نمذجة بصمة المباني دراسة تطبيقية لمجمع الحضارات السكني في مدينة الناصرية باستخدام الذكاء الصناعي ضمن بيئة نظم المعلومات الجغرافية

أ.م.د. حامد سفيح عجرش
جامعة ذي قار– كلية الآداب
hamidsfeh@utq.edu.iq

الملخص:

أصبحت التكنولوجيا تلعب دوراً حيوياً وعملياً مع ازدياد المشاكل، خصوصاً تلك المتعلقة بإدارة الموارد الطبيعية والاقتصادية والبنى التحتية. لقد أظهرت الأبحاث العلمية ضمن النطاق الجغرافي أن التكنولوجيا الجغرافية والبرمجيات ذات الصلة تساهم بشكل كبير في حل هذه المشكلات وإدارة وتحليل تلك الموارد. هذا يهدف إلى تحسين عمليات صنع القرار والتعامل مع معظم التحديات المتعلقة بالتنمية، استغلال الموارد، إدارة البيئة والمجتمع، من خلال اتخاذ قرارات أدق وأكثر إيجابية قائمة على منهج آلي. يضم ذلك بناء قواعد بيانات شاملة ونماذج علمية، بالإضافة لإجراء دراسات تطبيقية واستخدام نماذج رياضية وتحليلية.

في الآونة الأخيرة، اكتسب الذكاء الاصطناعي (AI) أهمية كبرى في مجالات أكاديمية عديدة، ولا سيما في المجال الجغرافي وارتباطه بنظم المعلومات الجغرافية. يتيح تكامل الجغرافيا مع الذكاء الاصطناعي (Geo AI) إمكانات جديدة ومتقدمة لتوظيف طرق حديثة في التعامل مع مشكلات متنوعة من خلال منهجية استنادًا على نمذجة راقية لرصد وتوقع التغيرات الجغرافية، اذ تمكن علماء الجغرافيا من استخدام أدوات جديدة وفعالة لفهم وتحديد العالم من حولهم.

في هذا السياق، تسعى هذه الورقة إلى تسليط الضوء على الإمكانات الهائلة لاستخراج معلومات أرضية ذات مغزى من الصور الجوية والفضائية كبديل ومصدر موثوق لبيانات بصمة البناء من خلال تطبيقات الذكاء الاصطناعي في المجال الجغرافي وأحدث التقنيات المستخدمة في نظم المعلومات الجغرافية. مع التركيز هنا بشكل خاص على استخراج بصمات المباني (Automated generation to extract building footprints) بشكل آلي ودقيق من صور الفضائية داخل بيئة نظم المعلومات الجغرافية باستخدام برنامج QGIS والبرنامج مفتوح المصدر Mapflow لتقليل الوقت والجهود المطلوبة والتكاليف في رسم خرائط المباني يدويا.

الكلمات المفتاحية: (الذكاء الاصطناعي، نظم المعلومات الجغرافية، QGIS,بصمة المباني, Mapflow. الناصرية).

Building footprint modeling An applied study of Al-Hatharat residential complex in Nasiriyah city using artificial intelligence within the environment of geographic information systems

Assis Prof Hamid Alajrash

Department of Geography- Faculty of Arts- Thi Qar University- Iraq

Abstract:

Technology has played a vital and practical role with the increase in problems, especially those related to the management of natural, economic and infrastructure resources. Scientific research within the geographic scope has shown that geographic technology and related software contribute significantly to solving these problems and managing and analysing those resources. This aims to improve decision-making processes and deal with most of the challenges related to development, exploitation of resources, management of the environment and society, through making more accurate and positive decisions based on an automated approach. This includes building comprehensive databases and scientific models, as well as conducting applied studies and using mathematical and analytical models.

Recently, Artificial Intelligence (AI) has gained great importance in many academic fields, particularly in the field of geography and its connection with GIS. The integration of geography with artificial intelligence (Geo AI) provides new and advanced capabilities to employ modern methods in dealing with various problems through a methodology based on sophisticated modelling to monitor and anticipate geographical changes, as geoscientists were able to use new and effective tools to understand and identify the world around them.

In this context, this paper seeks to highlight the enormous potential of extracting meaningful ground information from high-resolution aerial and space images as an alternative and reliable source of building footprint data through the applications of artificial intelligence in the geographical field and the latest technologies used in geographic information systems. With a special focus here on automatic generation to extract building footprints automatically and accurately from satellite images within a geographic information systems environment using QGIS software and the open-source program Mapflow to reduce time, required efforts and costs in building mapping.

Keywords: (artificial intelligence, geographic information systems, QGIS, building footprint, Mapflow. Nasiriyah).

المقدمة:

تعد المباني عنصر أساسي في المدن وبصمة البناء من أهم المعلومات الأساسية اللازمة لتقييم المبنى والتي تمثل المساحة الإجمالية للمبنى ويوفر وصفًا أفضل لخصائصه المكانية مقارنة بتمثيل النقطة من حيث الموقع المكاني والشكل والتوزيع ونسبة مساحة الأرض والعلاقة بين المباني ومحيطها. بمجرد توفر بصمة المبنى، يمكن إضافة معلومات السمات مثل نوع المبنى، وعدد الطوابق، والاستخدام، وغير ذلك،

هناك عدة طرق للحصول على خرائط بصمة المباني لمنطقة ما، إما الحصول عليها من الخرائط المساحية، أو المسح الأرضي المباشر التي يقوم بها مختصون بعلم الخرائط، او الرسم على صور الأقمار الصناعية أو إنشاء مجموعة بيانات جديدة باستخدام صور الأقمار الصناعية وبيانات الاستشعارعن بعد من خلال توظيف الذكاء الصناعي. (Mharzi Alaoui, 2022)

توفر الخرائط المساحية مصدرًا جيدًا ورسميًا لبيانات بصمة المبنى. ومع ذلك، قد لا تكون هذه البيانات محدثة وتفتقر إلى المعلومات التفصيلية، وفي بعض الأحيان صعوبة الوصول الى هذه البيانات من المؤسسات الرسمية بسبب الروتين والعمليات المعقدة التي تنطوي على مخاوف أمنية. (Luo, 2017)بالإضافة إلى ذلك، يمكن أن تستغرق العمليات اليدوية لاستخراج البيانات من مثل هذه الخرائط وقتًا طويلاً وتتطلب عملاً كثيفًا.

تتضمن طريقة المسح الأرضية فريقًا محددًا لإجراء العديد من عمليات المسح والقياس لتسجيل سمات البناء والأبعاد ويمكن القول إن هذه هي الطريقة الأكثر دقة لرسم بصمات المباني اذ يقوم فريق من مصممي الخرائط بزيارة موقع ما فعليًا ويقومون برسم الأبعاد والموقع الدقيق للمبنى على الخريطة .نظرًا لأن فريق رسم الخرائط يمكنه التحقق من تخطيط المبنى بأعينهم الا ان مثل هذه المسوحات الأرضية تستغرق وقتًا طويلاً للغاية وتستهلك الكثير من الموارد.

