

## تطوير امتداد plugin ضمن برنامج QGIS لاستخراج المناطق العمرانية

من الصور الفضائية بطرق الذكاء الاصطناعي واعتماداً على التقنيات

الجيومكانية المفتوحة

د.م. حنان كامل درويش\*

### الملخص

يعد تحليل المناطق الحضرية في الصور متعددة الأطياف من أهم تطبيقات التقنيات الجيومكانية سواء الاستشعار عن بعد أو أنظمة المعلومات الجغرافية. يعرض البحث المقدم امتداد (plugin) مطور في بيئة نظم المعلومات الجغرافية لإعداد خرائط المناطق العمرانية بطريقة منخفضة التكلفة وذلك اعتماداً على الصور المجانية ذات الدقة المكانية الجيدة للقمر الصناعي سانتينيل 2 (Sentinel-2) وأيضاً على برنامج QGIS ومكتبات بايثون الحرة والمفتوحة المصدر.

يسمح الامتداد المطور باستخراج المناطق العمرانية اعتماداً على طرق التصنيف بالشبكات العصبونية الاصطناعية ويتم تنفيذ عملية التصنيف من خلال واجهة خاصة للامتداد وهو مجاني ومفتوح المصدر تم تطويره ضمن برنامج QGIS بلغة البايثون، تحت اسم ( ANN for image Classification).

تتميز واجهة الامتداد بسهولة الاستخدام من قبل غير المختصين، وتتيح اختيار البارامترات المتعددة وإجراء التصنيف بطرق الذكاء الاصطناعي.

تم اختبار الامتداد عن طريق دراسة حالة وبناء نموذج ANN باستخدام صورة سانتينيل 2 لمدينة اللاذقية مأخوذة في العام 2018 وتم إجراء التصنيف والتنبؤ وإنشاء الخرائط العمرانية لمدينة جبلة اعتماداً على صورة سانتينيل 2 مأخوذة في العام 2019.

دلت النتائج على أهمية المنهجية المعتمدة والمتمثلة بالامتداد المطور والذي سيوفر أداة متاحة للتحميل مجاناً والاستخدام من قبل محلي صور الأقمار الصناعية متعددة الأطياف، مما يمكنهم من إنشاء الخرائط العمرانية بأقل وقت وجهد وتكلفة مادية.

**كلمات المفتاحية:** صور سانتينيل 2، QGIS، امتداد (plugin)، التصنيف بالشبكات العصبونية الاصطناعية، مكتبات البايثون مفتوحة المصدر، أنظمة المعلومات الجغرافية الحرة ومفتوحة المصدر.

\* أستاذ مساعد في قسم الهندسة الطبوغرافية - كلية الهندسة المدنية - جامعة البعث - حمص - سورية.

✉ [hanan.darwisha@hotmail.com](mailto:hanan.darwisha@hotmail.com)

## Developing a plugin within the QGIS to extract urban areas by artificial intelligence methods based on open geospatial techniques

Dr.Eng. Hanan DARWISHE\*

### Abstract

The analysis of urban areas in multispectral images is one of the most important applications of geomatics technologies, whether remote sensing or geographic information systems. The paper presents a developed tool (plugin) in GIS environment, this tool allows creating low cost urban maps based on free images with good spatial resolution of Sentinel-2 satellite as well as on QGIS software and free and open source Python libraries.

The tool is based on the extraction of urban areas using the classification of artificial neural networks and is implemented through a free and open source plugin that was developed within the QGIS program using Python language, it was called (ANN for image Classification).

The developed plugin is easy to use by non-professionals, allows selection of multiple parameters and performs classification by artificial intelligence methods.

The plugin was tested by applying on a case study and creating an ANN model using an image of Sentinel 2 of Lattakia city taken in 2018. Classification was performed, and urban mapping of the city of Jableh was predicted based on the image of Sentinel 2 taken in 2019.

The results indicated the importance of the methodology represented by the developed plugin, which will provide a tool available for free download and use by multispectral satellite image analysts, enabling them to create urban maps with minimal time, effort and cost.

**Key Words:** Sentinel 2 Images, QGIS, plugin, Artificial Neural Networks, open source python libraries, free and open source Geographic Information Systems.

---

\* Associate Professor, Department of Topographic Engineering, Faculty of Civil Engineering, Al-Baath University, Homs, Syria.

✉ [hanan.darwishe@hotmail.com](mailto:hanan.darwishe@hotmail.com)

---

## 1 مقدمة

تعتبر المدن أنظمة معقدة تتكون من العديد من المكونات المتفاعلة التي تتطور عبر مقاييس مكانية وزمانية متعددة [1].

تتطلب إدارة وتخطيط المناطق الحضرية في المدن معلومات حديثة ودقيقة حول استخدامات الأراضي، توفر تقنية الاستشعار عن بعد مصدراً رئيسياً للبيانات لإعداد خرائط المناطق العمرانية، ويستلزم اختيار مصدر هذه البيانات المفاضلة بين التكلفة، الدقة، النوعية والتوقيت.

يمكن لتكامل الصور الفضائية المجانية مع التقنيات الجيومكانية الحرة ومفتوحة المصدر كنظم المعلومات الجغرافية ومكتبات تحليل الصور وتصنيفها بالتعلم الآلي أن يوفر نظاماً كاملاً لتلبية احتياجات المعلومات المطلوبة لإعداد هذه الخرائط ورصد ونمذجة وفهم وإدارة الأنظمة الحضرية.

خلال العقد الماضي، زاد التطور في مجال البيانات الجغرافية المكانية المفتوحة والبرمجيات الجيومكانية مفتوحة المصدر بشكل كبير [2]. يؤدي الجمع بين البرمجيات الحرة والمفتوحة والبيانات المفتوحة إلى إنشاء نظام مستدام قادر على حل التحديات المجتمعية العالمية متعددة التخصصات، وإنشاء وإدارة مدن مستدامة [3].

يعتمد إنشاء خرائط المناطق العمرانية بشكل أساسي على تطبيق خوارزميات التصنيف على صور الاستشعار عن بعد، ويمكن تقسيم هذه الخوارزميات بشكل أساسي إلى نوعين أساسيين الأول يعتمد على البيكسل كوحدة تحليل أساسية Pixel-based Classification، والثاني يعتمد على الكائن كوحدة تحليل Object-based Classification ويتفرع ضمن هذه التقنيات خوارزميات عديدة ومنوعة [4]. كما ظهرت في الفترة الأخيرة خوارزميات الذكاء الاصطناعي والتعلم الآلي والتعلم العميق بالشبكات العصبونية لتصنيف الصور والتعرف على الأشكال وقد أثبتت هذه الطرق قدرتها الكبيرة في تصنيف الصور متعددة الأطياف ونمذجة الفئات المعقدة [5] [6].

قام [4] بمقارنة نتائج تصنيف صور الاستشعار عن بعد اعتماداً على طريقة الاحتمالية العظمى (Maximum likelihood classification)، طريقة التصنيف القائم على الكائن والتصنيف بالتعلم العميق باستخدام الشبكات العصبونية الاصطناعية وتبين بأن طرق الذكاء الاصطناعي أثبتت فعاليتها وأفضليتها على باقي الطرق من حيث الدقة والوقت والجهد.

