشوائب والبقع وضبط التشبع والتباين والضوء والظلال وإزالة العيوب وتهذيب الصور وقصها، ويمكن تطبيق تلك التقنية على الخريطة التاريخية في صورتها الرقمية (Image) وذلك كله من أجل تحسينها لتسهل عمليات التحليل اللازمة لتحقيق أهداف أي دراسة تختص بالخرائط التاريخية، فاستخدام التقنيات الحديثة وتطبيقها على الخرائط القديمة مهم لجعلها أكثر فائدة واستغلالها بشكل أمثل. لا تتيح الكثير من المواقع تحميل الصور بدقة مناسبة لعمليات التحليل اللاحقة؛ ومن هنا برزت مشكلة الدراسة لأن أغلب التحاليل المطبقة على الخرائط التاريخية تلزم دقة وضوح معينة لإتمامها للوصول إلى نتائج موثوقة. ومن المستحسن أن تبدأ الدراسة من ورقة الخريطة الأصلية ومقارنتها مع نسختها الرقمية ،لكن تلك الخطوة يصعب تحقيقها في كثير من الأحيان لعدم القدرة الباحث على الوصول إلى الخريطة الأصلية ونسخها (scanning). ولحل ذلك الأشكال كان لابد من العمل على البرمجيات المتخصصة لتحسين الصور ورفع دقتها بدرجة مقبولة لتتمكن من أجراء التحليلات المراد تحقيقها في أي دراسة. وعليه، فإن الدراسة تعمل على تحقيق الأهداف الآتية:

- رفع دقة وضوح صور الخرائط التاريخية المختلفة عبر مضاعفة عدد بكسلات الصورة.
- تحديد دقة الصورة المناسبة لأجراء التحاليل الخاصة بالخرائط التاريخية.
- تحسين جودة صور الخرائط التاريخية عن طريق شحذها.

٤. الدراسات السابقة.

هناك العديد من الدراسات الغربية التي تطرقت لكيفية استخدام الأدوات الحديثة والبرامج المتخصصة في دراسة وتقييم الخرائط التاريخية عبر تطبيق بعض الأساليب التحليلية والقياسات الخرائطية عليها، لكن لا يوجد دراسة تطرقت إلى معالجة صور الخرائط التاريخية بصورة مباشرة بحسب علم الباحث، ويرجع ذلك إلى أن أكثر الأبحاث في هذا الجانب اعتمدت على الوثائق الخرائطية الأصلية عند دراستها بسبب توافرها في العالم الغربي، ولذا سيجري ذكر بعض الدراسات المتعلقة بالخرائط التاريخية بشكل عام، ومن هذه الدراسات ما يأتي:

أظهر كل من جيني و هورني (Jenny & Hurni, 2011) أهمية الخريطة التاريخية وكيفية معالجتها باستخدام نظم المعلومات الجغرافية لاستخراج المعلومات الكمية والنوعية من الخرائط القديمة وتقييمها، كما أن دراستهما ألقت نظرة على الدقة الجيودسية والبلانيمترية لتقييم موثوقية ودقة البيانات المستخرجة من الخرائط التاريخية والكشف عن التشوهات الهندسية للخريطة كما تدرس مقياس الخريطة وزاوية الدوران وإسقاط الخريطة، وقد اعتمد في هذه الدراسة على برنامج (MapAnalyst) لقدرته على استخراج التشوه الشبكي وتحديد اتجاه انزياح نقاط الإرجاع والدوران، واستخدمت في هذه الدراسة مجموعة من الخرائط التاريخية لشمال شرق سويسرا، التي من خلالها قدمت طريقة تستند إلى سلسلة من التحولات الهندسية لتقييم دقة الموقع من خلال قياس الانحرافات واتجاهاتها بعد تحويل النقاط المختارة على الخريطة التاريخية باستخدام تحويلات هيلمرت (Helmert Parameters) ، وهي طريقة تحويل قائمة على عدد من المعاملات تمثل التغيرات في المحورين السيني والصادي، والمقياس، والدوران، والإزاحة. وقد بينت الدراسة أهمية تقييم الدقة الطبوغرافية للخرائط التاريخية بواسطة التحليل الكاتورمتري (Cartometric) وكذلك مدى تأثير حجم الخريطة التاريخية ومعرفة الإسقاط على دقة القياسات الخرائطية.

وقدم كل من بارتونيك وآخرين (Bartoněk et al., 2012) اقتراحاً لتصميم قاعدة بيانات للخرائط التاريخية في جمهورية التشيك بهدف دمجها في مستودع لقاعدة البيانات الجغرافية بجامعة برنو التكنولوجيا (Brno University of Technology) وعرضها على بوابة إلكترونية لتلبية احتياجات المتخصصين والعامة، باستخدام تقنية نظم المعلومات GIS، بحيث تشمل هذه القاعدة العديد من البيانات التي لا توافرها قواعد البيانات الخرائطية الموجودة في التشيك التي يحتاجها الكثير من المتخصصين في هذا المجال، وتم تصميم قاعدة البيانات على مراحل عدة :المرحلة الأولى تحليل الخرائط التاريخية لتحديد

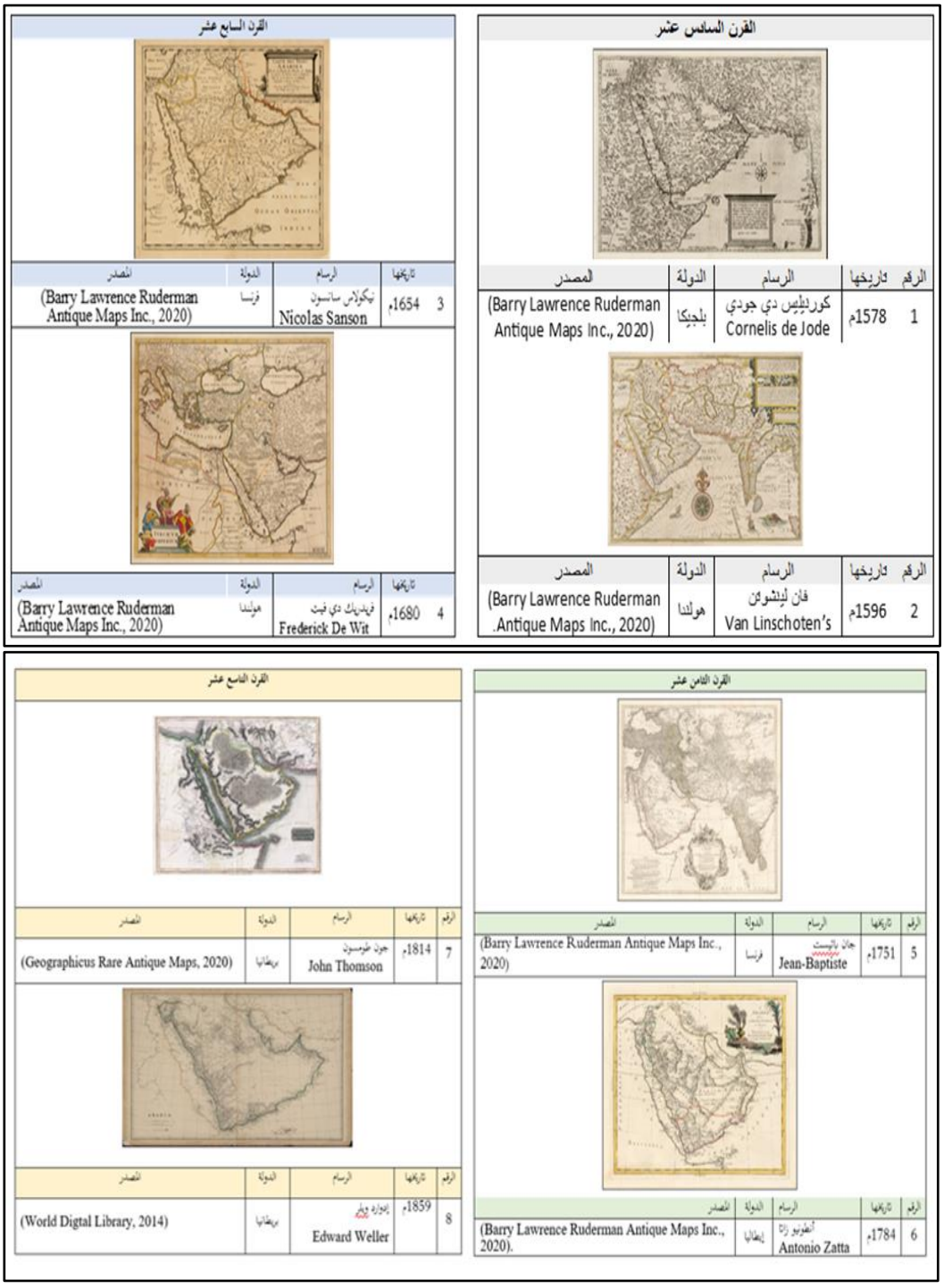
المعلومات الأساسية من وجهة نظر قاعدة البيانات بوصفها السمات المشتركة لجميع الخرائط كمعلومات الاطار والهامش ونمط الرسم واسم الخريطة وتاريخها ومنشئها وغيرها. المرحلة الثانية تصميم قاعدة بيانات مفاهيمية (التصويري) لتحديد قائمة جرد للمعلومات وتعيين الكيانات وإنشاء الروابط بينها ثم تحويلها إلى تصميم منطقي وبعدها عمل تصميم فيزيائي لمخطط قاعدة بيانات علائقية وتنفيذه في بيئة **MS Access**. المرحلة الثالثة دمج قاعدة البيانات **GIS** في مستودع بيانات **BUT** لخادم العميل لأجل وصول المستفيدين إليه من خلال لغة الاستعلام المكاني **SQL**. المرحلة الرابعة تطبيق ويب لجامعة برنو للتكنولوجيا مربوط بمستودع البيانات **GIS BUT**.