بفضل توفر صور الأقمار الصناعي من خلال البرمجيات الحرة والمفتوحة المصدر، أصبح الوصول إلى تلك الصور أكثر سهولة. (الكبيسي و العجرش، ٢٠٢٢)، وبالتالي تحسّنت العملية التي يتم بها رسم بصمة البناء يدويًا على تلك الصور، مما جعلها أكثر سهولة على الأفراد. وقد سمح هذا التقدم بإنشاء خرائط للعديد من المباني، مما يعد تحسينًا كبيرًا. وعلى الرغم من ذلك، فإن رقمنه بصمة المباني من الصور لا تزال مهمة تتطلب وقتًا طويلاً وتُجرى عادةً بشكل يدوي عن طريق رقمنة الميزات. الاسلوب الأكثر فعالية للحصول على بصمة المباني هي استخدام الصور الجوية والفضائية والاستشعار عن بعد، والاعتماد على البيانات التي يتم التقاطها بواسطة الأقمار الصناعية أو الطائرات أو الطائرات بدون طيار. وباستخدام تقنية الذكاء الصناعي، يمكن تسريع إنشاء مضلعات بصمة البناء في مناطق متعددة بشكل أسرع (Ziming Li, 2021)، وأصبح الآن من

الممكن لخوارزميات تحديد المباني أن تقوم بذلك تلقائيًا بدقة مماثلة للعين البشرية، وتقليل الوقت والجهد المطلوب بشكل كبير.

مشكلة البحث

تتمثل مشكلة البحث التي تم تناولها في هذه الدراسة في التحقق من فعالية وكفاءة استخدام تقنيات الذكاء الاصطناعي (AI) لاستخراج بصمة المباني تلقائيًا من صور الأقمار الصناعية .تسعى الورقة البحثية للإجابة على الأسئلة التالية:

١. هل يمكن تصميم خرائط باستخدام الذكاء الصناعي ضمن بيئة نظم المعلومات الجغرافية؟

٢. ما هو أداء النهج القائم على الذكاء الاصطناعي في تحديد بصمة المباني بدقته المتاحة في QGISمقارنة بالتقنيات التقليدية؟

٣. كيف يمكن دمج الخوارزمية القائمة على الذكاء الاصطناعي كمكوّن إضافي في QGIS لتوفير واجهات سهلة الاستخدام لاستخراج البصمة؟

اهداف البحث

يهدف البحث الى استكشاف استخدام تقنيات الذكاء الاصطناعي وتحقيق تطبيق فعال وسريع لاستخراج بصمة المباني (المضلعات المحيطة) بشكل تلقائي من الصور الفضائية باستخدام الذكاء الصناعي عبر برمجيات نظم المعلومات الجغرافية بتطبيق النموذج المطور باستخدام برنامجQGIS المفتوح المصدر لاستخراج بصمة المباني من الصور الفضائية، وذلك بهدف الحصول على بيانات دقيقة وشاملة حول التوزيع المكاني للمباني في المنطقة المدروسة والتعرف على المباني وانماطها المميزة في الصور الفضائية وصولا لتصميم خرائط رقمية من صور الأقمار الصناعية .

اهمية البحث

تكمن أهمية هذا البحث في أتمتة عملية استخراج بصمة المباني من صور الأقمار الصناعية بشكل تلقائي باستخدام الذكاء الصناعي في بيئة نظم المعلومات الجغرافية والذي يعتبر أداة حيوية لفهم وتحليل وإدارة المساحة العمرانية. يساهم هذا البحث في تحليل البنية العمرانية وتصنيف المباني ويتميز بسرعة المعالجة وتحديث مستمر للبيانات، مما يوفر بيانات دقيقة وشاملة حول المباني ويوفر الوقت والجهد المبذول في تحليل الصور الفضائية يدويا ويمكن استخدام هذه البيانات في تطبيقات عديدة في التخطيط الحضري، والمراقبة البيئية، وإدارة الكوارث .يمكن أن تفيد نتائج هذه الدراسة الباحثين والمخططين الحضريين وصناع القرار من خلال توفير أداة قوية وفعالة لاستخراج بصمة البناء بدقة.

فرضية البحث

أن استخدام تقنيات التحليل الجغرافي والتعلم الآلي المتوفرة في برنامجQGIS ، بالإضافة إلى أداة MAPFLOW، يمكن أن يؤدي إلى تحسين عملية استخراج بصمة المباني من الصور الفضائية وتكون قادرة على التعرف على البنى المعمارية المختلفة بدقة من الصور الفضائية، وبالتالي ويمكن استخدام هذه المعلومات لاستخراج بصمة المباني وتحديد موقعها بشكل تلقائي دون الحاجة لتدخل يدوي مما يحقق تكامل البيانات في بيئة جغرافية رقمية يسهل التعامل معها ورسم خرائط معبرة عن هذه البيئة..

منهجية البحث

اعتمد البحث على المنهج استقرائي الذي يشمل جمع البيانات من مصادر متنوعة، بالإضافة إلى تطبيق المنهج التقاني التطبيقي والتكامل الرقمي في معالجة البيانات باستخدام برنامج QGIS وبرنامج Mapflow تم استخدام هذه الأدوات لإدارة البيانات وإعداد خريطة بصمة المباني.

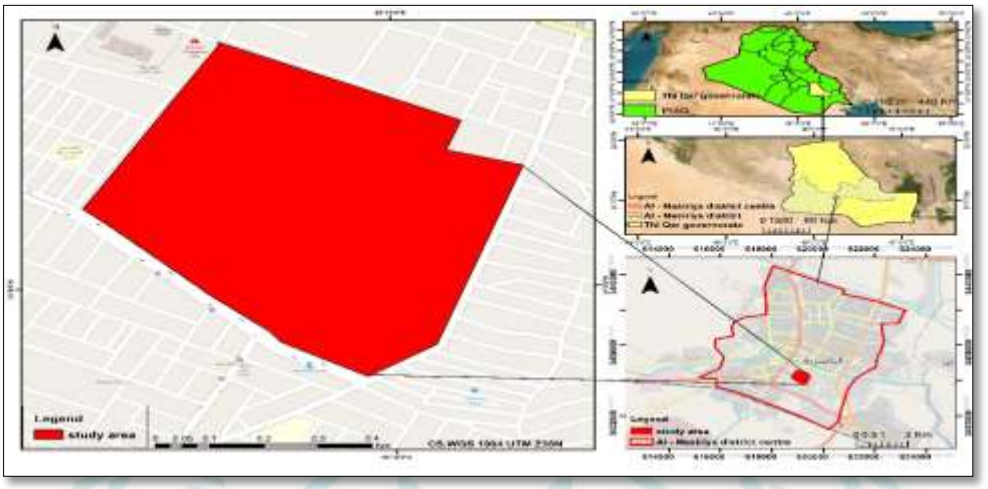
أدوات البحث.