لإنجاز التصنيف بطرق الذكاء الاصطناعي غالباً ما يتم العمل خارج برامج أنظمة المعلومات الجغرافية أو برامج معالجة صور الاستشعار عن بعد، ويتم الاعتماد على مجموعة من المكتبات والبرمجة ضمن بيئات تطوير متعددة، ويتم التنقل بين عدة برامج للحصول على التصنيف المطلوب [4]. تم مؤخراً دمج مجموعة من الأدوات في بعض برامج الـ GIS كإدراج أداة التعلم العميق بالشبكات العصبونية التلافيفية (Convolutional Neural Network (CNN)) في برنامج ArcGIS Pro التجاري، كما تم تطوير بعض الامتدادات ودمجها ضمن برنامج QGIS (Semi-Automatic Classification, Neural Network MLPClassifier)، لكن بعضها يحتوي على عدد كبير من الوظائف ويتطلب خبرة للتنفيذ، كما أنه لا يوجد من بين هذه الأدوات أي أداة قادرة على استخراج المناطق العمرانية وفصلها عن باقي الفئات اعتماداً على الشبكات العصبونية الاصطناعية، من هنا كانت ضرورة إنشاء أداة تسمح ومن خلال واجهة سهلة الاستخدام بتوفير إمكانية التصنيف بالشبكات العصبونية الاصطناعية بطريقة سهلة ودون الحاجة لأي خبرة أو معرفة برمجية وأن تكون هذه الأداة حرة ومفتوحة المصدر، ويمكن تحميلها ضمن برنامج QGIS والعمل بشكل مباشر على استخراج المناطق العمرانية من الصور متعدد الأطياف.

## 2 هدف البحث وأهميته

يهدف البحث الى تطوير أداة عن طريق امتداد تسمح بتنفيذ منهجية عمل متكاملة مستندة الى استخدام البيانات والبرمجيات الحرة ومفتوحة المصدر، ستسمح هذه الأداة للمستخدمين العاديين وغير الاختصاصيين من انشاء خرائط المناطق العمرانية بسهولة وتكلفة منخفضة. وتتمثل أهمية البحث في أنه يوفر وسيلة تسمح بإجراء التصنيف وتمييز

المناطق العمرانية عن باقي الفئات بطرق الذكاء الاصطناعي وتحديدًا بالشبكات العصبونية الاصطناعية وذلك ضمن بيئة نظام المعلومات الجغرافية الحر ومفتوح المصدر QGIS.

### 3 مواد وطرائق البحث

#### 3.1 التقنيات الجيومكانية والبيانات المفتوحة

تعد التقنيات الجيومكانية والبيانات المفتوحة نموذجاً مهماً يوفر الفرصة لتعزيز ديمقراطية المعلومات الجغرافية وإتاحتها للجميع، ويمكن تعريف البيانات أو البرامج المفتوحة بأنها مفتوحة إذا كان لأي شخص حرية الوصول إليها واستخدامها وتعديلها ومشاركتها - وهي تخضع للتدابير التي تحافظ على المصدر والانفتاح [7].

وعلى هذه الأساس يمكن تصنيف الانفتاح في مجال التقنيات الجيومكانية الى مكونات رئيسية ثلاثة متمثلة بالبرمجيات، البيانات والمعايير [8].

تطورت برامج نظم المعلومات الجغرافية مفتوحة المصدر بشكل مستمر وفعال خلال العقد الماضي [2]، وهي جزء من البرمجيات الحرة ومفتوحة المصدر (FOSS free and open-source software) والتي تعتبر من البرامج الحاسوبية التي يمكن فيها الوصول إلى الأكواد المصدرية، حيث يمكن استخدامها بحرية، تغييرها، وتوزيعها من قبل أي شخص. وهي من إنتاج العديد من الأشخاص أو المنظمات وموزعة بموجب تراخيص تتوافق مع تعريف المصدر المفتوح [9].

في الثمانينيات تم البدء بالعمل مع برامج FOSS\_GIS حيث تم اطلاق الإصدارات الأولى من برامج GRASS GIS (<https://grass.osgeo.org>) من قبل مختبرات أبحاث هندسة البناء بالجيش الأمريكي (US Army Construction Engineering Research Laboratories)، بينما في التسعينيات تم إصدار برنامج MapServer ليبدأ تاريخ العمل مع الخرائط على الويب (<https://mapserver.org>)، الذي تم تطويره في جامعة مينيسوتا [8].

يقوم الاتحاد الجيو-مكاني المفتوح (OGC (Open Geospatial Consortium)) والذي تم تأسيسه 1994 (OGC، <https://www.opengeospatial.org>) لضمان قابلية التشغيل البيئي الجغرافي المكاني بتصميم واختبار المعايير المفتوحة باستمرار ويتم إصدار عشرات المعايير الجديدة أو تحديثها كل عام، مثل INSPIRE Spatial Data Infrastructure (SDI) التابعة للاتحاد الأوروبي [2] [3] [8].

كان إنشاء مؤسسة Open Source Geospatial Foundation OSGeo في عام 2006 (OSGeo، <https://www.osgeo.org>)، وهي مؤسسة حكومية غير ربحية هدفها دعم وتطوير التقنيات الجيومكانية مفتوحة المصدر والبيانات المفتوحة، بمثابة الأساس للمصادقة على نضج البرامج الجيومكانية المفتوحة. وتدير OSGeo مؤتمراً دولياً سنوياً يسمى FOSS4G للتشجيع على استخدام البرامج مفتوحة المصدر، وتعتبر فرصة هامة جداً للمشاركة وتعلم الباحثين من بعضهم البعض من خلال العروض التقديمية وورش العمل العملية ومعرض المؤتمرات.

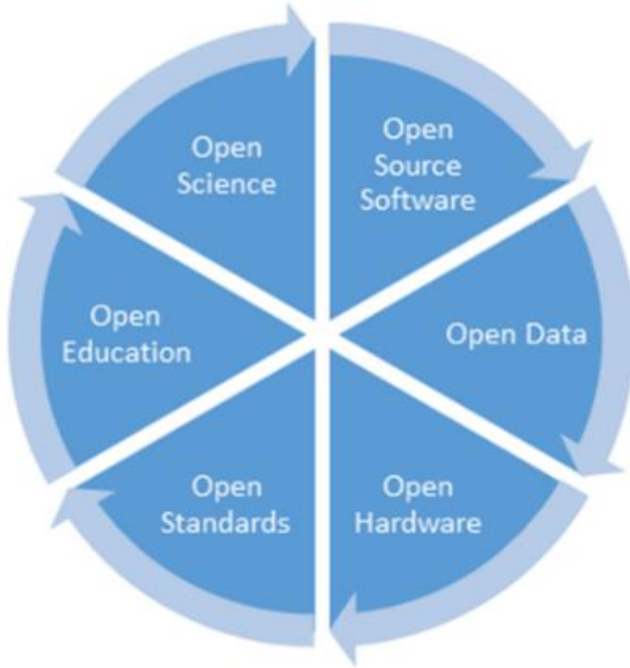
حالياً يتم استخدام التكنولوجيا الجغرافية المكانية مفتوحة المصدر بشكل منتظم من قبل الحكومات والشركات والمهنيين والأكاديميين في مجموعة واسعة من التطبيقات عالية المستوى [10] [11] [12] [13].