ودرس توماس باير (Bayer, 2014) طريقة جديدة لتقدير إسقاط الخريطة غير المعروف، وتحديد معاييرها، استنادًا إلى خوارزمية نفذت بواسطة برنامج **detectproj** المختص بتحليل وتقدير الإسقاط آلياً للخريطة ، وذلك عن طريق استخدام ثوابت لبناء دالة تهدف لوصف العلاقة بين الكيانات لمجموعات نقاط المطابقة **D0** و **D1** و **D2** على خريطة من القرن الثامن عشر أرجعت جغرافياً وحللت، ومقارنة المعاملات المقدرة في برنامج (detectproj) مع (MapAnalyst) التي جرى تحليها، ومن ثم اختبار كفاءة الخوارزميات عن طريق برمجية الانحدار البسيط (Nelder–Mead) المستخدمة في البرمجة الخطية لحل وتقدير المعلمات والمشاكل الإحصائية، وقد حققت تلك الطريقة نتائج أكثر دقة من استخدام برنامج (MapAnalyst) وجرى التعرف إلى إسقاط الخريطة بنجاح، وأشارت الدراسة إلى أن هناك عوامل عدة مهمة تؤدي دوراً في عملية التحليل مثل حجم المنطقة والموقع الجغرافي وشكلها ودقة اختيار النقاط ووجود الأساس الهندسي للخريطة، كما أكدت الدراسة ضرورة دمج خوارزميات تقدير الإسقاط مع برنامج الإسناد الجغرافي (Georeferencer) المباشر للخرائط الممسوحة ضوئيًا لتصبح أداةً معتمدةً في المكتبات الرقمية المخصصة للخرائط التاريخية.

٥. منهجية الدراسة.

تقوم منهجية هذه الدراسة على المنهج التجريبي الذي يعتمد التجربة العملية للوصول إلى حل إشكالية عدم وضوح صور الخرائط التاريخية عبر الاستعانة بأدوات تقنية حديثة ممثلة بتقنيات الذكاء الاصطناعي **Artificial Intelligence** والتعلم الألي **Machine learning**، وذلك من خلال العمل على حزمة برمجيات **Topaz Labs AI** ولاسيما برنامج **Gigapixel AI** و برنامج **Sharpen AI**، كما جرت الاستعانة ببرنامج **ArcGIS 10.8** لحل بعض الصعوبات الخاصة بوضوح الصورة ودقتها. ولتحقيق أهداف الدراسة جرى استيراد ثماني خرائط تاريخية متنوعة (١٦ق – ١٩ق) بواقع خريطتين لكل قرن

وذلك بعد التأكد من أنها صور الأصلية من خلال تتبع الصورة في أكثر من مصدر لضامن موثوقيتها، كما روعي عند جلبها اختيار أعلى دقة ممكنة بالوانها الحقيقية قدر الإمكان، كما هو موضح في الشكل (١) الآتي:



الشكل (١): الخرائط التاريخية المستخدمة في الدراسة.

٦. الخصائص الرقمية لصور الخرائط التاريخية.

إن موضوع تحويل الخرائط القديمة الورقية إلي نسخ رقمية لحفظها عبر أنظمة الرقمنة كبير وواسع لا يمكن التعريج عليه بسبب حصولنا على الخرائط بصورتها الرقمية من المصادر التي جرى ذكرها سابقاً، كما أن مصادر الخرائط لا تشير إلى معلومات عن كيفية تحويلها رقمياً، فنجد أن خصائص صور الخرائط القديمة تتباين من صورة لأخرى وذلك يرجع إلى نوعية أجهزة المسح المستخدمة وطرق معايرتها، ومن المعلوم أن لكل خريطة عند مسحها وتصويرها نوعاً خاصاً من أجهزة النسخ يتناسب مع حجمها ووضوحها والمواد المصنوعة منها، لذا يتطلب لكل خريطة طريقة تعامل محددة ومدروسة لتحويها إلى نسخة رقمية بواسطة الماسحات المناسبة والمعايير المتبعة لحفظ هذا النوع من الوثائق (Adami, et al., 2007). من أهم الأمور التي يجب اتباعها عند استخدام الماسحات الضوئية المحافظة على بقاء الخريطة القديمة مسطحة او مستوية سواء باستخدم المثبتات أو الأغطية الشفافة لتحول دون وقع تشوهات تؤثر في تركيبها الهندسي.

عند النظر إلى خصائص الصور الرقمية للخرائط التاريخية المدروسة، الجدول (٢)، نجد اختلافاً كبيراً في الوضوح والدقة ، وهذ ما يحدده الحد الأقصى للحجم الذي يجري الحصول عليه من معايرة أجهزة المسح الضوئي ويعبر عنها بابعاد البيكسل وهي العدد الكلي لوحدات البيكسل (Pixel) عند عرض الصور التي يجب أن تتناسب مع الأبعاد الحقيقية للخريطة الأصل، وهذا بدوره يؤثر في القياس التفاصيلي لملف الصورة التي تحدد درجة الدقة التفاصيلة (Resolution) والتي يجري قياسها بعدد البيكسلات في البوصة الواحدة عند الطباعة، فكلما زاد عداد البيكسلات في البوصة زاد الوضوحClarity ، وعادة ما تستخدم ٣٠٠ وحدة في البوصة بحسب معايير المسح والحفظ المستخدمة في مكتبة الكونغرس والأرشيف الأيطالي لحفظ الخرائط (Gatta, 2010). هذا أيضاً ما تشير إليه بعض الأبحاث المختصة بدراسة الخرائط القديمة كأقل قيمة مستخدمة للوضوح عند الدراسة (Chiang et al., 2014)، لكن هناك درسات تلزم دقة قد تصل إلى ٨٠٠ – ١٢٠٠بكسل في البوصة ، ومع ذلك فهي ليست ملزمة لهذه الدراسة.

من خلال دراسة الجدول (١) نجد ثلاث خرائط فقط دقتها من ٣٠٠ نقطة/بوصة وواحدة ٦٠٠ نقطة/بوصة، وبقية الصور تحمل دقة أقل، أما صورة الخريطة الأخيرة فلا يوجد لها معلومات عن الدقة و تحتاج إلى تعامل خاص بخلاف الصور الأخرى، وعلى العموم فأن درجة الدقة (Resolution) لصورة ليس لها تأثير كبير في وضوح الصورة في حالة كانت أبعاد البيكسل صغيرة ، إنما تأثيرها يتضح عند الطباعة، ويمكن رفع الدقة عن طريق برامج أخرى.

الجدول (١): خصائص الصور الرقمية للخرائط التاريخية

الخريطة	التاريخ	الابعاد المادية (سم)	الصيغة	الأبعاد بالبكسل (Pixel)	الدقة (dpi)	تمثيل الألوان	العمق bit/canale
١	١٥٧٨م	٥٠.٨سم ×٣٣.٠٢سم	jpg	١٥٦٠ ع × ٢٣٤٤ ض	٢٠٠ نقطة/بوصة	sRGB	٢٤
٢	١٥٩٦م	٣٨.٧سم × ٥٤.٦سم	jpg	٣٢٣٤ ع × ٤٣٦٩ ض	٩٦ نقطة/ بوصة	----	٢٤
٣	١٦٥٤م	٤٠.٦٤سم × ٥٠.٨سم	jpg	١٦٥٠ ع × ١٩٨٩ ض	٣٠٠ نقطة/ بوصة	sRGB	٢٤
٤	١٦٨٠م	٤٥.٧٢سم × ٥٠.٨سم	jpg	١٨٠٠ ع × ٢١٧٥ ض	٣٠٠ نقطة/ بوصة	sRGB	٢٤
٥	١٧٥١م	٧٦.٢سم × ٧٦.٢سم	jpg	٢٨٠٠ ع × ٢٩٢٦ ض	٣٠٠ نقطة/بوصة	sRGB	٢٤
٦	١٧٨٤م	٣٠.٤٨سم × ٣٩.٣٧سم	jpg	١٢٦٤ ع × ١٦٠٠ ض	٦٠٠ نقطة/بوصة	-----	٢٤
٧	١٨١٤م	٥٢.٠٧سم × ٥٩.٦٩سم	jpg	٦٣٠٠ ع × ٧٣٦٧ ض	٧٢ نقطة/بوصة	----	٢٤
٨	١٨٥٩م	٣٣سم × ٤٩سم	png	١٠٢٤ ع × ١٤٩٩ ض	----	----	٢٤

كان من المهم أستخدام برنامج (NATIONS PHOTO LAB) عبر شبكة الإنترنت والذي يمكنه الكشف عن مخطط البيكسل وتحديد عدد الوحدات المثالية للبيكسل فيما يخص أبعاد الصورة الأساسية من خلال ادراج الصورة في البرنامج، الشكل (٢).