١- برنامج QGIS 3.28 Firenze
٢- الاداة Mapflow.AI مفتوحة المصدر
٣- برنامج Google Earth Pro
٤- برنامج Mappuzzle

حدود البحث

تتحد منطقة الدراسة مكانيا بمجمع الحضارات السكني وهو جزء من حي الشموخ في قضاء الناصرية عند تقاطع دائرة عرض (31°02′4 شمالا و46°14′5 شرقا)، ويقع جغرافيا في الجزء الجنوبي من مركز قضاء الناصرية مركز محافظة ذي قار، الخريطة (١) ويشغل مساحة (٤٢٤,١٦٧) متر مربع.

خريطة (١) منطقة الدراسة



المصدر: الباحث بالاعتماد على برنامج QGIS 3.28 Firenze

أولاً: مفهوم الذكاء الصناعي (Artificial Intelligence).

الذكاء الصناعي هو مجال من مجالات علوم هندسة الكمبيوتر يهدف إلى تطوير أنظمة وبرامج تمتلك القدرة على تنفيذ مهام تتطلب تفكيرًا ذكيًا يشبه القدرات البشرية (عرنوس، ٢٠٠٨) يتم تحقيق ذلك من خلال استخدام تقنيات وأدوات مختلفة تتيح للأنظمة الحاسوبية التعلم من البيانات والخبرات السابقة واتخاذ القرارات وتنفيذ المهام بشكل ذكي وفعال ويسعى الذكاء الصناعي إلى محاكاة قدرات العقل البشري في مجالات مثل التعلم، والتفكير، والتحليل، والاستدلال، واتخاذ القرارات. اذ يعتمد الذكاء الصناعي على تطوير النماذج والخوارزميات التي تمكن الأنظمة الحاسوبية من فهم وتفسير البيانات، واكتساب المعرفة، والتعلم من الأخطاء، وتحسين الأداء مع مرور الوقت.

تتضمن مجالات التطبيق الرئيسية للذكاء الصناعي الروبوتات المتقدمة، ونظم التعرف على الصوت والصورة، والتحليل للبيانات الضخمة (Big Data)، والذكاء العام (General Intelligence)، وتطبيقات الذكاء الاصطناعي في الطب والتشخيص الذاتي، ورسم الخرائط وتصنيفها والتجارة الإلكترونية، والتحليل المالي، وصناعة السيارات، والتحكم في العمليات الصناعية، وحماية السكان في بقاع العالم والمساعدة على إنقاذ المزيد من الأرواح وتخفيف المعاناة وذلك عن طريق تحسين الطرق التي تتنبأ بحدوث وتعزيز وسائل للتعامل مع الكوارث قبل أو بعد وقوعها . (Smith,

(2018هذا التطور السريع في هذا المجال أدى إلى تغيير جذري في طريقة عمل المجتمعات والاقتصاديات وحياة الناس على نطاق واسع.(McCarthy, 2007) .

ثانياً: اهمية استخراج بصمة المباني بشكل آلي من الصور الفضائية.

المباني هي من أبرز الهياكل التي صنعها الإنسان وميزة جغرافية في المناطق الحضرية (Huang, IEEE Journal of Selected Topics in Applied Earth Observations and Remote) .
وتُعرف بصمة المباني (Building Footprint) "القاموس الحر": المنطقة الموجودة في موقع المشروع والتي يستخدمها هيكل المبنى ويتم تحديدها من خلال محيط مخطط المبنى وعادة ما تستبعد المرافق غير المبنية مثل مواقف السيارات والشوارع والمناظر الطبيعية والمرافق الأخرى غير المتعلقة بالبناء في بصمة المبنى (Building footprint, n.d.) ويوفر تمثيلًا أفضل للخصائص المكانية في البيئة الجغرافية ،والتعريف الأكثر شيوعًا الذي يستخدمه رسامو الخرائط والمخططون لبصمة المبنى هو: عملية استخراج وتمثيل المباني والهياكل المختلفة على السطح (Akhtar, 2020) ، وذلك باستخدام البيانات الجغرافية والصور الجوية أو الصور الفضائية .

تعد تكنولوجيا استخراج بصمة المباني بشكل آلي من الصور الفضائية باستخدام الذكاء الصناعي وبرامج مفتوحة المصدر مثل QGIS وMAPFLOW من الابتكارات الهامة في مجال تحليل البيانات الجغرافية. تسهم هذه التقنية في تحويل صور الأقمار الصناعية والصور الجوية إلى معلومات قيمة ومفصلة عن التوزيع المكاني للمباني في المناطق المختلفة. يتيح ذلك للجهات المعنية استخدام هذه البيانات في العديد من التطبيقات العملية في مجالات مثل رسم الخرائط، التخطيط العمراني، وإدارة الموارد، ورصد التغيرات البيئية، وتحليل المخاطر الطبيعية (Tanakorn Sritarapipat, 2017)

ثالثاً: اهمية استخراج بصمات المباني في رسم الخرائط.

تُعتبر بصمة المباني من الأدوات الجغرافية الحديثة التي أثبتت أهميتها البالغة في مجال رسم الخرائط وتحليل البيانات الجغرافية. تمثل هذه العملية استخراج المباني والهياكل المختلفة من الصور الجوية أو الصور الفضائية، وتحديد مواقعها ومساحاتها على الخريطة ولها أهمية كبيرة وتساهم في عدة جوانب ومن أهمها:

١- دقة المعلومات: بصمات المباني توفر معلومات دقيقة ومفصلة حول الهيكل والملامح الخاصة بالمبنى. هذا يسمح بإنشاء خرائط دقيقة وموثوقة تعكس الواقع بدقة عالية، وبالتالي تحسين الدقة في التخطيط والتحليل واتخاذ القرارات. كما يمكن أن توفر مجموعات بيانات المباني المشتقة من الصور معلومات قيمة لرصد المدن ونطاقات المناطق الحضرية (Jochem, 2021) ، لا سيما في الأماكن التي لا تحتوي على خرائط تخطيط تفصيلية أو بيانات مساحية.

٢- تحليل الكثافة العمرانية: باستخدام بصمات المباني، يمكن قياس كثافة البناء في مناطق معينة وتحديد مدى تجمع المباني والاستغلال الفعلي للأرض. هذا يساعد في تحديد مناطق الكثافة العالية والمناطق القابلة للتطوير وإدارة التوسع العمراني.