تمثل البيانات الجغرافية المكانية المفتوحة نظيراً للبرامج الجيومكانية مفتوحة المصدر عند الانتقال من مجال التكنولوجيا إلى مجال البيانات. وعلى مدى العقود القليلة الماضية، كان هناك وعي متزايد بقيمة البيانات وتضاعفت الإجراءات لفتح البيانات، مما أدى إلى سياسات البيانات المفتوحة المدرجة في جداول الأعمال السياسية على مستويات مختلفة، كما بدأت المنظمات الأكاديمية والعلمية في دمج الجوانب متعددة الأبعاد للانفتاح (openness) في أنشطتها، ويمكن تمثيل الانفتاح بدائرة مكونة من عناصر كثيرة [14]:

1- البرمجيات مفتوحة المصدر (Open source software)، أي تطوير البرمجيات المجانية والمفتوحة.

2- البيانات المفتوحة (Open data)، أي البيانات التي يمكن الوصول إليها مجاناً وقابلة للمشاركة وللإستخدام.

- 3- الأجهزة المفتوحة (Open hardware)، أي المنتجات المادية والآلات والأنظمة المصممة.
  - 4- المعايير المفتوحة (Open standard)، أي المواصفات التقنية المحايدة للأجهزة أو البرامج أو البيانات التي تم تطويرها من خلال عملية مفتوحة.
  - 5- التعليم المفتوح (Open education)، أي التعلم و التدريس بدون حواجز.
  - 6- العلم المفتوح (Open science)، أي جعل البحث العلمي ونشره في متناول جميع مستويات المجتمع.
- ويستفيد كل مكون من نجاح وتنفيذ جميع العناصر الأخرى، ولا تكتمل الدائرة إذا كان أحد المكونات مفقوداً.



الشكل 1 : مكونات عديدة للانفتاح (openness)

### 3.2 صور ساتينيل 2

تم تطوير Sentinel-2 وتشغيله من قبل وكالة الفضاء الأوروبية (ESA European Space Agency).

Sentinel-2 هي مهمة لمراقبة الأرض من برنامج كوبرنيكوس ( Copernicus Programme) والتي تقوم بالنقاط صوراً بدقة مكانية جيدة (10 م إلى 60 م). المهمة عبارة عن كوكبة ذات قمرين صناعيين توأمين، Sentinel-2A و Sentinel-2B. تم إطلاق أول قمر صناعي Sentinel-2A في 23 يونيو 2015 [15]، كما تم إطلاق Sentinel-2B في 7 مارس 2017 [16].

يمتلك Sentinel-2 المستشعر Multi-Spectral Instrument (MSI) مع 13 نطاقاً طيفياً في الجزء المرئي، الأشعة تحت الحمراء القريبة، وحتى الأشعة تحت الحمراء القصيرة الموجة من الطيف الكهرومغناطيسي، ويبين الجدول 1 النطاقات والدقة المكانية والدقة الطيفية.

الجدول 1 : نطاقات القمر الصناعي Sentinel-2 والدقة المكانية والدقة الطيفية

Resolution (m)	Central Wavelength (µm)	Sentinel-2 Bands	
60	0.443	Band 1 - Coastal aerosol	1
10	0.490	Band 2 - Blue	2
10	0.560	Band 3 - Green	3
10	0.665	Band 4 - Red	4
20	0.705	Band 5 - Vegetation Red Edge	5
20	0.740	Band 6 - Vegetation Red Edge	6
20	0.783	Band 7 - Vegetation Red Edge	7
10	0.842	Band 8 - NIR	8
20	0.865	Band 8A - Vegetation Red Edge	9
60	0.945	Band 9 - Water vapour	10
60	1.375	Band 10 - SWIR - Cirrus	11
20	1.610	Band 11 - SWIR	12
20	2.190	Band 12 - SWIR	13

### 3.3 البرامج والأدوات المستخدمة

- برنامج QGIS



المعروف حتى عام 2013 باسم (Quantum GIS) [17] هو تطبيق مكتبي مجاني ومفتوح المصدر لنظم المعلومات الجغرافية (GIS) يدعم عرض وتحرير وتحليل البيانات الجغرافية المكانية [18].

#### - مكتبات TensorFlow, Keras, pyrsgis, scikit-learn, numpy

**TensorFlow**: هي عبارة عن مكتبة بايثون مفتوحة المصدر شاملة للتعلم الآلي والتعلم العميق [19].

**Keras**: هي مكتبة مفتوحة المصدر توفر واجهة Python للشبكات العصبونية الاصطناعية، وتعمل كواجهة لمكتبة TensorFlow [20].

**Scikit-Learn**: عبارة عن وحدة نمطية (module) للتعلم الآلي مبنية على مكتبة SciPy [20].

**Pyrsgis**: هي وحدة نمطية قوية لقراءة البيانات الجغرافية المخزنة بالصيغة المترسية ومعالجتها وتصديرها، وهي مبنية على مكتبة GDAL [22].

**Numpy**: هي مكتبة بايثون تستخدم للعمل مع المصفوفات [23].

#### - Spyder

هي بيئة تطوير متكاملة مفتوحة المصدر ( IDE : integrated development environment ) للبرمجة العلمية بلغة Python [24].

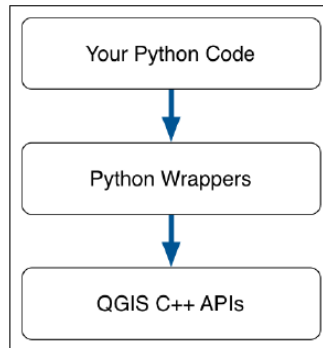
#### - برنامج QT creator

عبارة عن بيئة تطوير متكاملة تعمل على تبسيط تطوير تطبيقات واجهة المستخدم الرسومية.

#### - QGIS Python API (PYQGIS)

يوفر QGIS واجهة برمجة تطبيقات (Application Python API Programming Interface) والمعروفة باسم PyQGIS. واجهة برمجة التطبيقات (API) واسعة وقادرة جداً. ويمكن تقريباً إجراء كل عملية يمكن القيام بها باستخدام QGIS باستخدام واجهة برمجة التطبيقات، ويتيح ذلك للمطورين كتابة تعليمات برمجية لإنشاء أدوات جديدة وتخصيص الواجهة وأتمتة عمليات سير العمل.

نظام QGIS نفسه مكتوب بلغة C++، ولديه مجموعة خاصة به من واجهات برمجة التطبيقات (API) مكتوبة أيضاً بلغة C++، ويتم تنفيذ واجهات برمجة تطبيقات Python كأغلفة حول واجهات برمجة تطبيقات C++ هذه. على سبيل المثال، هناك فئة Python تسمى QgisInterface تعمل كغلاف حول فئة C++ تحمل نفس الاسم. كما يتم توفير جميع طرق ومتغيرات الفئة وما شابه ذلك التي يتم تنفيذها بواسطة إصدار C++ من QgisInterface من خلال غلاف Python (الشكل 5).