الشكل (٢): واجهة برنامج NATIONS PHOTO LAB لتحديد الدقة المثالية.

المصدر: (NATIONS PHOTO LAB, 2020)

بعد مقارنة الأبعاد المادية الحقيقية للصورة والأبعاد المثالية للوضوح التي أظهرها البرنامج نجد البعدين في الخريطة ٢ و ٧ متقاربين إلى حد ما، كما أن الأبعاد القصوى للوضوح أعلى من الأبعاد الحقيقية ، لذا يمكن رؤية تفاصيل الخريطة بشكل مقبول نسبياً، الجدول (2)، وفي المقابل نجد أن الأبعاد الحقيقية أكبر بكثير لبقية صور من الأبعاد المثالية للوضوح وأعلى من الأبعاد القصوى للوضوح الفعلية ، لذا تكون دقة الوضوح ضعيفة، وتلك الأبعاد مرتبطة ارتباطاً وثيقاً بأبعاد البكسلات في الصورة، الشكل (3).

الجدول (2):

المقارنة بين الأبعاد الحقيقية والأبعاد المثالية والأبعاد القصوى لوضوح الصورة

الخريطة	التاريخ	الابعاد المادية الحقيقية (سم)	الأبعاد بالبكسل (Pixel)	أفضل قياس لجودة وضوح (سم)	الأبعاد القصوى لوضوح الصورة (سم)
١	١٥٧٨م	٣٣.٠٢سم × ٥٠.٨سم	١٥٦٠ ع × ٢٣٤٤ ض	١٢.٧سم × ١٧.٧٨سم	٣٠.٤٨سم ×٤٥.٧٢سم
٢	١٥٩٦م	٣٨.٧سم × ٥٤.٦سم	٣٢٣٤ ع × ٤٣٦٩ ض	٢٥.٤سم × ٤٥.٥٦سم	٦٠.٩٦سم ×٨٦.٣٦سم
٣	١٦٥٤م	٤٠.٦٤سم × ٥٠.٨سم	١٦٥٠ ع × ١٩٨٩ ض	١٢.٧سم × ١٢.٧سم	٢٧.٩٤سم ×٣٥.٥٦سم
٤	١٦٨٠م	٤٥.٧٢سم × ٥٠.٨سم	١٨٠٠ ع × ٢١٧٥ ض	١٢.٧سم × ١٧.٧٨سم	٣٥.٥٦سم ×٣٥.٥٦سم
٥	١٧٥١م	٧٦.٢سم × ٧٦.٢سم	٢٨٠٠ ع × ٢٩٢٦ ض	٢٠.٣٢سم × ٢٠.٣٢سم	٥٠.٨سم × ٥٠.٨سم
٦	١٧٨٤م	٣٠.٤٨سم × ٣٩.٣٧سم	١٢٦٤ ع × ١٦٠٠ ض	١٥.٢٤سم × ٢٠.٣٢سم	٢٥.٤سم ×٣٠.٤٨سم
٧	١٨١٤م	٥٢.٠٧سم × ٥٩.٦٩سم	٦٣٠٠ ع × ٧٣٦٧ ض	٥٠.٨سم × ٦٠.٩٦سم	٧٦.٢سم ×١١٤.٣سم
٨	١٨٥٩م	٣٣سم × ٤٩سم	١٠٢٤ ع × ١٤٩٩ ض	٢٠.٣٢سم × ٢٠.٣٢سم	٢٠.٣٢سم ×٢٥.٤سم

الشكل (3): مدى الوضوح فيما يخص أبعاد البيكسل.المصدر: من إعداد الباحثين

بالرجوع للشكل السابق يتضح دور أبعاد البيكسلات في وضوح الصورة ، وعليه لابد من زيادة الأبعاد عن طريق البرمجيات المتخصصة مبدئياً، ومن ثم العمل بعد ذلك على تحسين الصورة عبر تقنية الألوان وشحذ الصورة وزيادة التباين والتقليل من التعتيم، والجدير بالذكر أن لطبيعة الخريطة الأصلية دوراً في مدى الوضوح، فنوعية ولون الورق والأحبار المستخدمة في الرسم فضلا عن طرق وأسلوب رسم الظواهر وكتابة النصوص وحجمها لها تأثير في درجة وضوح الخريطة من البداية.

٧. المعالجة والنتائج.

هناك العديد من برامج تحسين الصور ولكن حزمة برامج (Topaz Labs AI) تُعد أحد البرمجيات العامة المساعدة في معالجة وتحسين جودة الصور القديمة المستندة إلى تقنية الذكاء الأصطناعي (Artificial Intelligence) والتعلم الألي (Machine learning)، إذ تعمل تقنية الذكاء الأصطناعي على تعزيز التعلم الآلي لتحليل الصور وتحويلها إلى صور محسنة يمكن الأستفادة منها، على خلاف البرامج الأخرى التي تستدعي تعديلات يدوية من المستخدم، لذا يعد العمل ببرمجيات الذكاء الأصطناعي

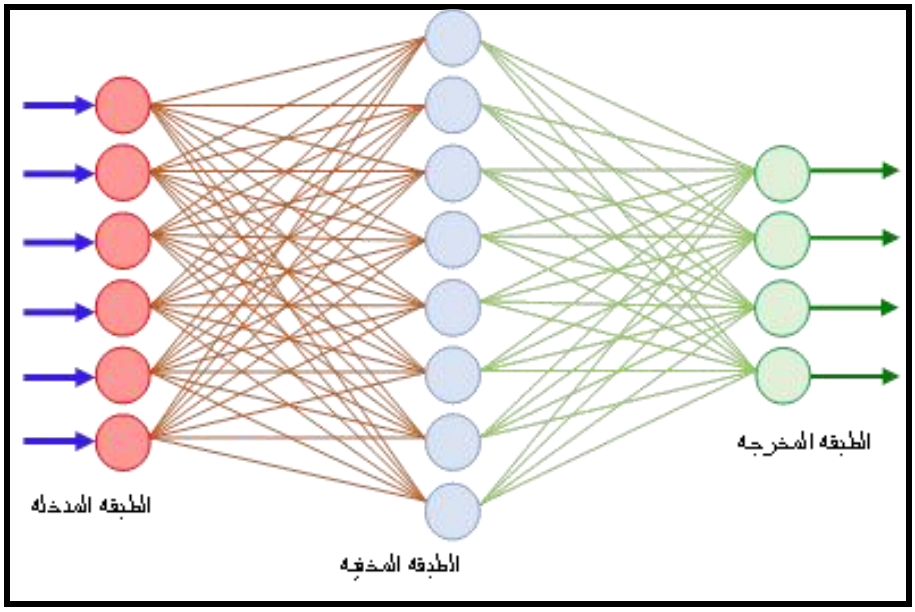
الطريقة الأسرع والأدق لضبط وضوح الصورة وتحسينها مع الحد الأدنى من تـدخلات المستخدم. من بين برمجيات حزمة Topaz المستخدمة لمعالجة صور الدراسة:

- برنامج Gigapixel AI - برنامج Sharpen AI

٧-١: نتائج المعالجة باستخدام برنامج Gigapixel AI:

برنامج يعمل بتقنية الذكاء الأصطناعي عبر مضاعفة أعداد بيكسلات الصورة ممـا يؤدي إلى زيادة أبعادها مع الحفاظ على جودتها، إذ يمكن تكبير حجم الصورة بنسبة تصل إلى أكثر من ٦٠٠%، فلدية القدرة على استعادة الصور منخفضة الدقـة وجعلهـا أكثـر وضوحاً من دون فقدان التفاصيل، كما يعمل أيضاً على زيادة التبـاين الحـواف لجعـل تفاصيل الصورة أكثر حدة.

يعتمد البرنامج على خورزميـات الاسـتيفاء Interpolation مثـل (bi-, fractal cubic, Lanczos) وغيرها، وذلك من خلال تقريب وحدات البيكسل الجديدة من قـيم الألوان للبيكسلات المجاورة، ثم يقوم Gigapixel AI بتحليل الصورة والتعـرف إلـى تركيبها وتفاصيلها باستخدام نماذج الذكاء الأصطناعي الخاصة بالبرنامج عبر التعلم الألي بقراءة وتحليل الصور المختزلة ذات الدقات المختلفة ليتعلم كيفية التمييز بين جودتها، بل والتعرف إلى بنيات معينة داخل الصورة، وهذه الألية تتم عبر تحليل الشـبكة العصـبية الصناعية الخاصة ببرنامج Gigapixel AI لملايين من الصور لمعرفة كيفة إعادة تشكيل الصورة من دون فقدان التفاصيل، الشكل (4)، إذ تتعلم الشبكة كيفيـة إنشـاء معلومـات الصور الجديدة وتكبير تفاصيلها وترقيتها (Topaz Labs, 2020).



الشكل (4): مخطط يوضح ألية عمل الشبكات العصبية الاصطناعية.