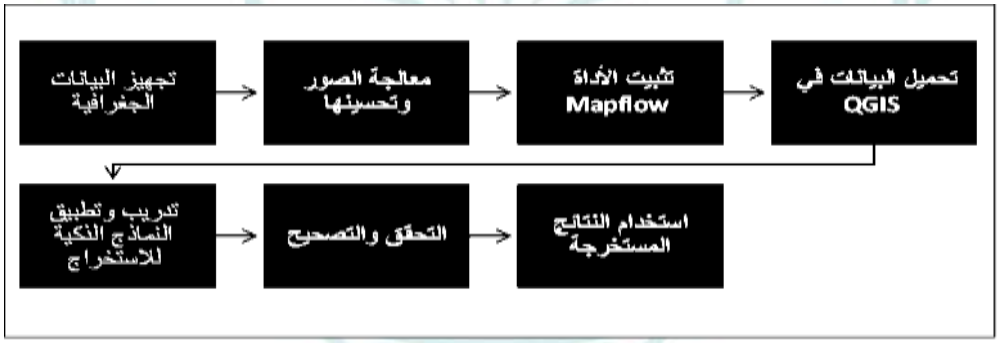
٣- تحسين تصوير الأراضي والنماذج الثلاثية الأبعاد: بصمات المباني تمكن من تحسين تصوير الأراضي وتعزيز العناصر البصرية في الخرائط، مثل الانحدارات والمنحدرات والتضاريس (نسور، ٢٠٢٢) كما يمكن استخدام بصمات المباني لإنشاء نماذج ثلاثية الأبعاد للمباني والمناطق العمرانية (Dostal & Korth, 2022)، مما يوفر رؤية واقعية وتفصيلية للتضاريس والبنية التحتية.

٤- رصد التغييرات والتطورات الحضرية: بصمات المباني يمكن استخدامها لرصد التغييرات والتطورات في المدن على مر الزمن. يمكن تحديث البيانات وتحليل النمط الحضري ورصد التوسع العمراني وتغير البنية التحتية، مما يساعد في تحقيق الاستدامة الحضرية (Ayala, Sesma, Aranda, & Galar, 2021).

رابعاً: مراحل الاستخراج التلقائي لبصمات المباني.

تتكون عملية استخراج بصمات المباني في برنامج QGIS من عدة مراحل وخطوات تقنية، وفيما يلي اهم هذه المراحل الشكل (١):

الشكل (١) مراحل الاستخراج التلقائي لبصمات المباني



المصدر: من عمل الباحث

المرحلة الأولى

تجهيز البيانات الجغرافية: يُعدُّ تجهيز البيانات الجغرافية المرحلة الأولى والأكثر أهمية في استخراج بصمة المباني. تتضمن هذه المرحلة جمع المعلومات المكانية والمكونات الجغرافية للمنطقة المستهدفة. يتم جمع هذه البيانات من مصادر مختلفة مثل الخرائط الرقمية والصور الجوية والأقمار الصناعية. وقد تم اختيار صورة فضائية (IMAGE) ذات دقة عالية لمنطقة الدراسة

بواسطة برنامج Google Earth Pro وعمل تكبير مكاني ZOOM لمنطقة الدراسة (مجمع الحضارات السكني) نموذجا للتطبيق كونه يضم استعمالات الأرض الحضرية كحال المدن الحضرية. كما في الشكل (٢) واستخدم برنامج Mappuzzle لتحسين دقة الصورة الفضائية.

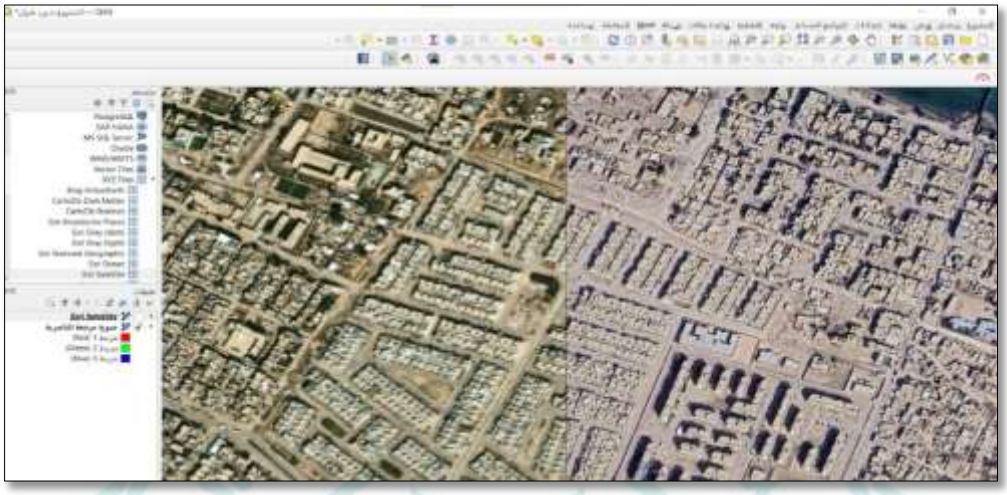
الشكل (٢) صورة فضائية لمنطقة الدراسة

المصدر: من عمل الباحث بالاعتماد على برنامج Google Earth Pro وبرنامج Mappuzzle

المرحلة الثانية

معالجة الصور وتحسينها :في هذه المرحلة، يتم معالجة الصور الفضائية ومطابقة البيانات الجغرافية للصور الفضائية إلى الأرض الحقيقية (Georeferencing) وتحسين جودتها ووضوحها والتأكد من عملية الاسترجاع الجغرافي بالمطابقة مع خريطة الأساس Satellite (Esri) باستخدام الأداة (MAP SWIPE) ضمن بيئة برنامج QGIS التي تتطلب مهارة وكفاءة عملية بحيث تم توظيفها بشكل يتناسب وهدف الدراسة. كما في الشكل (٣).