الشكل 2 : البرمجة بالبايثون بالاعتماد على مكتبات مكتوبة بلغة C++

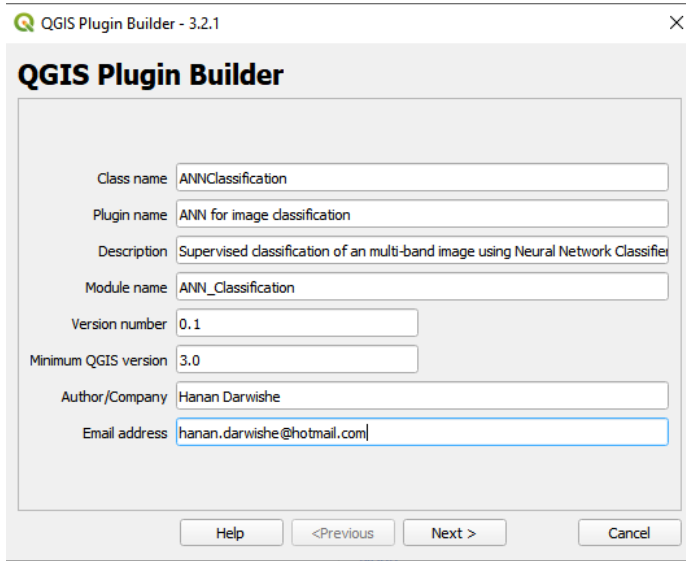
#### 4 النتائج والمناقشة

##### 4.1 تطوير امتداد للتصنيف بالشبكات العصبونية الاصطناعية ANN for image Classification

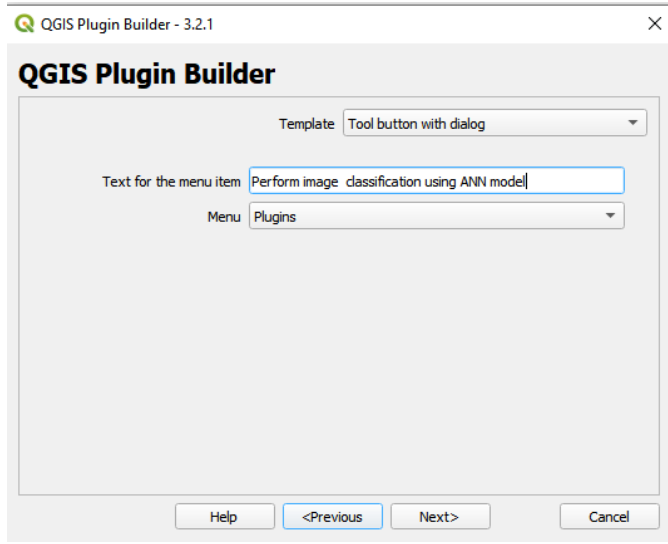
##### QGIS ضمن

في هذه المرحلة تم الاعتماد على عدة برامج بالتزامن مع بعضها البعض لتطوير الامتداد المطلوب بدءاً من برنامج QGIS والذي يتم انشاء الامتداد ضمنه ومن ثم الانتقال الى برنامج QT creator لإنشاء الواجهات وتصميمها ومن ثم كتابة الأكواد البرمجية ضمن

برنامج Spyder لننتهي ببرنامج QGIS لاختبار الامتداد وتنفيذه. تبدأ عملية تطوير أي امتداد عن طريق امتداد باني الإضافات (Plugin Builder) الموجود ضمن برنامج QGIS، حيث يتم اعطاء اسم للإمتداد واسم للفئة وللوحدة النمطية ورقم النسخة ومكان الامتداد ضمن أي قائمة وغيرها من المعلومات الخاصة بالامتداد (الشكل 3 ، الشكل 4).

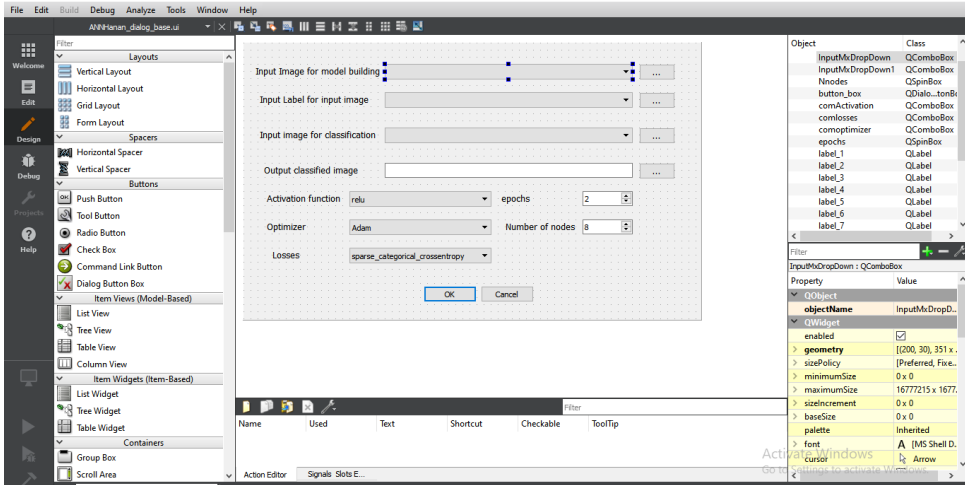


الشكل 3 : واجهة 1 انشاء الامتداد ضمن برنامج QGIS (اسم الامتداد واسم للفئة وللوحدة النمطية ورقم النسخة)



الشكل 4 : واجهة 2 انشاء الامتداد ضمن برنامج QGIS (مكان الامتداد ضمن أي قائمة)

بعد انشاء الامتداد يتم العمل ضمن برنامج QT creator من خلال فتح الواجهة الفارغة التي تم انشاءها مع الامتداد ويتم في هذه المرحلة تصميم شكل واجهة المستخدم ووضع كافة المكونات اللازمة لعمل الامتداد من عناصر إظهار وإدخال وأزرار كالتسميات، القوائم المنسدلة وغيرها من المكونات ( : Input Widgets : label, Display Widgets : Combo Box – Line Edit – Spin Box, Buttons : Push Button – Dialog Button Box). (الشكل 5).