المصدر: من إعداد الباحثين بالاعتماد على (Topaz Labs, 2020)

جرى ادراج صور خرائط الدراسة إلى برنامج **Gigapixel AI** لمضاعفة عدد البيكسلات لأجل الحصول على صورة للخرائط بدقة مقبولة يمكن من خلالها تسهيل قراءتها ومعرفة التفاصيل سواء كانت لظواهر أو نصوص من أجل تحديد البيانات التي تحويها الخريطة وتحضيرها لعمل التحليلات اللاحقة لإنجاز أي دراسة. بعد ادخال الصور في البرنامج وتحديد مقياس أبعاد بيكسلات الصورة وهي من (٢× حتى أكثر ٦×)، الشكل (5)، جرت المعالجة بشكل آلي، وفي كل مرحلة يجري تغيير المقياس لعمل المقارنة البصرية مع عمل تكبير **Zoom** لصورة لتميز الظواهر والنصوص حتى نصل للدقة المطلوبة.

الشكل (5): واجهة برنامج **Gigapixel AI**.

المصدر: من إعداد الباحثين.

تباينت نتائج الوضوح من الصورة إلى أخرى وذلك بسب أبعاد البيكسلات للصورة الأصلية، فبعض الصور لم تحتاج إلا لمضاعفة البكسلات مرة واحدة أي بمقادر الضعف ٢× كصورة الخريطة (٧)، أما صورة الخريطة (١ و ٦) فقد جرت مضاعفة الأبعاد لست مرات ٦× بحسب المقياس حتى نصل للوضوح المناسب، وعند النظر إلى بقية الصور كانت مضاعفة عدد البكسلات إلى أربعة ٤× كافية للوصول للدقة الوضوح المقبولة، الشكل (٦)، فيما يخص الخريطة ٨ والأخيرة فكما أشير إليها سابقا لا يمكن رفع دقة الوضوح فيها بسب ضعف دقة الصورة (١٠٢٤ع × ١٤٩٩ض بكسل) من المصدر، وسيجري التعامل معها بأسلوب آخر للحصول على صورة واضحة يمكن العمل عليها.

الشكل (٦): مخطط يوضح مدى درجات وضوح الصورة عند مضاعفة عدد البكسلات باستخدام برنامج **Gigapixel AI**.

المصدر: من إعداد الباحثين.

عند الرجوع للشكل (٦) والجدول (3)، نجد أن أبعاد بيكسلات الصورة للوصول للوضوح المقبول يتراوح ما بين ٥٠٠٠ – ٨٠٠٠ بكسل للأرتفاع والعرض، ومن المعلوم أنه كلما زادت أبعاد البيكسل زاد الوضوح ولكن هناك إشكال في حجم الصورة وقت التخزين، إذ يصعب التعامل معها، وكل هذا يخضع لمواصفات وقدرات الحاسب المستخدم في المعالجة والتحليل.

الجدول (3): المقارنة بين أبعاد البيكسل لصورة الأصلية والأبعاد بعد المعالجة.

الخريطة	التاريخ	أبعاد البكسل لصورة الأصلية (Pixel)		أبعاد البكسل لصور بعد المعالجة (Pixel)					
		× ٠		× ٢		× ٤		× ٦	
		الأرتفاع	العرض	الأرتفاع	العرض	الأرتفاع	العرض	الأرتفاع	العرض
١	١٥٧٨م	١٥٦٠	٢٣٤٤	٣١٢٠	٤٦٨٨	٦٢٤٠	٩٣٧٦	٩٣٦٠	١٤٠٦٤
٢	١٥٩٦م	٣٢٣٤	٤٣٦٩	٦٤٦٨	٨٧٣٨	١٢٩٣٦	١٧٤٧٦	.....	.....
٣	١٦٥٤م	١٦٥٠	١٩٨٩	٣٣٠٠	٣٩٧٨	٦٦٠٠	٧٩٥٦	.....	.....
٤	١٦٨٠م	١٨٠٠	٢١٧٥	٣٦٠٠	٤٣٥٠	٧٢٠٠	٨٧٠٠	.....	.....
٥	١٧٥١م	٢٨٠٠	٢٩٢٦	٥٦٠٠	٥٨٥٢	١١٢٠٠	١١٧٠٤	.....	.....
٦	١٧٨٤م	١٢٦٤	١٦٠٠	٢٥٢٨	٣٢٠٠	٥٠٥٦	٦٤٠٠	٧٥٨٤	٩٦٠٠
٧	١٨١٤م	٦٣٠٠	٧٣٦٧	١٢٦٠٠	١٤٧٣٤	.....	.....	.....	.....
٨	١٨٥٩م	١٠٢٤	١٤٩٩	لم يتم معالجتها ببرنامج Gigapixel AI بسبب ضعف دقتها من المصدر					

البرنامج يشتمل على العديد من صيغ التخزين Format لصور مثل (jpg, jpeg, tif, tiff, png)، لكن جرى إعتماد صيغة JPG على الرغم من وجود صيغ أفضل من ناحية العرض والمحافظة على تركيب الصورة في حالة تكرار حفظها، لكن بعد التجربة والتخزين بصيغ عدة مثل TIFF و TIF كانت الفوارق غير ملحوظة فيما يخص متطلبات الدراسة التحليلية اللاحقة إلا من ناحية حجم التخزين، لذا جرى اعتماد صيغة JPG لسهولة التعمل معها لصغر السعة التي تشغلها عند التخزين، كما أن معظم أنظمة التشغيل تدعم هذا النوع من الأمتدادات، فضلا عن أن أبعاد البيكسلات للصور المدروسة لا تتجاوز الحد الأقصى لأستيعاب هذه الصيغة التي تصل إلى (٦٤٠٠٠ × ٦٤٠٠٠) بكسل (Bendell, et al., 2016). كما جرى اختيار أنموذج الألوان المعياري sRGB في حفظ الصورة ، وهو من أشهر النماذج للمعالجة الرقمية للصور وهو معد للعرض على الشاشة وليس للطباعة، إذ إن جميع الصور ذات عمق لوني Color depth ٢٤ بت (bit)، الجدول (٤)، وهي عدد البتات Bits Per Pixel المستخدمة لتمثيل معلومات الألوان الخاصة بالبكسل، وفي بعض البرامج يمكن تحديدها من خلال تنسيق ملف الصورة، ولكن في الغالب يجري اعتماد العمق اللوني ٢٤بت الذي يمثل الألوان الحقيقية للصورة True color، إذ تتكون كل قناة من قنوات الألوان الثلاثة RGB من ٨ بت ، وتتراوح قيم الكثافة اللونية لكل قناة بين (٠ – ٢٥٥)، والعمق اللوني للصورة له دور

كبير في تمييز دقة الألوان ولاسيما عند عمل المعالجة كالتحكم بقياس الألوان من التدرج والتشبع والتباين وغيرها، ويمكن توسيع العمق اللوني لصور من ٨ بت إلى ١٦ بت من خلال برنامج JPEG to RAW AI أحد برامج Topaz مما يزيد المساحة اللونية الناتجة لكي تعطي مجالاً أكبر في تحرير التشبع والتباين وغيرها، لكن العمق اللوني ٨ بت في هذه الدراسة مقبول بحسب النتائج التجريبية على الصور المدروسة.

الجدول (٤): المُخرج النهائي لصورة خرائط الدراسة بعد المعالجة ببرنامج Gigapixel AI.

الخريطة	التاريخ	أبعاد بالبكسل لصورة الأصلية (Pixel)		أبعاد البكسل المقبولة لصور بعد المعالجة (Pixel)		تمثيل الألوان Model color	العمق bit/canale	حجم الصورة (Mb)
		الأرتفاع	العرض	الأرتفاع	العرض			
١	١٥٧٨م	١٥٦٠	٢٣٤٤	٦٢٤٠	٩٣٧٦	sRGB	٢٤	٨٠.٤
٢	١٥٩٦م	٣٢٣٤	٤٣٦٩	٦٤٦٨	٨٧٣٨	sRGB	٢٤	٥١.٢
٣	١٦٥٤م	١٦٥٠	١٩٨٩	٦٦٠٠	٧٩٥٦	sRGB	٢٤	٦٠.٣
٤	١٦٨٠م	١٨٠٠	٢١٧٥	٧٢٠٠	٨٧٠٠	sRGB	٢٤	٨٥.٥
٥	١٧٥١م	٢٨٠٠	٢٩٢٦	٥٦٠٠	٥٨٥٢	sRGB	٢٤	٤٤.٩
٦	١٧٨٤م	١٢٦٤	١٦٠٠	٥٠٥٦	٦٤٠٠	sRGB	٢٤	٤٠.٣
٧	١٨١٤م	٦٣٠٠	٧٣٦٧	١٢٦٠٠	١٤٧٣٤	sRGB	٢٤	٢٨٢