الشكل (٣) المطابقة بين الصورة الفضائية والخريطة الأساس

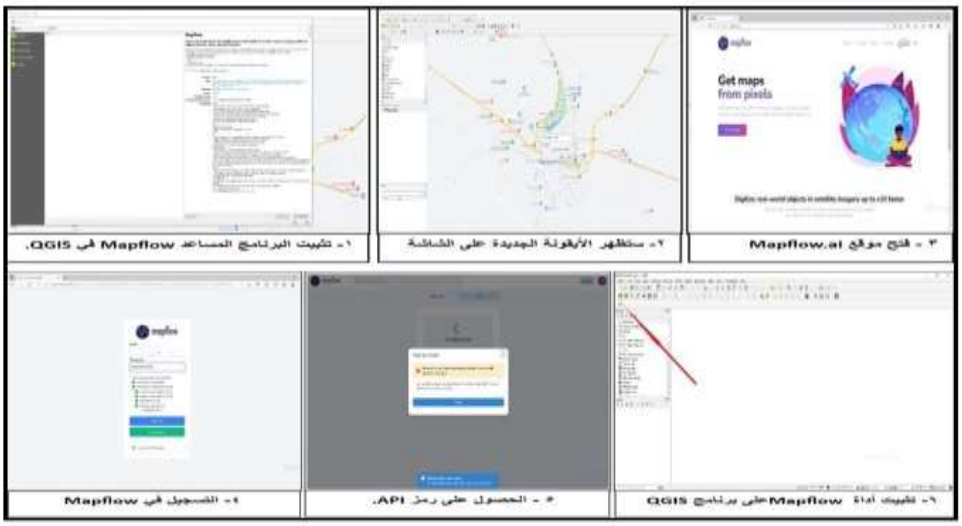


المصدر: من عمل الباحث بالاعتماد على برنامج QGIS 3.28 Firenze

المرحلة الثالثة

تثبيت الأداة Mapflow :هي أداة تحليل جغرافي متقدمة تعتمد على التكنولوجيا الذكاء الاصطناعي لتسهيل وتحسين عملية استخراج بصمة المباني وتتمتع بمجموعة متنوعة من المزايا القيمة، تشمل دقة فائقة، كفاءة عالية، قابلية للتوسع، أتمتة متقدمة، وتكامل مميز مع QGIS (GeoAlert, 2021). تجعل هذه المزايا Mapflow أداة لا غنى عنها وقيمة جدًا في استخراج بصمات المباني، وتسهم في تعزيز القدرة على رسم الخرائط وتنفيذ التحليل الجغرافي المكاني بكفاءة وفعالية. تتضمن هذه المرحلة تثبيت البرنامج المساعد Mapflow في QGIS من خلال النقر على (Plugins=>Manage and Install)ومن ثم في مربع البحث يكتب Mapflowوثبت البرنامج وسوف تظهر ايقونة الأداة على نافذة البرنامج ولكنها غير مفعلة وبعد ذلك التسجيل في موقع https://mapflow.ai/ من خلال ست خطوات وكما موضح في الشكل (٤) والحصول على API Token الذي يخول المستخدم للدخول على الأداة واستخدامها.

الشكل (٤) مراحل تثبيت الأداة Mapflow

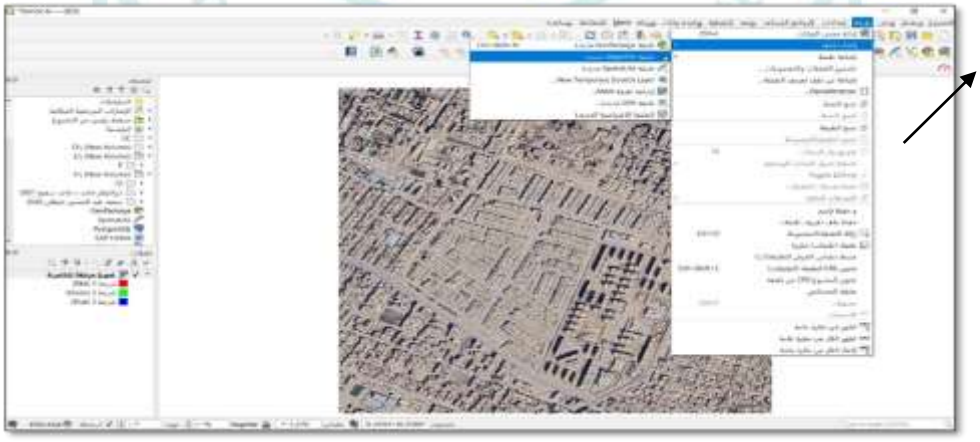


المصدر: من عمل الباحث

المرحلة الرابعة

تحميل البيانات في QGIS :بعد تبيت الأداة وتفعليها على برنامج QGIS يتم تحميل البيانات الجغرافية للبدء بعملية تحديد منطقة الدراسة وانشاء (shapefile) للصورة الفضائية تمهيدا لاستخراج بصمة المباني. الشكل (٥).

الشكل (٥) انشاء (shapefile) للصورة الفضائية

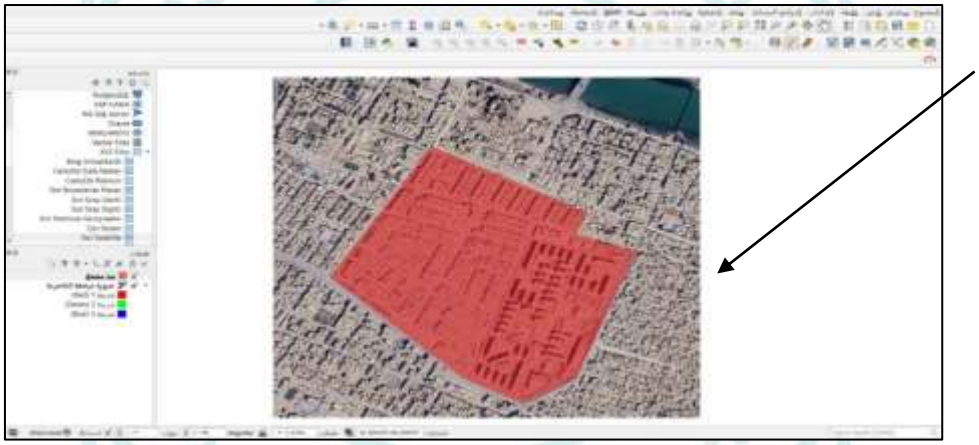


المصدر: من عمل الباحث بالاعتماد على برنامج QGIS 3.28 Firenze

المرحلة الخامسة

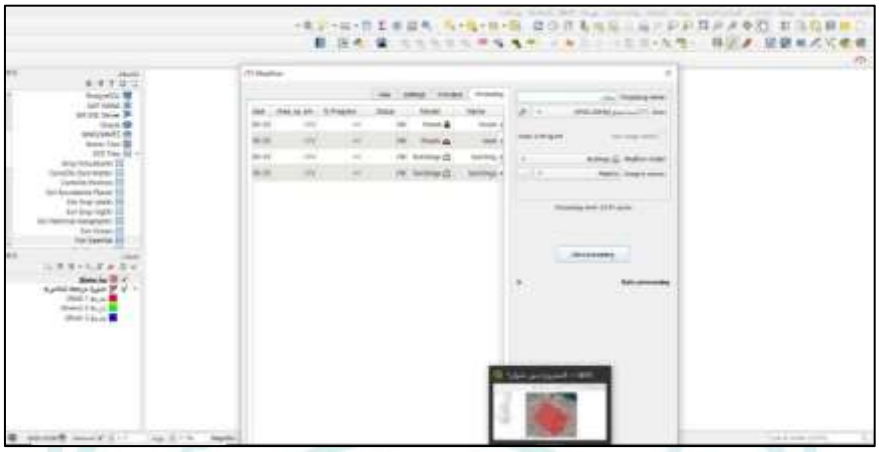
تدريب وتطبيق النماذج الذكية للاستخراج: في هذه الخطوة، يتم تحميل وتدريب النماذج الذكية بناءً على البيانات الجغرافية التي تم جمعها في الخطوة الأولى. يتم تدريب النماذج لتحليل الصورة الفضائية وتحديد وتصنيف المباني بشكل تلقائي وهنا يأتي دور الأداة Mapflow في استخراج بصمة المباني بعد اختيار مضلعًا لتحديد حدود منطقة الدراسة كما في الشكل (٦). يمكن إنشاء المضلع المخصص بالانتقال إلى Layer => Create Layer => New Shapefile Layer . يمكن اختيار مجموعة متنوعة من النماذج الآلية لاكتشاف الميزات مثل الغابات والحقول والإنشاءات والطرق والمباني. في هذه الدراسة، يعد (كشف بصمة المباني) هو النموذج الذي اخترناه كما في الشكل (٧)