الشكل 5 : العمل ضمن برنامج Qt creator لتصميم واجهة الامتداد

بعد الانتهاء من تصميم واجهة المستخدم ننقل الى كتابة الأكواد البرمجية ضمن برنامج Spyder (الشكل 6).

```

386
387 .....layers = QgsProject.instance().layerTreeRoot().children()
388 # Clear the contents of the comboBox from previous runs
389 .....self.dlg.InputMxDropDown.clear()
390 .....self.dlg.InputMxDropDown1.clear()
391 .....self.dlg.InputLabelDropDown.clear()
392 .....self.dlg.outputDirectory.clear()
393 # Populate the comboBox with names of all the Loaded Layers
394 .....self.dlg.InputMxDropDown.addItem([layer.name() for layer in layers])
395 .....self.dlg.InputLabelDropDown.addItem([layer.name() for layer in layers])
396
397 .....self.dlg.pushButtonMx.clicked.connect(self.selectMxFile)
398 .....self.dlg.pushButtonMx1.clicked.connect(self.selectMxFile1)
399 .....self.dlg.pushButtonLabel.clicked.connect(self.selectLabelFile)
400 .....self.dlg.pushButtonOutput.clicked.connect(self.select_output_file)
401 .....#<self.dlg.pushButton.clicked.connect(self.ANNhanan)
402

```

الشكل 6 : العمل ضمن برنامج Spyder لكتابة الأكواد البرمجية

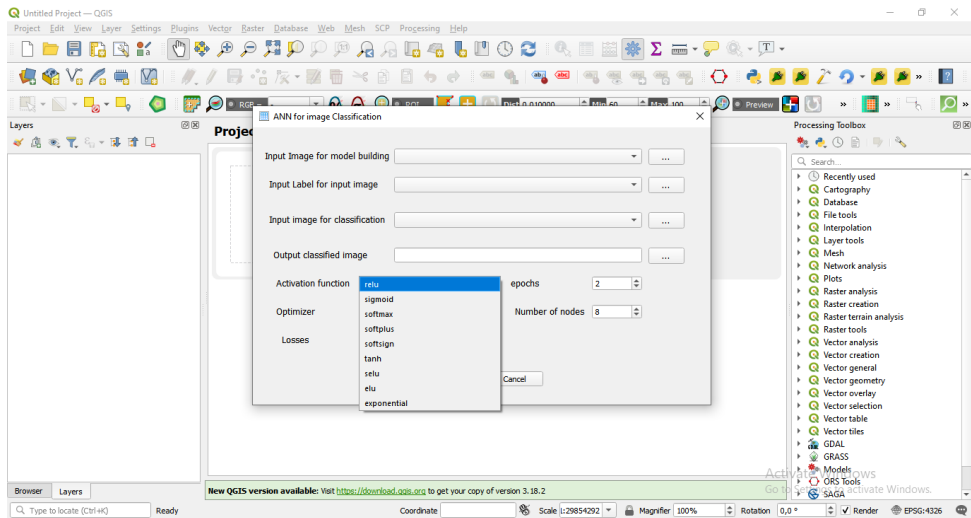
تتلخص مراحل كتابة الكود البرمجي ببناء نموذج شبكة عصبونية اصطناعية والتي ستقوم بمهمة التصنيف واستخلاص المناطق العمرانية وهي تشمل الخطوات التالية:  
 في المرحلة الأولى يتم استدعاء كافة المكتبات اللازمة للعمل على سبيل المثال: (qgis.core, qgis.PyQt, pyrsgis, tensorflow, numpy, sklearn) وغيرها من المكتبات، ويجب التنويه الى أن قسم من هذه المكتبات موجود مسبقاً وقد تم تحميله مع برنامج QGIS، وقسم منها يعتبر من المكتبات الخارجية أو مايسمى بال ( third party Python libraries ) كمكتبة tensorflow فيجب تحميلها وتثبيتها، ويعتبر استخدام

OSGeo4W Shell أسهل طريقة لتنصيب أي حزمة Python، حيث سيؤدي هذا إلى  
تنصيب الحزمة في توزيعه Python التي يستخدمها QGIS.

يتوجب معالجة البيانات وتحويل المصفوفات إلى مصفوفات ثنائية الأبعاد، وهو الشكل  
الذي تعمل به غالبية خوارزميات تعلم الآلة، حيث يمثل كل صف بكسل والأعمدة هي  
القيم الرقمية DN لكل نطاق من النطاقات في البيكسل. تقوم الوحدة النمطية convert  
التابعة لـ pyrgis من خلال changeDimension بهذه المهمة [4].

تم استخدام keras في المرحلة اللاحقة وتحديد النموذج المتسلسل sequential لإضافة  
الطبقات واحدة تلو الأخرى، حيث توجد طبقة إدخال واحدة مع عدد من العقد  
(العصبونات) يساوي عدد النطاقات.

يعد تحديد عدد الخلايا العصبونية في الطبقات المخفية جزءاً مهماً جداً من تحديد بنية  
الشبكة العصبونية الشاملة. وعلى الرغم من أن هذه الطبقات لا تتفاعل بشكل مباشر مع  
البيئة الخارجية، إلا أن لها تأثيراً كبيراً على المنتج النهائي. لذلك يجب مراعاة كل من عدد  
الطبقات المخفية وعدد الخلايا العصبونية في كل من هذه الطبقات المخفية بعناية،  
فاستخدام عدد قليل من الخلايا العصبونية في الطبقات المخفية سيؤدي إلى شيء يسمى  
نقص في التدريب (Underfitting). كما أن وجود عدد كبير من الخلايا العصبونية في  
الطبقات المخفية سيؤدي إلى التدريب المفرط (Overfitting) [25]، يمكن تحديد عدد  
الخلايا العصبونية في الطبقة المخفية من خلال (Number of nodes) (الشكل 7).

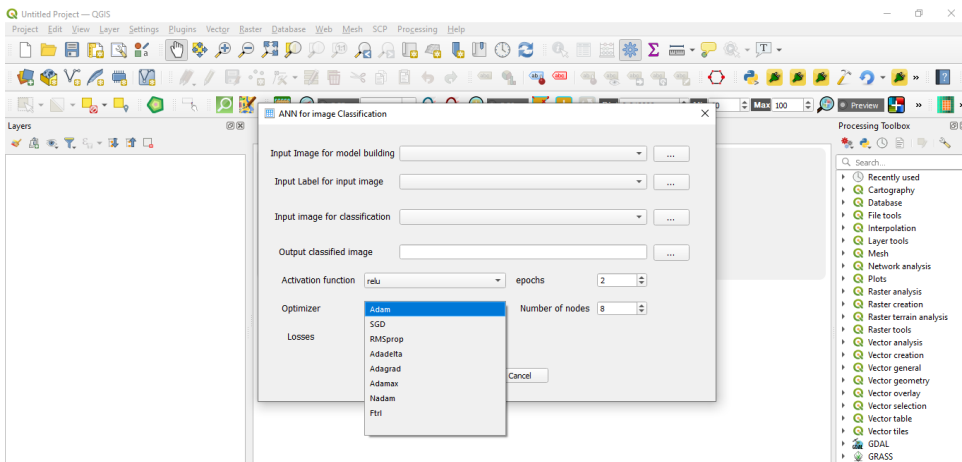


## الشكل 7 : اختيار عدد الخلايا العصبونية، خيارات متعددة لتابع التفعيل ضمن الامتداد QGIS ضمن برنامج ANN for image Classification

كما يجب اختيار تابع التفعيل أو التنشيط (activation function) وهو عبارة عن تابع رياضي ضمن العصبون بين طبقتين من أي شبكة عصبونية. يُعرف أيضاً باسم تابع النقل (transfer function) يتم استخدامه لتحديد ناتج عن طريق مدخل أو مجموعة من المدخلات، وله دور أساسي في التعلم العميق للشبكة العصبونية. تتيح المكتبة Keras استخدام أنواع مختلفة من توابع التفعيل مثل: relu, sigmoid, softmax, softplus, softsign, tanh, selu, elu, exponential function.