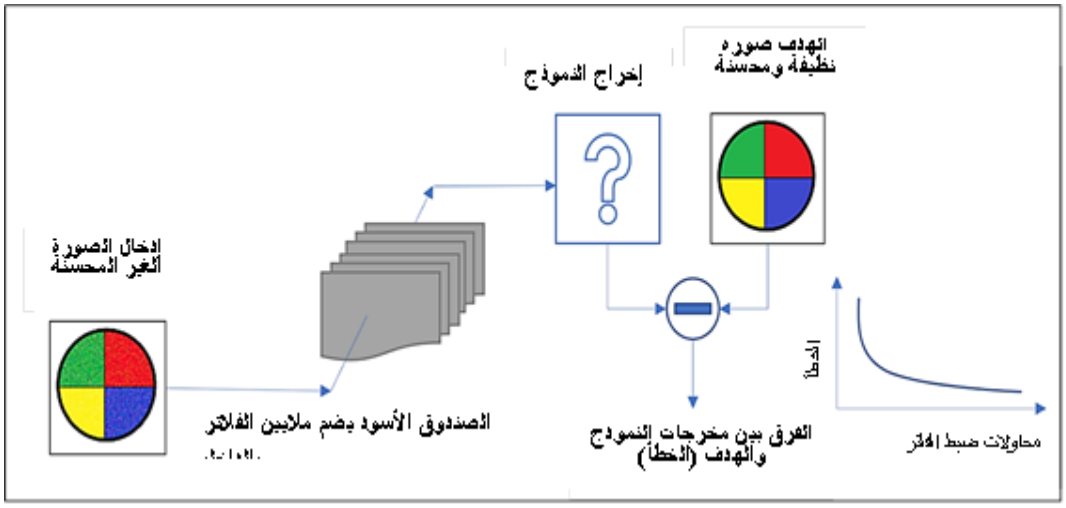
المصدر : إعداد الباحثين

٧-١: نتائج المعالجة باستخدام برنامج Sharpen AI:

برنامج مخصص لشحذ Sharpen الصور وتقليل الأهتزازات Shake التي تحصل عند التصوير أو استخدام الماسحات الضوئية، إذ تنشأ الضوضاء الضبابية عبر وحدات البكسل التي تكسب كمية زائدة من الضوء مما يسبب حساسية لمستشعرات الأجهزة التي تعمل على إلتقاط الصورة فيظهر على الصورة شيء من التعتيم والغشاوة التي تحجب التفاصيل الدقيقة (Salyer, 2020). عملية شحذ الصورة تؤدي إلى زيادة الحدة sharpness وإزالة الضبابية blur وموزنة عناصر الصورة Stabilize، وعلية فأن لها دوراً فعالاً في تمييز التفاصيل الحقيقية للصورة وتحسين دقة وضوحها.

إن تقنية الذكاء الاصناعي في برنامج Sharpen AI تساعد في تحسين الصورة بشكل أفضل مقارنة بالبرامج الأخرى، فهو يقوم بعملية التعلم الآلي لدرجة حدة الصور ، وذلك عن طريق تغذية البرنامج بملايين الصور غير الواضحة الحدة ومن ثم التعرف إلى الخصائص التفصيلة للصورة وبعدها يقوم بتحسين تلك التفاصيل (Doherty, 2020).

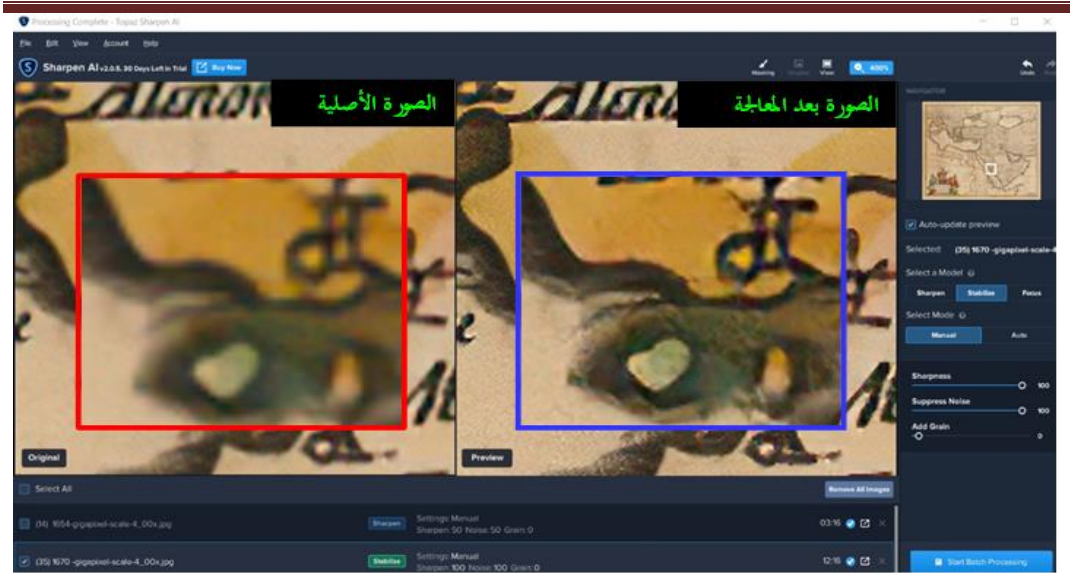
ويعد أنموذج التعلم العميق Deep Learning هو جوهر عمل البرنامج Sharpen AI ، فيعمل بشكل مماثل للعقل البشري، إذ يضم الأنموذج ملايين الفلاتر ، وتحدد مهامها بناءً على وظيفة البرنامج في تقليل الضوضاء وشحذ الصور وإزالة الضبابية، فيعمل على ادخال الصورة عبر المرشحات الخاصة لتخرج الصورة بمظهرها الجديد، وبعد التدقيق يجري ضبط أنموذج التعلم وتزويده ببعض الملاحظات لأعادة التحقق من تحسين أدائه، ويجري تكرار العملية بملايين الصور ، وكل مرة تضبط المرشحات حتى يقلل أنموذج التعلم الآلي من الخطأ تدريجياً، وعند الانتهاء من التدريب يكون الأنموذج جاهزاً لأخراج صور محسنة (Acharjee, 2020)، وهكذا تتم عملية تدريب الذكاء الاصطناعي لتحسين الصور وزيادة دقة وضوحها من خلال الشحذ وتقليل الضوضاء وإزالة الضبابية والأهتزازات. الشكل (٧).



الشكل (٧): مخطط لشرح عملية التدريب على أنموذج الذكاء الاصطناعي.

المصدر: (Acharjee, 2020).

كانت المرحلة الثانية من تحسين جودة صور خرائط الدراسة بإدخالها في برنامج Sharpen AI لشحذ الصور وزيادة دقة وضوحها عبر زيادة الحدة وكشف التفاصيل الدقيقة لصورة، الشكل (٨)، وقد كانت هذه التقنية فعالة لصنع صور جديدة عالية الجودة يمكن استخدامها لتحقيق الأهداف المنشودة للدراسة والتغلب على معوقات عدم وضوح الصور من المصدر.



الشكل (٨): واجهة برنامج **Sharpen AI**.

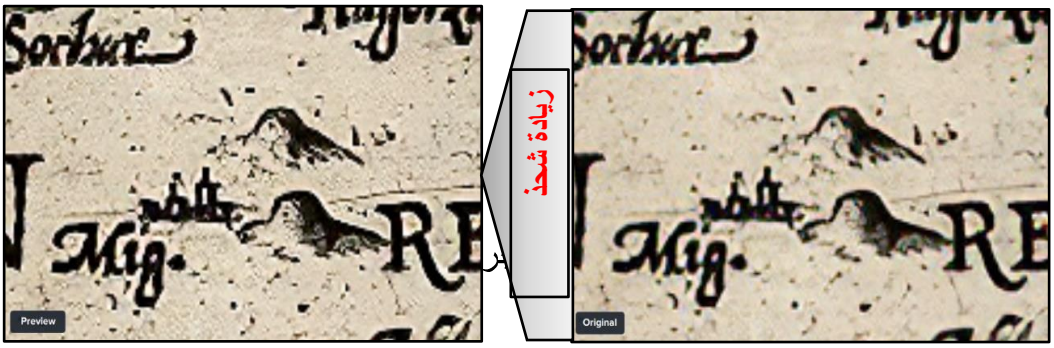
المصدر: من إعداد الباحث.

ويمكن ملاحظة هذا الفرق من خلال الشكل (٩)، الذي يصف مراحل تحسين جـــودة الصور باستخدام تقنية الذكاء الاصطناعي.

الشكل (٩): مخطط لمقارنة الصور بعد معالجتها لزيادة دقة الوضوح.

المصدر: من إعداد الباحث.

ومن خلال التجربة يمكن زيادة شحذ الصورة أكثر من مرة لزيادة التفاصيل وتحسين الصورة وهذا يرجع إلى حالة الصورة بعد معاينتها وتقدير مدى قبول دقة وضوحها، وهذا كله يخضع لمتطلبات الدراسة، الشكل (١٠).