الشكل (٦) تحديد حدود منطقة الدراسة



المصدر: من عمل الباحث بالاعتماد على برنامج QGIS 3.28 Firenze

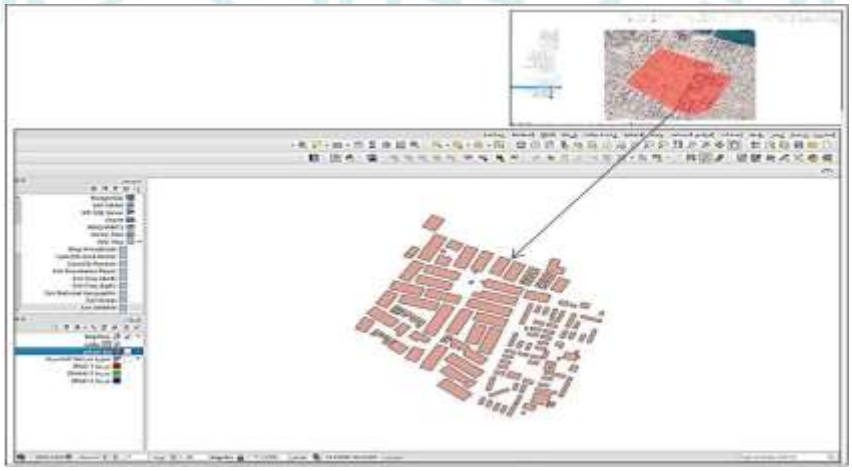
الشكل (٧) اختيار النموذج الالي لاكتشاف بصمة المباني



المصدر: من عمل الباحث بالاعتماد على برنامج QGIS 3.28 Firenze

وبمجرد تهيئة جميع المعلمات، وبالنقر فوق الزر "start processing" تبدأ مرحلة المعالجة كما في الشكل (٨)، وقد تختلف في الوقت الذي تستغرقه بناءً على حجم المنطقة وسرعة الانترنت وفي هذه الدراسة استغرقت خمسة دقائق وتم تحديد بصمات للمباني بدقة كبيره جدا تصل الى ٨٠ % .

الشكل (٨) النتائج بعد انتهاء عملية المعالجة

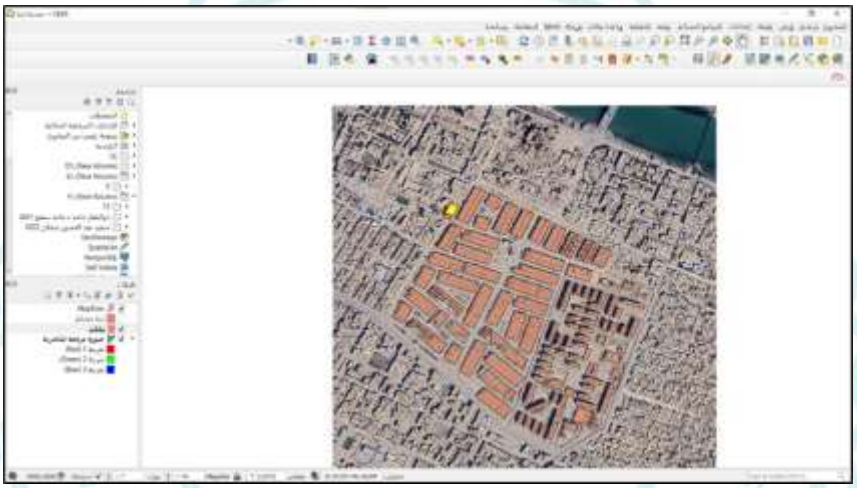


المصدر: من عمل الباحث بالاعتماد على برنامج QGIS 3.28 Firenze

المرحلة السادسة

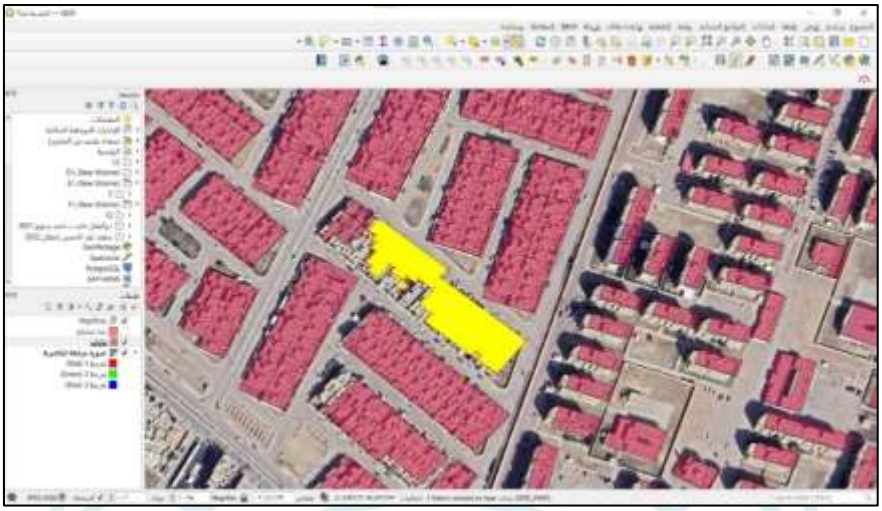
التحقق والتصحيح :بعد استخراج بصمة المباني، قد تحتاج النتائج إلى التحقق من خلال استبعاد بصمات المباني خارج حدود منطقة الدراسة كما في الشكل (٩) والتصحيح اليدوي للتأكد من دقة البصمات والتصنيف ومطابقتها للواقع داخل منطقة الدراسة كما في الشكل (١٠).