ويمكن اختيارها مباشرة من القائمة المنسدلة (الشكل 7).  
التعلم العميق هو عملية تكرارية للغاية، ويجب إجراء العديد من التجارب وتغيير البارامترات في كل مرة لمعرفة أي مجموعة من البارامترات تتوافق مع بعض وتعمل بالشكل الأفضل، فمن المهم أن يتدرب نموذج التعلم العميق في أقصر وقت ممكن.

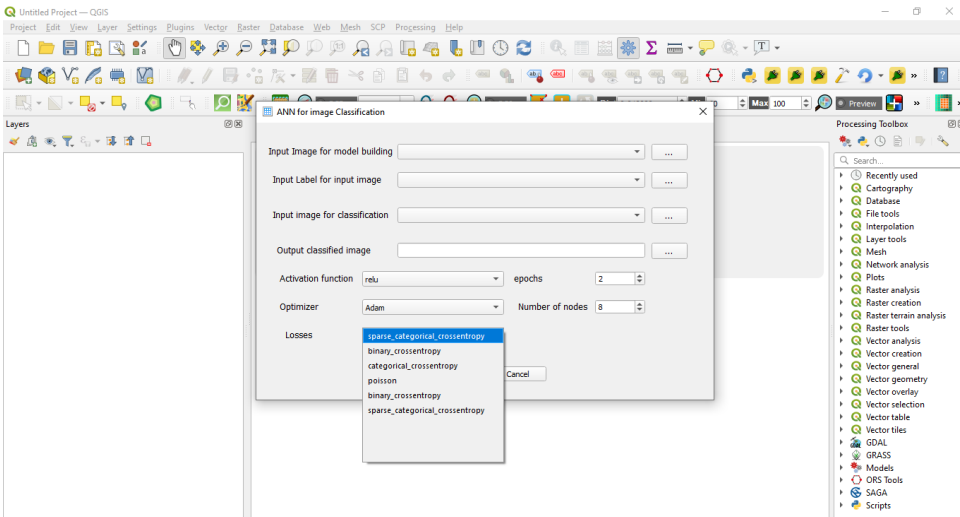
يتم عادة استخدام خوارزميات تحسين (optimizers) أثناء تدريب الشبكة العصبونية لتغيير سمات الشبكة العصبونية مثل الأوزان ومعدل التعلم.  
يوجد مجموعة من خوارزميات التحسين التي تتيحها مكتبة Keras والتي يمكن اختيارها من القائمة المنسدلة Optimizer مثل ( SGD, RMSprop, Adadelta, Adagrad, Adamax, Nadam, Ftrl ) (الشكل 8).



## الشكل 8 : خيارات متعددة لتابع التحسين ضمن الامتداد ANN for image Classification ضمن برنامج QGIS

كما يجب اختيار تابع للخسارة من القائمة المنسدلة Losses ويسمى أيضاً تابع التكلفة وهو تابع وظيفته تقييم مدى جودة نماذج الخوارزمية لمجموعة البيانات الخاصة بنا. فإذا انحرفت التنبؤات كثيراً عن النتائج الفعلية، فسيخرج تابع الخسارة رقماً أعلى، أما إذا كانت قريبة فسيخرج رقماً أقل. بمساعدة خوارزميات التحسين، يتعلم تابع التكلفة تقليل الخطأ في التنبؤ.

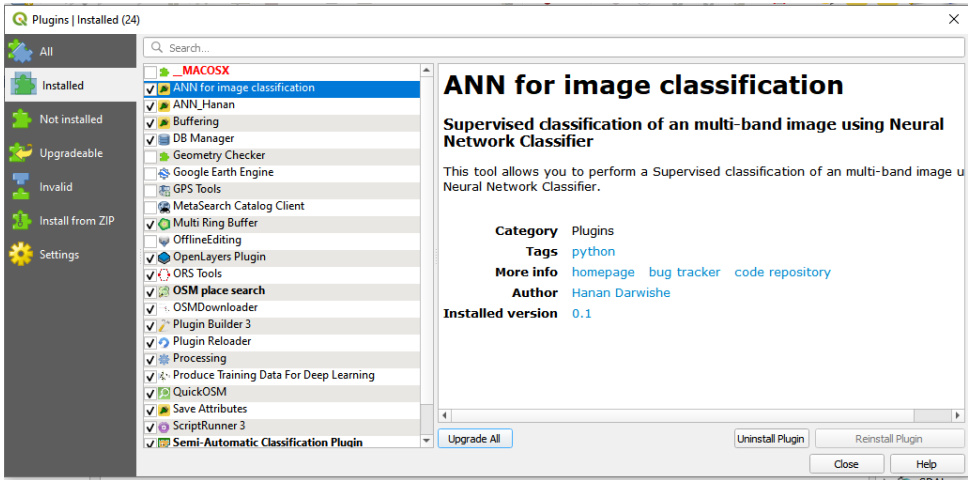
ويوجد عدة توابع متاحة مثل ( `sparse_categorical_crossentropy`, `binary_crossentropy`, `categorical_crossentropy`, `poisson`, `binary_crossentropy`, `sparse_categorical_crossentropy` ) (الشكل 9).



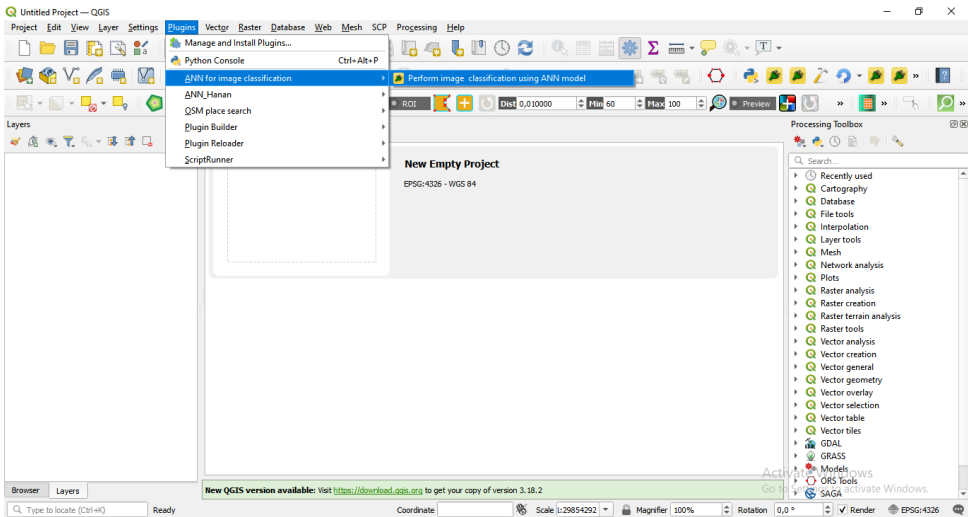
## الشكل 9 : خيارات متعددة لتابع losses ضمن الامتداد ANN for image Classification ضمن برنامج QGIS

بعد الانتهاء من كتابة كافة الأكواد البرمجية يمكن إضافة وتنزيل الامتداد ضمن البرنامج QGIS عن طريق Manage and Install Plugins (الشكل 10 و الشكل 11).