بعد عملية معالجة الصور وتحسين جودتها ، فمن الملاحظ أن البرمجيات التي تعمل على تقنية الذكاء الاصطناعي المستخدمة في الدراسة لها القدرة على تحسين الصورة مع المحافظة على الألوان الحقيقية للصورة الأصلية، كما كشفت المعالجة الكثير من التفاصيل للصور التي لم تكن مرئية قبل المعالجة، فبعد عرض صور المعالجة وتكبيرها ومعاينتها بصرياً اتضح أن هناك عمليات ترميم جرت لبعض الخرائط وهي ضرورية لحماية الخريطة من الأهتراء أو تلاشي ألونها، كما وجد في بعضها بقع لونية قد تكونت جراء تطيار بعض الأحبار من ريشة الرسم عند إنشائها أو بسبب عوامل أخرى خارجية كسوء الأستخدام، وكذلك أثر لطيات، ويرجع ذلك إلى أن بعض الخرائط كبيرة وكانت تحفظ بطريقة غير صحيحة أو ذات استخدام دائم فيتطلب حملها بشكل مطوي حتى لا تأخذ حيزاً مكانياً كبيراً أو بسبب وجودها في أطالس أو كتب، وكل تلك الملاحظات وغيرها لا تؤثر في دراسة الخريطة في أغلب الأحيان، الشكل (١١).

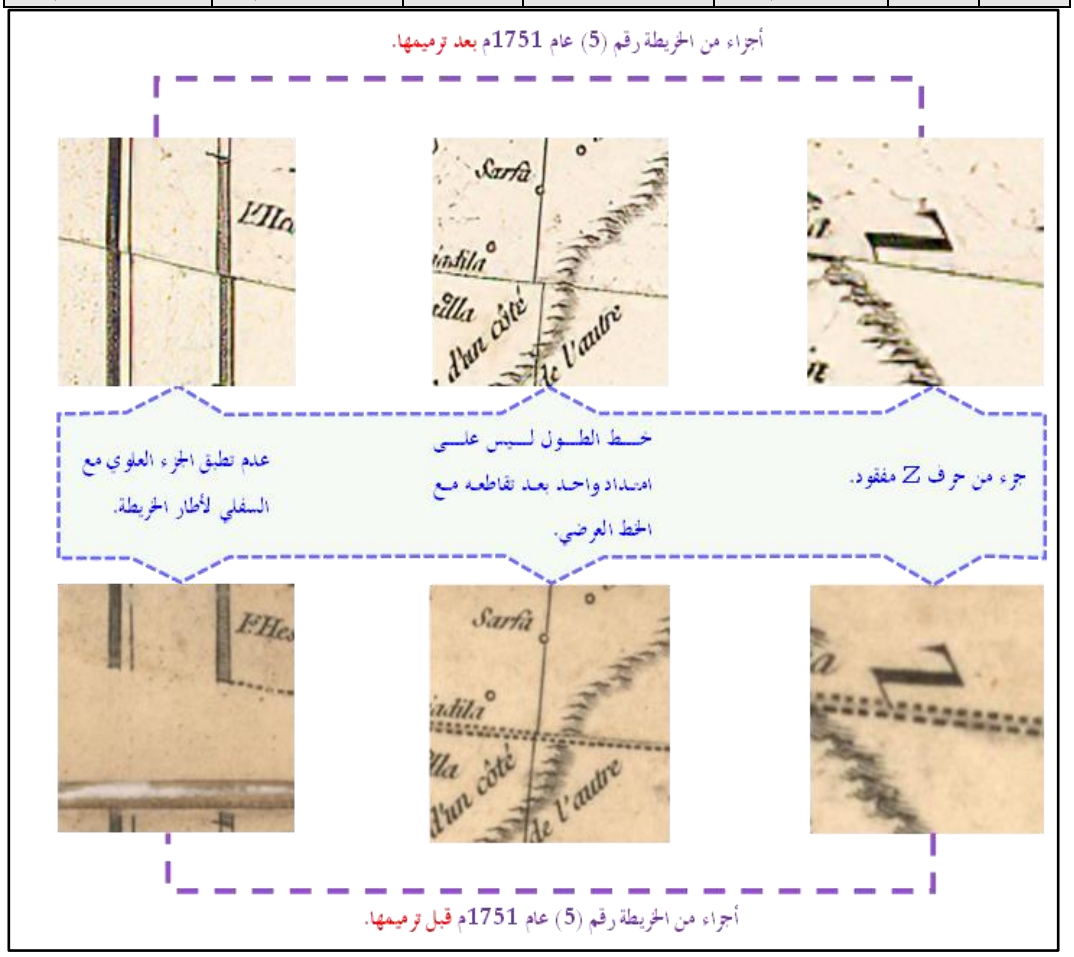
الإشكالية التي قد تؤثر في عمليات التحليل اللاحقة تتضح في الطريقة المتبعة عند ترميم الخريطة (٥)عام ١٧٥١م والتي حصل لها تشوه عندما ربطت اجزاؤها ببعض، الشكل (١٢). ولحل هذا الأشكال تطلب الأمر البحث عن الخريطة الأصل قبل ترميمها وإكمال العمل عليها، لكن بعد الحصول عليها كانت دقتها ضعيفة ولا يمكن معالجتها بالطرق السابقة، وذلك يرجع إلى أن مصدر الخريطة لا يتح تحميلها بشكل كامل بدقة عالية، وهذا العائق مشابه لوضع الخريطة (٨)عام ١٨٥٩م، الجدول (٥).

الشكل (١١): أمثلة على بعض الملحوظات المكتشفة بعد معالجة الصور.

المصدر: من إعداد الباحث.

الجدول (٥): المقارنة بين الأبعاد الحقيقية والأبعاد المثالية والأبعاد القصوى لوضوح صور الخارطتين ١٧٥١م و١٨٥٩م.

الخريطة	التاريخ	الابعاد المادية الحقيقية (سم)	الأبعاد بالبكسل (Pixel)	الصيغة Format	الأبعاد القصوى لوضوح الصورة (سم)	أفضل قياس لجودة وضوح (سم)
٥	١٧٥١م	٧٦.٢سم × ٧٦.٢سم	٦٧٣ ع × ٧١٠ ض	png	٥٠.٨سم ×٥٠.٨سم	أقل من ٢٠سم × ٢٠سم
٨	١٨٥٩م	٣٣سم × ٤٩سم	١٠٢٤ ع × ١٤٩٩ ض	png	٢٠.٣٢سم ×٢٥.٤سم	٢٠.٣٢سم × ٢٠.٣٢سم



الشكل (١٢): مخطط يوضح المقارنة بين أجزاء الخريطة قبل وبعد الترميم.

المصدر: من إعداد الباحث.

ولهذا سيكون التعامل مع هاتين الخريطتين بشكل خاص،إذ سيجري تحميل الصورة بشكل مجزأ وبأبعاد موحدة ثم جمع تلك الأجزاء على شكل فسيفساء باستخدام ArcMap أحد برامج حزمة ArcGIS الذي يشتمل على العديد من المهام التي من الممكن توظيف بعضها لتهيئة ومعالجة وتحليل الخرائط التاريخية.

٣-٧ : نتائج المعالجة باستخدام برنامج ArcGIS:

كانت أولى خطوات هذه المرحلة القيام بتخزين الصور المجزئة لكل من خريطة ٥ و ٨ (١٧٥١م و ١٨٥٩م) بشكل مرتب بحيث تحمل كل صورة رقماً تسلسلياً، وتتم هذه العملية بفتح نافذة عرض الخريطة من المصدر (المكتبة الرقمية العالمية [١]) ومن ثم تكبيرها Zoom وتثبيت الصورة على مقياس محددة، ومن ثم البدء من الزاوية العلوية اليسرى بتجاه اليمين أو للأسفل، الشكل (١٣)، لتكون الصورة الأولى الصورة المرجع لبقية الأجزاء، وبعد حفظها يجري تحريك الصورة أفقياً أو إلى الأسفل بقدر معين ومنتظم، شريطة أن تظهر أجزاء من الصورة الأولى على الصورة الثانية حتى تسهل عملية ربطها بالجزء السابق ومن ثم حفظها وهكذا مع بقية الأجزاء بحيث تصبح كل صورة مرجعاً للصورة التي بعدها، وكانت المحصلة النهائية لعدد الصور المخزنة للخريطة (٥) ١٦٠ صورة والخريطة (٨) ٦٨ صورة.