شكل (٩) استبعاد بصمات المباني خارج حدود منطقة الدراسة



المصدر: من عمل الباحث بالاعتماد على برنامج QGIS 3.28 Firenze

شكل (١٠) التصحيح اليدوي لبصمات المباني داخل حدود منطقة الدراسة



المصدر: من عمل الباحث بالاعتماد على برنامج QGIS 3.28 Firenze

المرحلة السابعة

استخدام النتائج المستخرجة: تستخدم النتائج المستخرجة من بصمات المباني لمنطقة الدراسة في رسم خرائط تم فيها تحديد الأطراف والزوايا للمباني بدقة توضح الملامح الهندسية والجغرافية للمباني وتمثيل التوزيع والمكان الجغرافي للمباني على السطح الأرضي بشكل واضح ومنتظم. هذه البصمات تمثل تمثيلًا مجردًا للمباني على الصور الجوية أو الصور الفضائية كذلك تم ترميز الخريطة النهائية لمجمع الحضارات السكني باستخدام أكواد تمثل العناصر المختلفة داخل المجمع. اذ تم تخصيص أكواد للمباني السكنية وأخرى للمباني المتعددة الطوابق والمنازل غير السكنية. كما تم تعيين ألوان مميزة لكل فئة من هذه العناصر لتمييزها بسهولة على الخريطة.

تمثل هذه الترميزات اللونية البيانات المكانية بطريقة بصرية وسهلة الفهم، مما يُمكن المستخدمين من تحديد وفهم العناصر المختلفة داخل المجمع السكني بسرعة. هذا يساعد في تحليل البيانات واتخاذ القرارات بناءً على التوزيع المكاني للعناصر المختلفة وتصنيفاتها واستخدمت هذه البيانات في إنشاء الخرائط كما في الخريطة (٢) والخريطة (٣). من ناحية اخرى يمكن تصنيف المباني باستخدام البصمات المستخرجة، مثل التمييز بين المباني السكنية والتجارية والصناعية واظهرت خريطة بصمات منطقة الدراسة، ان هناك أربعة أصناف من البصمات (مبنى سكني، منزل، منزل غير سكني، مبنى متعدد الطوابق) كما موضح في الخريطة (٤) واعتمادا على الجدول (١). هذا التصنيف يمكن أن يفسر كيفية استغلال الأراضي وتوزيع المباني على مساحة معينة بحيث يمكن تحديد المناطق السكنية والتجارية والصناعية والخدمية، مما يُمكِّن من توجيه التخطيط العمراني

وتطوير المدن بشكل منظم ومتوازن وتحديد أفضل استخدامات للأراضي (الصافي، ٢٠٢٢)، مما يساهم في تحقيق التنمية المستدامة.

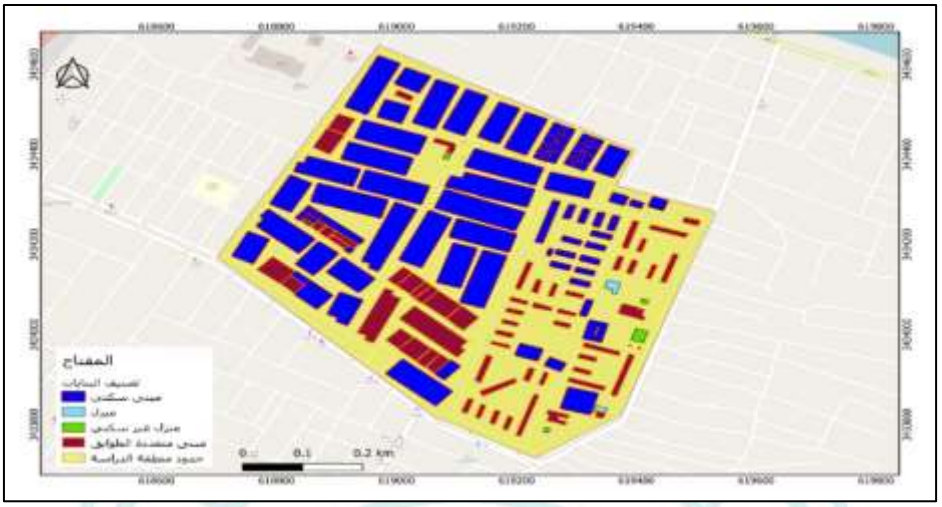
الخريطة (٢) تمثيل مباني منطقة الدراسة على الصور الفضائية

المصدر: من عمل الباحث بالاعتماد على برنامج QGIS 3.28 Firenze

الخريطة (٣) الملامح الهندسية للمباني وتوزيعها الجغرافي

المصدر: من عمل الباحث بالاعتماد على برنامج QGIS 3.28 Firenze

الخريطة (٣) تصنيف المباني في منطقة الدراسة



المصدر: من عمل الباحث بالاعتماد على برنامج QGIS 3.28 Firenze

جدول (١) تصنيف المباني حسب تصنيف Mapflow

CLASS_ID	CLASS NAME	DESCRIPTION	OSM refereral tag
101	Apartment building	Roof footprints of the multistorey apartment buildings	building=yes building=residential building=appartments
102	House	Mostly private houses (usually represents a single household)	building=house building=residential
103	Industrial building	Mostly industrial (Plants, large hangars, warehouses, etc.)	building=industrial
104	Commercial building	Offices, retail, etc.	building=commercial
105	Other non-residential buildings	Garages, transformer boxes, small hangars, etc.	

المصدر: (Mapflow, n.d.)

خامساً: النتائج

استنادًا إلى مشكلة البحث المطروحة في هذه الدراسة، توصلت الدراسة إلى نتائج ذات أهمية بارزة تسلِّط الضوء على أهمية استخدام التقنيات الذكية في استخراج بصمات المباني وتحقيق تحسينات في تصميم واستخدام خرائط بصمة المباني ضمن سياق نظم المعلومات الجغرافية (GIS). تبين النتائج أن استفادة من تقنيات الذكاء الصناعي تمكن من تصميم خرائط بصمة المباني بدقة وكفاءة متعززة.

هذا يشير إلى إمكانية تحسين عمليات تصميم الخرائط وجمع البيانات المكانية باستخدام التقنيات الذكية.

علاوة على ذلك، بينت النتائج أن النهج المبني على الذكاء الاصطناعي يتفوق في تحديد بصمة المباني بدقة أكبر مقارنة بالتقنيات التقليدية المعتمدة. هذا الاستنتاج يؤكد إمكانية تحسين دقة وفعالية عملية تحديد بصمة المباني باستخدام تقنيات الذكاء الصناعي.

تم عرض أيضًا نجاح دمج الخوارزميات المعتمدة على الذكاء الاصطناعي وبتطبيق عملي كعناصر إضافية في برنامج QGIS وبواجهات سهلة الاستخدام تسهل عملية استخدام هذه الخوارزميات بكفاءة ويُسر. هذا التقديم يجعل عملية استخراج بصمة المباني أكثر كفاءة من حيث توفير الوقت وسهولة التنفيذ.

باختصار، أظهرت النتائج التي تم التوصل إليها في هذه الدراسة أهمية بارزة لاستخدام التقنيات الذكية في تصميم وتحليل خرائط بصمة المباني. يمكن لنظم المعلومات الجغرافية (GIS) الاستفادة من هذه التقنيات لتقديم بيانات مكانية دقيقة وفعالة، مما يدعم عمليات التخطيط واتخاذ القرارات المستنيرة في مجموعة متنوعة من المجالات.