الشكل 10 : تثبيت الامتداد ANN for image Classification ضمن برنامج QGIS

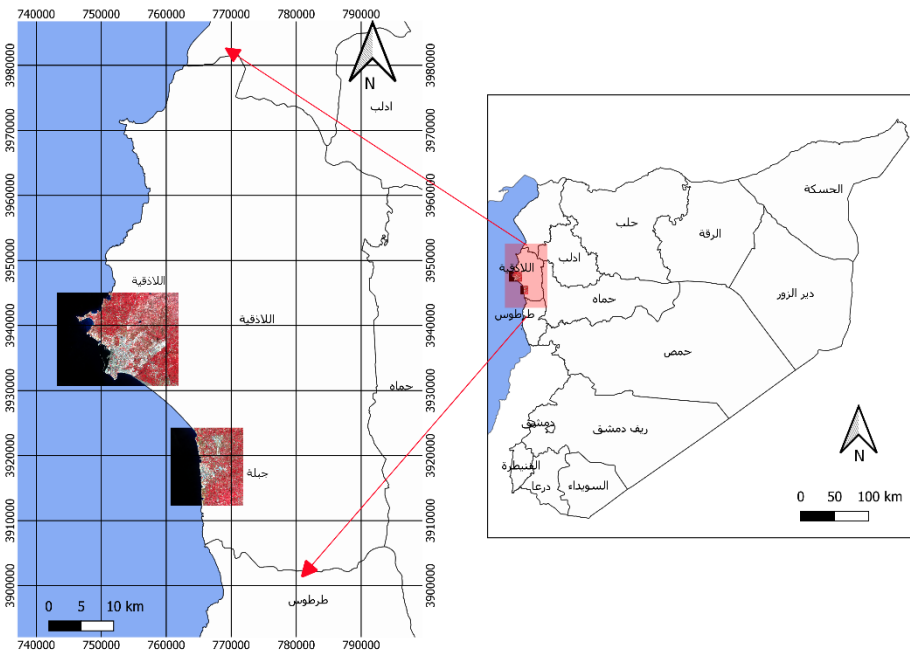


الشكل 11 : تشغيل الامتداد ANN for image Classification ضمن برنامج QGIS

#### 4.2 اختبار الامتداد المطور

تم الاعتماد على بيانات صور القمر الصناعي سانتينيل 2 (Sentinel-2). تم تشكيل صورة ملونة لمدينة اللاذقية (الشكل 12) ضمن برنامج QGIS بدقة مكانية 10 م من الـ 13 نطاق من نطاقات القمر الصناعي Sentinel-2.

كما تم استخدام صورة ملونة لمدينة جبلة (الشكل 12) أيضاً مكونة من النطاقات 13 نفسها لنفس القمر لتطبيق النموذج واستخراج المباني من باقي فئات التصنيف. أول خطوة لتنفيذ التصنيف تقوم على تحميل البيانات عن طريق (Input Image for model building) (الشكل 13)، ويتم قراءة صور ساتلنيل لمنطقة الدراسة عن طريق الوحدة النمطية raster التابعة لـ pyrsgis، حيث يتم تشكيل مصفوفة NumPy من صورة الـ GeoTIFF مكونة من الموقع الجغرافي (الإحداثيات) والقيم الرقمية للبيكسلات (DN).



الشكل 12: منطقة الدراسة والبيانات (صور ملونة Sentinel-2 لمدينة اللاذقية وجبلة معروضة بالتركيبة اللونية التالية: RGB = 843)

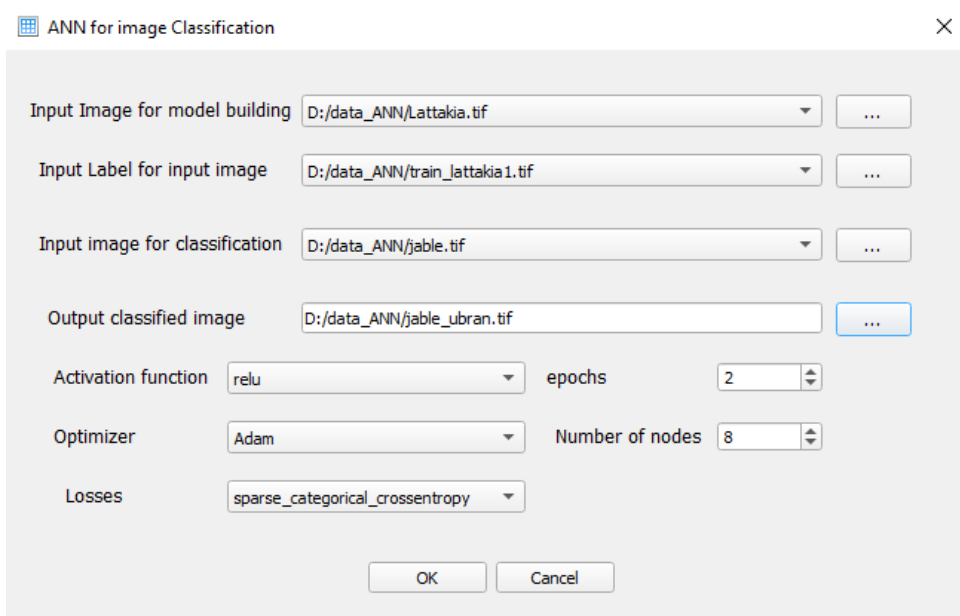
التصنيف بالتعلم العميق المستخدم في الامتداد هو التصنيف المراقب، ولذلك تم الاعتماد على صورة ثنائية من قيمتين 0 و 1 للدلالة على فئة وجود فئة المباني من عدم وجودها حيث ستكون مهمتها كعينات للتدريب (training data)، تم تحميل هذه الصورة أيضاً وقراءتها عن طريق (Input Label for input image)، ويجب الانتباه الى أنه يجب

أن يكون عدد السطور والأعمدة والدقة المكانية (أبعاد البيكسل) هو نفس الصورة المدخلة تماماً.

نقوم بإدخال الصورة التي نود أن نجري لها التصنيف عن طريق ( Input image for classification)، ونختار مكان حفظ الصورة الناتجة عن التصنيف ( Output classified image).

كما نقوم باختيار عدد الطبقات الخفية، تابع التفعيل، تابع التحسين، تابع التكلفة ومن ثم النقر على ok لتبدأ عملية التصنيف.

النموذج النهائي مكون من ثلاث طبقات: طبقة إدخال مع 13 عصبون وطبقة خفية مع ثمانية عصبونات مع تابع تفعيل relu وطبقة الخرج بعصبونين، قمنا باختيار خوارزمية تحسين معدل التعلم التكيفي المسماة بـ Adam (Adaptive Moment Estimation) كما اخترنا "sparse\_categorical\_crossentropy" كتابع للخسارة (الشكل 13).



الشكل 13: نافذة انجاز التصنيف عن طريق الامتداد المطور

أثناء تنفيذ التصنيف يتم عرض مجموعة من الرسائل التي تم إضافتها الى الكود البرمجي والتي يتم اظهارها ضمن نافذة البايثون كعدد الأسطر والأعمدة لكافة الصور المدخلة وعدد

السجلات الكلي بعد عملية التحويل، فعلى سبيل المثال تم تحويل صورة سانتينيل 2 لمدينة اللاذقية المكونة من 1872 سطر و 1434 عمود و 13 نطاقاً طيفياً إلى 2684448 سجل.