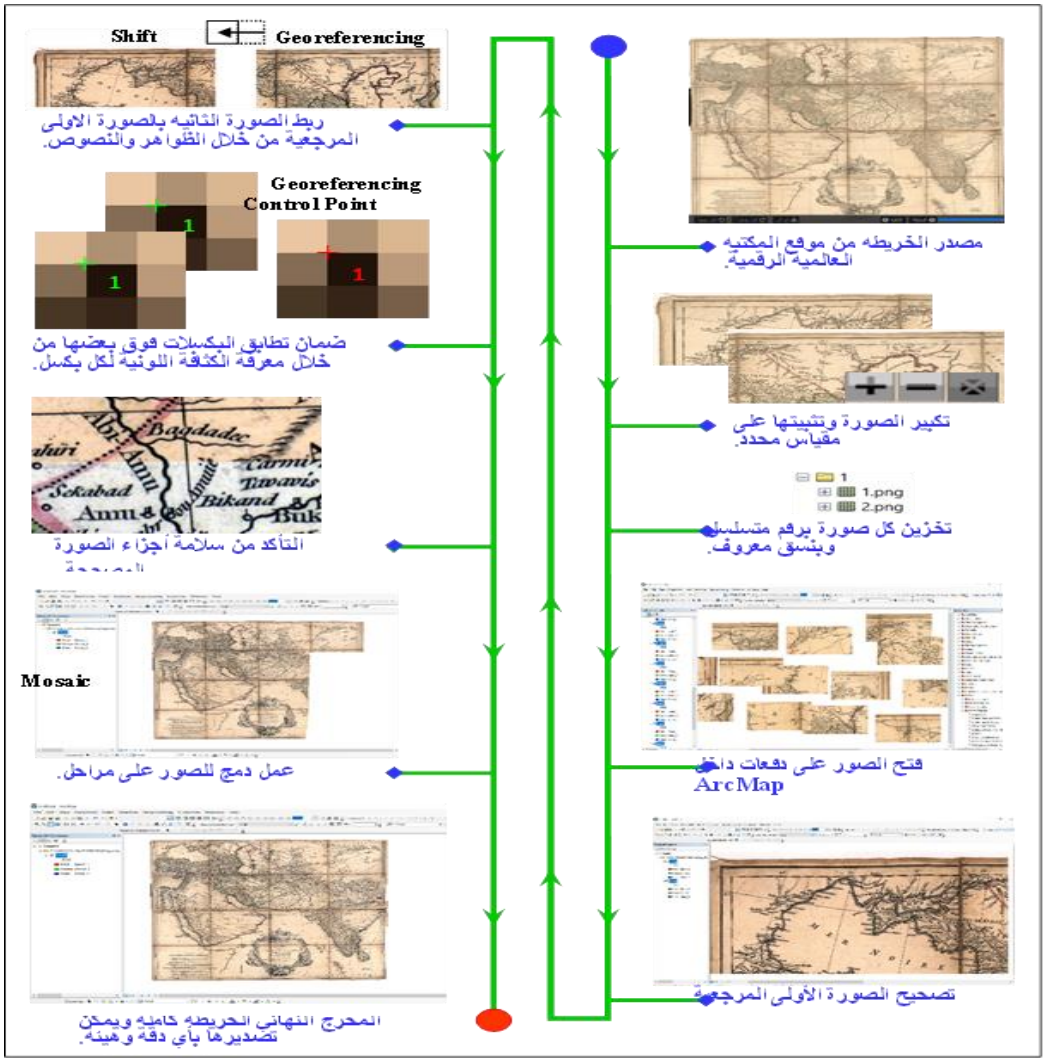
الشكل (١٣): صورة مكبرة للجزء الأيسر العلوي من الخريطة ١٧٥١م من موقع المكتبة الرقمية العالمية.

المصدر: من إعداد الباحثين.

في الخطوة التالية جرى العمل على برنامج ArcMap وفتح الصور المجمعة للخريطة بالترتيب، ومن ثم تثبيت الصورة الأولى باستخدام أداة التصحيح الهندسي Georeferencing وتصحيح الصورة بشكل تقديري باختيار نقطة ربط واحدة فقط (نقاطة التحكم Control Point)، على الصورة وتثبيتها مكانها لغرض المحافظة على الصورة الأولى بوصفها مرجعاً، وبعد ذلك

(٩) https://www.wdl.org/ar/item/13047

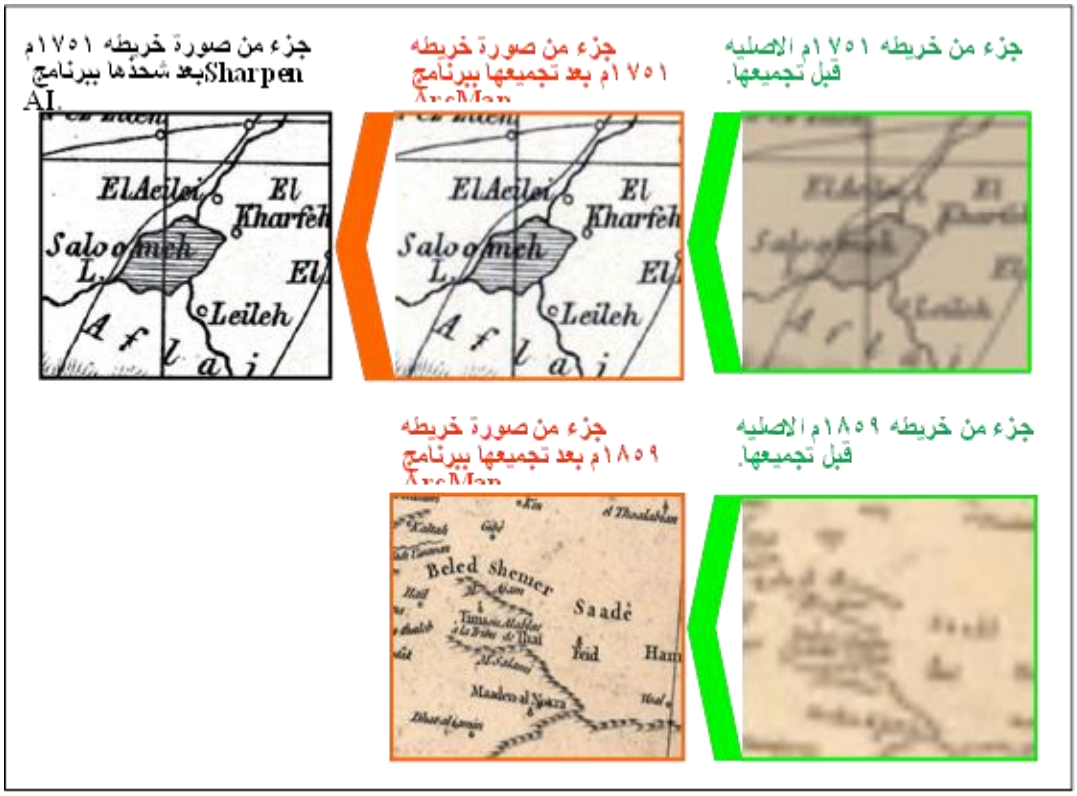
حفظها عن طريق أمر التصحيح **Rectify** في ملف جديد. وبعد حذف الصورة الأولى الأصلية يجري جلب الصورة المصححة الجديدة، مع إضافة الصورة الثانية وإلصاقها بالصورة المصححة السابقة عن طريقة أداة **Shift** لتحريك الصور ومطابقة الظواهر أو النصوص الموجودة على الصورة الثانية مع المماثلة لها في الصورة الأولى، وبعد المطابقة الأولية يحين دور المطابقة النهائية بأخذ نقط صغيرة مشتركة بين الصورتين ومن ثم تكبيرها حتى تظهر تفاصيل البكسلات بشكلٍ كافٍ، وذلك لربط البيكسل مع البيكسل المكافئ له في كلتا الصورتين، والسبب هنا يرجع إلى وجوب تحرى الدقة في هذه العملية لأن أي خطأ منذ البداية مهما كان صغيراً سينجم عنه خطأ تراكمي يؤثر في ترابط الصور لاحقا، وبعد عملية ربط الصورة الثانية مع الأولى يجرى حفظها بطريقة الصورة الأولى نفسها وهكذا مع بقية الصور حتى يكتمل الجزء الأول من الخريطة وبعد ذلك يجري دمج الصور مع بعضها باستخدام الأمر **Mosaic** لتصبح صورةً واحدةً، وتتم هذه العملية على مراحل حتى تكتمل الصورة ومن ثم حفظها بالدقة والصيغة المرادة، الشكل (١٣).



الشكل (١٤): مخطط آلي لتجميع الصور وتركيبها ببرنامج **ArcMap**.

المصدر: من إعداد الباحثين.

بعد الانتهاء من تجميع الصورتين السابقتين وحفظها لاستخدامها في عمليات التحليل اللاحقة، يمكن مقارنة جودة الوضوح لكلتيهما من خلال الشكل (١٥).



الشكل (١٥): مقارنة صور الخرائط قبل وبعد عملية التجميع ببرنامج ArcMap.

المصدر: من إعداد الباحثين.

كانت عملية حفظهما بحسب ما تقتضيه متطلبات الدراسة التحليلة وكغيرها من الصور السابقة التي جرت معالجتها وتخزينها بابعاد البكسلات المقبولة للوضوح، الجدول (٦).

الجدول(٦): المخرج النهائي لصورة الخارطتين ١٧٥١م و١٨٥٩م بعد عملية التجميع ببرنامج ArcMap.

الخريطة	التاريخ	أبعاد بالبكسل لصورة الأصلية (Pixel)		أبعاد البكسل الصوره بعد إعادة تجميعها (Pixel)		تمثيل الألوان Model color	الصيغة	العمق bit/canale	حجم الصورة (Mb)
		الأرتفاع	العرض	الأرتفاع	العرض				
٥	١٧٥١م	٢٨٠٠	٢٩٢٦	٧١٠١	١٠٣٨٢	sRGB	jpg	٢٤	٦٣.٥
٨	١٨٥٩م	٦٧٣	٧١٠	٧٠٢٤	٧٤٧١	sRGB	jpg	٢٤	٦٢.٨

المصدر: من إعداد الباحثين.