بناءً على نتائج هذه الدراسة وتحليلها، يمكن تقديم التوصيات التالية:

١. **تعزيز استخدام التقنيات الذكية :**يُنصح بتعزيز استخدام التقنيات الذكية، مثل الذكاء الاصطناعي، في تصميم وتحليل خرائط بصمة المباني. هذا سيساهم في تحسين دقة وفعالية عمليات تحديد بصمة المباني وتوفير واجهات سهلة الاستخدام للمستخدمين.

٢. **تكامل التقنيات مع نظم المعلومات الجغرافية :**يُنصح بتكامل التقنيات الذكية مع نظم المعلومات الجغرافية (GIS) بشكل أكبر. ذلك يساعد في تحسين قدرة النظم على توفير بيانات مكانية دقيقة ومحدثة لدعم عمليات التخطيط واتخاذ القرارات.

٣. **تعزيز التدريب والتوعية :**يُوصى بتعزيز التدريب والتوعية بين المختصين والمستخدمين حول استخدام التقنيات الذكية في تصميم وتحليل خرائط بصمة المباني. ذلك يساعد في الاستفادة الكاملة من إمكانيات هذه التقنيات.

٤. **إجراء المزيد من الدراسات التطبيقية :**يُنصح بإجراء المزيد من الدراسات التطبيقية لتقييم أداء التقنيات الذكية في مجال تصميم وتحليل خرائط بصمة المباني في سياقات مختلفة. ذلك سيساعد في توسيع الفهم حول مدى فعالية هذه التقنيات وتحديد مجالات التحسين المحتملة.

٥. **تعزيز التعاون والبحث :**يجب تعزيز التعاون بين الجامعات والمؤسسات البحثية والقطاعات الحكومية والخاصة لتبادل المعرفة والخبرات في مجال تصميم وتحليل خرائط بصمة المباني باستخدام التقنيات الذكية.

٦. **تطبيق النهج الذكي في مشاريع عملية :**استخدام النتائج والتوصيات الواردة في هذه الدراسة في مشاريع وتطبيقات عملية حقيقية لتحقيق فوائد قابلة للقياس في تصميم واستخدام خرائط بصمة المباني.

المصادر:

١. احمد محمد جهاد الكبيسي، وحامد سفيح العجرش. (٢٠٢٢). التفكير في قوة الخرائط الاتصال والاقناع. النجف، النجف الاشرف: قراطيس للطباعة والنشر.

٢. بشير علي عرنوس. (٢٠٠٨). الذكاء الاصطناعي. القاهرة، جمهورية مصر العربية: دار السحاب للنشر والتوزيع.

٣. حامد سفيح عجرش الركابي، و احمد محمد جهاد الكبيسي. (٢٠٢٢). تطبيق الخرائط التفاعلية " Arc GIS Online" دراسة تطبيقية لمدينة الفلوجة في العراق. المجلة الاردنية الدولية اريام ،المجلد ٤ ، العدد ٤، ٩٥.

٤. عبد القادر الصافي. (٢٠٢٢). دور ومساهمة التخطيط الاقليمي في دع م التنمية الحضرية المستدامة. Revue d'économie et de statistique appliquée، ١٢١-١٤٠.

٥. هديل احمد نسور. (٢ شباط، ٢٠٢٢). تحديث الخرائط في صور الاقمار الصناعية باستخدام نظم المعلومات الجغرافية. المجلة العربية للنشر العلمي، ٢٢، ٩٥٦. تم الاسترداد من https://www.ajsp.net

6. Akhtar, Z. (2020, January 21). Building Footprints and AI. Retrieved May 16, 2023, from Medium: https://medium.com/attentive-ai/building-footprints-and-ai-eeae3271ed89

7. Ayala, C., Sesma, R., Aranda, C., & Galar, M. (2021). A Deep Learning Approach to an Enhanced Building Footprint and Road Detection in High-Resolution Satellite Imagery. Remote Sensing, 2. doi:10.3390/rs13163135

8. Building footprint. (n.d.). Retrieved from free dictionary: https://encyclopedia2.thefreedictionary.com/Building+footprint

9. Dostal, C., & Korth, K. (2022, October 5). Extract 3D buildings using photogrammetry. Retrieved from Esri: https://learn.arcgis.com/en/projects/extract-3d-buildings-using-photogrammetry/

10. GeoAlert. (2021, January 27). Mapflow.ai - a new application for automated mapping using satellite imagery. Retrieved May 12, 2023, from medium: https://medium.com

11. Huang, X. a. (IEEE Journal of Selected Topics in Applied Earth Observations and Remote, February). Morphological Building/Shadow Index for Building Extraction From High-Resolution Imagery Over Urban Areas. IEEE Journal of Selected Topics in Applied Earth Observations and Remote, 165-170. doi:10.1109/JSTARS.2011.2168195

12. Jochem, W. C. (2021). Classifying settlement types from multi-scale spatial patterns of building footprints. Environment and Planning B: Urban Analytics and City Science, 1162. doi:https://doi.org/10.1177/2399808320921208

13. Luo, X. R. (2017). Quantifying the Overlap between Cadastral and Visual Boundaries: A Case Study from Vanuatu. Urban Science, 3. Retrieved from https://doi.org/10.3390/urbansci1040032

14. Mapflow. (n.d.). Retrieved from Mapflow AI models: https://docs.mapflow.ai/index.html

15. McCarthy, J. (2007, Nov 12). WHAT IS ARTIFICIAL INTELLIGENCE? pp. 2-4. Retrieved june 1, 2023, from https://www-formal.stanford.edu/jmc/whatisai.pdf

16. Mharzi Alaoui, H. R. (2022). DEEP BUILDING FOOTPRINT EXTRACTION FOR URBAN RISK ASSESSMENT – REMOTE SENSING AND DEEP LEARNING BASED APPROACH. Photogramm. Remote Sens, 38-68. Retrieved from https://doi.org/10.5194/isprs-archives-XLVIII-4-W3-2022-83-2022, 2022

17. Smith, B. (2018, September 24). Microsoft On the Issues. (U. A. lives, Producer) Retrieved jun 16, 2023, from Microsoft: https://blogs.microsoft.com/on-the-issues/2018/09/24/using-ai-to-help-save-lives/

18. Tanakorn Sritarapipat, W. T. (2017). Building classification in Yangon City, Myanmar using Stereo GeoEye. Remote Sensing Applications: Society and Environment. doi:https://doi.org/10.1016/j.rsase.2017.04.001.

19. Ziming Li, Q. X. (2021). A Deep Learning-Based Framework for Automated Extractionof Building Footprint Polygons from Very High-ResolutionAerial Imagery. Remote Sensing. Retrieved from https://doi.org/10.3390/rs13183630