٨- الخاتمة والتوصيات:

اتضح من خلال الملاحظة البصرية للخرائط المدروسة بعد عملية معالجتها أهمية استخدام تقنيات الذكاء الاصطناعي في تحسين دقة وضوح الصور الرقمية للخرائط التاريخية مع المحافظة على الألوان الأصلية، إذ خلصت الدراسة إلى النتائج الآتية:

- بينت الدراسة أن دقة وضوح صور الخرائط التاريخية المستوردة من معظم المواقع المتخصصة ، لا تحقق الدقة المثالية لإجراء بعض التحليلات اللازمة في الأبحاث ذات العلاقة والتي تتطلب إدخال الخريطة في بيئة برمجيات أخرى.
- أظهرت برمجيات الذكاء الاصطناعي العامة **Topaz Labs AI** المستخدمة لمعالجة صور الخرائط التاريخية في هذه الدراسة قدرتها المميزة في زيادة دقة ووضوح الخرائط، إذ جرت مضاعفة أعداد البكسلات باستخدام **Gigapixel AI** إلى أكثر ١٤٠٠٠ بيكسل في البوصة، وجرى تحديد الدقة المثالية لوضوح الصور في هذه الدراسة ٥٠٠٠ – ٨٠٠٠ بيكسل في البوصة لمعظم الصور، كما كان لبرنامج **Sharpen AI** دور كبير في شحذ الصور، وتحسين جودتها، وزيادة دقة الوضوح.
- إمكانية توظيف برنامج **ArcMap** في بعض المهام التي من الممكن توظيف بعضها لتهيئة ومعالجة وتحليل الخرائط التاريخية.
- إمكانية استخدام **ArcMap** أحد برامج حزمة **ArcGIS** الذي يشتمل على العديد من المهام والقدرات وتوظيف بعضها لتهيئة ومعالجة الصور الرقمية للخرائط التاريخية المستوردة عبر الشبكة العنكبوتية.
- كشفت المعالجة الكثير من تفاصيل الصور التي لم تكن مرئية قبل المعالجة، فبعد عرض الصور المعالجة وتكبيرها ومعاينتها بصرياً ، اتضح أن هناك عمليات ترميم جرت لبعض الخرائط، ووجود بعض البقع اللونية على بعضهاالآخر، كما كشفت المعالجة أثر طيات الخرائط التي قد يكون لها تأثير سلبي في بعض التحاليل الهندسية للخرائط التاريخية.
- كشفت الدراسة فقر المواقع الإلكترونية العربية التابعة للمؤسسات الحكومية أو الخاصة المهتمة بالتراث والثقافة على أرشيف خاص بالخرائط التاريخية يمكن الاعتماد عليه لإجراء الأبحاث في الخرائط التاريخية كالتي موجودة في العالم الغربي، فالمواقع الغربية مبنية على معايير علمية نتيجة الأبحاث ومتطلبات المستخدم، من حيث طريقة تصميم قواعد البيانات الخاصة بهذا النوع من الخرائط وأرشفتها تنظيمها وربطها بمصادر أخرى مرتبطة بكل خريطة لتسهيل عملية البحث والاستفسار، وكذلك طريقة

عرضها ومطابقتها على خرائط أساس باستخدام أساليب ارجاع مناسبة، مع إمكانية تحميلها بدقة محددة وجعلها متاحة للباحثين والعامة.

وبناءً على ما توصلت إليه الدراسة من نتائج، يمكن ايراد بعض التوصيات المقترحة التي قد تسهم في توجيه الدراسات المستقبلية في الجانب التقني المتعلق بالخرائط التاريخية:

- توفير مواقع عربية خاصة بالخرائط التاريخية المتنوعة بحسب المعايير العلمية والعالمية، لغرض نشرها ومشاركة المعلومات مع المستخدمين الآخرين وجعلها متاحة للباحثين.
- العمل على إيجاد حلول مبتكرة لأتمتت عملية رقمنة الخرائط التاريخية، عبر تطوير الخورزميات المخصصة لذلك.
- توصي الدرسة بتوظيف المزيد من التقنيات والبرامج الخرائطية أو العامة لدراسة الخرائط التاريخية لتحقيق أقصى استفادة منها سواء في المجال التاريخي أو الجغرافي.
- التركيز على تقنيات الذكاء الاصطناعي **Artificial Intelligence** لتسهيل العمل على الخرائط التاريخية.
- حث الباحثين العرب لعمل المزيد من الأبحاث في مجال الخرائط التاريخية من خلال التعامل معها بالأسلوب الكمي عبر استخدام البرمجيات المتخصصة، لتكون الدراسات أكثر عمقاً ورصانة.

References

Acharjee, P. (2020, 1 22). Understanding AI-powered noise reduction. Retrieved from Topaz Labs AI: https://topazlabs.com/learn/understanding-ai-powered-noise-reduction/#why-is-image-noise-reduction-such-a-challenge

Adami, A., Fregonese, L., Guerra, F., Tsioukas, V., Livieratos, E., & Tsioukas, V. (2007, 10 1). DIGITAL REPRESENTATIONS AND ANALYSIS OF DEFORMATIONS INDUCED IN MAP SUPPORTING MATERIALS. ISPRS XXI International CIPA Symposium, Athens, Greece.

Barry Lawrence Ruderman Antique Maps Inc. (2020). Antique Maps Europe Southern Europe. Retrieved from Raremaps: https://www.raremaps.com/gallery/detail/47488/turcicum-imperium-de-wit

Barry Lawrence Ruderman Antique Maps Inc. (2020). Antique Maps Middle East & Holy Land. Retrieved from Raremaps: https://www.raremaps.com/gallery/detail/42390/carte-des-trois-arabies-tiree-en-partie-de-larabe-de-nubie-mariette---sanson

Barry Lawrence Ruderman Antique Maps Inc. (2020). Antique Maps Middle East & Holy Land L'Arabia Divisa In Petrea, Deserta E Felice. Retrieved from RareMaps: https://www.raremaps.com/gallery/detail/56888/larabia-divisa-in-petrea-deserta-e-felice-1784-zatta

Barry Lawrence Ruderman Antique Maps Inc. (2020). Antique Maps World. Retrieved from Raremaps:

https://www.raremaps.com/gallery/detail/65167/deliniantur-in-hac-tabula-orae-maritimae-abexiae-freti-mec-van-linschoten

Barry Lawrence Ruderman Antique Maps Inc. (n.d.). Antique Maps Asia. Retrieved from RareMaps: https://www.raremaps.com/gallery/detail/62523/secundae-partis-asiae-de-jode

Bartoněk, D., Opatřilová, I., & Dermeková, S. (2012, April 19–20). Database design of the historical maps. 7th ICA Workshop on Digital Approaches to Cartographic Heritage.

Bayer, T. (2014, 3 21). Estimation of an unknown cartographic projection and its parameters from the map. Geoinformatica (2014), pp. 621–669.

Bendell, C., Kadlec, T., Weiss, Y., Podjarny, G., Doyle, N., & McCall, M. (2016). High Performance Images Shrink, Load, and Deliver Images for Spee. United States of America: O'Reilly Media, Inc.

Budig, B. (2018). Extracting Spatial Information from Historical Maps. Wurzburg: Wurzburg University Press.

Carriona, D., Migliaccio, F., Minini, G., & Zambranob, C. (2016). From historical documents to GIS: A spatial database for medieval fiscal data in Southern Italy. HISTORICAL METHODS, pp. VOL. 49, NO. 1, 1–10.

Chiang, Y.-y., Leyk, S., & Knoblock, C. (2014, 5). A Survey of Digital Map Processing Techniques. Association for Computing Machinery ACM Computing Surveys, Vol. 47, No. 1, Article 1, pp. 1 - 44.

Doherty, S. (2020, 5 21). Sharpen AI Frequently Asked Questions. Retrieved from Topaz Labs AI: https://help.topazlabs.com/hc/en-us/articles/360040442032-Sharpen-AI-Frequently-Asked-Questions

Gatta, G. (2010). Valorizzazione di cartografia storica attraverso moderne tecniche geomatiche: recupero metrico, elaborazione e consultazione in ambiente digitale. Bologna: Alma Mater Studiorum - Università di Bologna.

Geographicus Rare Antique Maps. (2020). 1814 Thomson Map of Arabia, Egypt, and Abysinnia. Retrieved from Geographicus Rare Antique Maps: https://www.geographicus.com/P/AntiqueMap/Arabia-thomson-1814

Guerra, F., & Balletti, C. (2016, September). Historical Maps for 3D Digital City's History. Cartographica The International Journal for Geographic Information and Geovisualization 51, pp. 115-126.

Jenny, B., & Hurni, L. (2011). Studying cartographic heritage: Analysis and visualization of geometric distortions. Cultural Heritage, pp. 402–411.

Salyer, H. (2020, 1 21). What is noise in photography? Retrieved from Topaz Labs AI: https://topazlabs.com/learn/what-is-noise-in-photography/

Topaz Labs. (2020, 5 13). Gigapixel AI Topaz Help Center. Retrieved from https://help.topazlabs.com/hc/en-us/articles/360012419692-Introducing-Gigapixel-AI

World Digtal Library. (2014, 6 17). Arabia, the Red Sea and Persian Gulf. Retrieved from WORLD DIGITAL LIBRARY: https://www.wdl.org/en/item/12885/