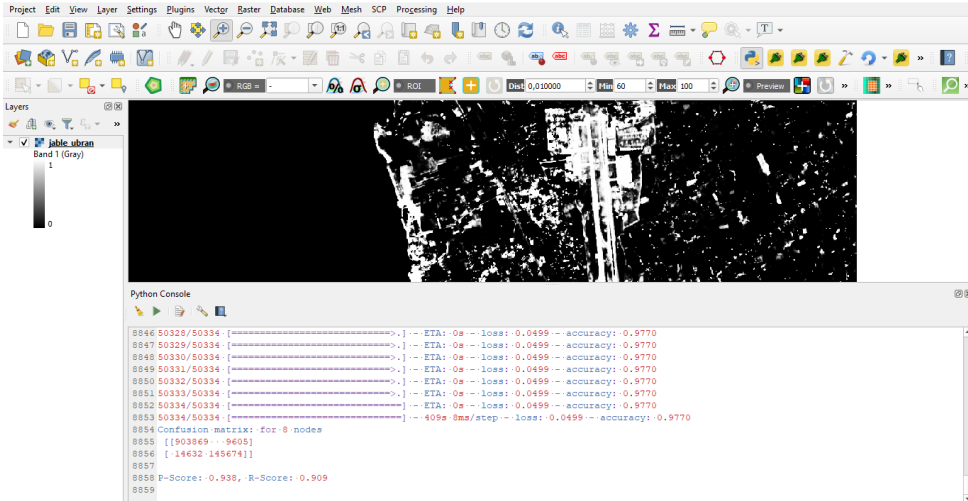
ويوضح الشكل 14 النتيجة النهائية بعد إنجاز العملية ويتم عرض المناطق العمرانية ضمن برنامج QGIS، بالإضافة الى رسائل ضمن نافذة البايثون توضح مصفوفة الخطأ ودقة التصنيف من خلال معيارين هما دقة الاسترجاع Recall ودقة الصحة Precision، ويوضح الشكل قيمة هذين المعيارين للنموذج المبني  $R\text{-Score}=0.909$  و  $P\text{-Score}=0.938$  وهي قيم جيدة وكان بالإمكان تغيير المعايير المختلفة حتى الوصول الى أعلى قيمة ممكنة للدقة.

وكانت مصفوفة الخطأ كما يظهرها الشكل 14 كالتالي:

Confusion matrix:

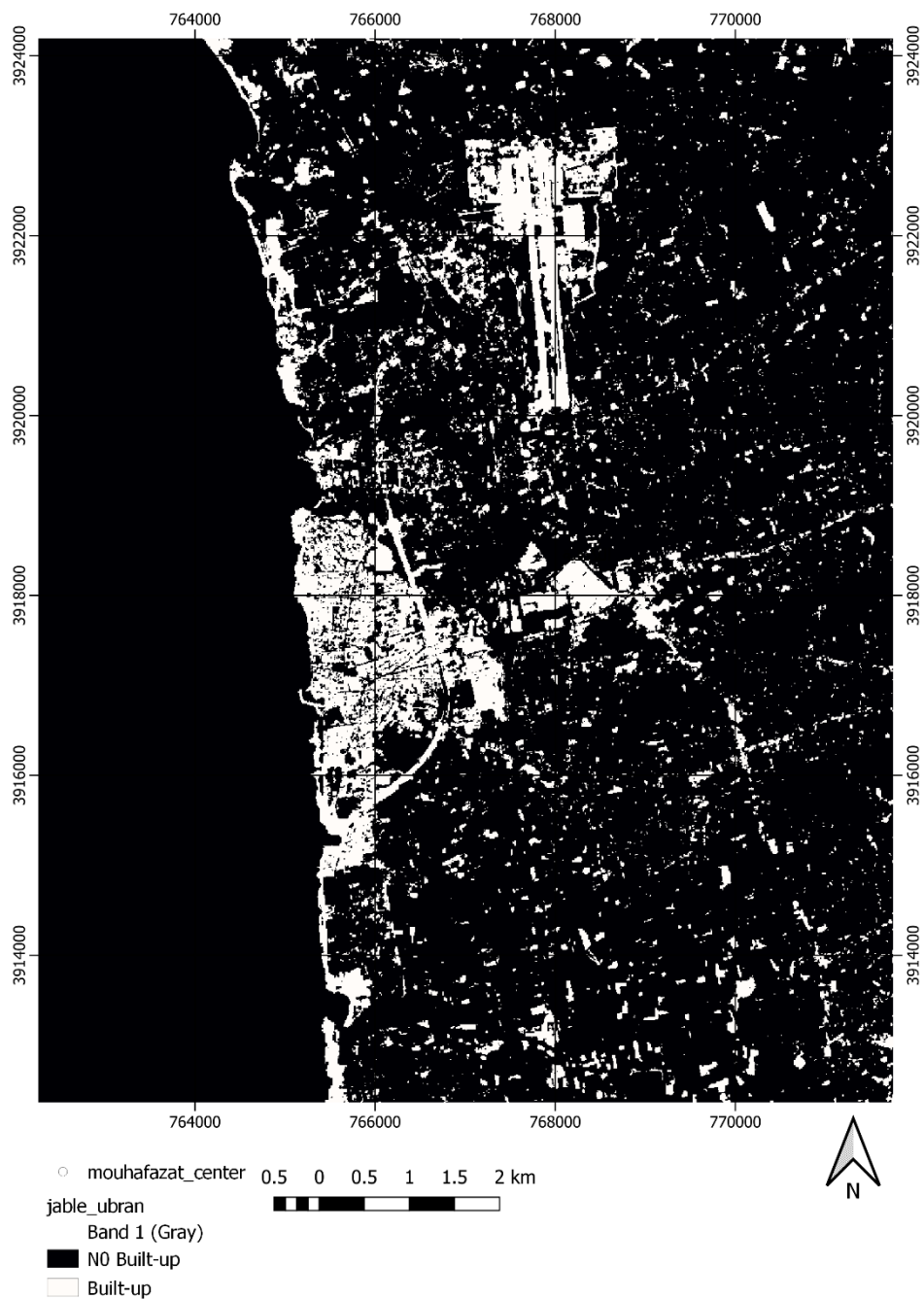
$$\begin{bmatrix} 903869 & 9605 \\ 14632 & 145674 \end{bmatrix}$$

حالياً، أكثر توابع التنشيط نجاحاً والأكثر استخداماً هي الوحدة الخطية المصححة (ReLU (rectified linear activation function)، فمن الممكن تثبيتها على سبيل المثال وتغيير عدد العصبونات في الطبقة الخفية ومقارنة النتائج، ومن الممكن اختبار الخيارات المختلفة المتاحة.



الشكل 14: نافذة بايثون لعرض سير العمل

تم التنبؤ بالمناطق العمرانية في صورة مدينة جبلة من خلال نموذج الشبكة العصبونية الاصطناعية الذي تم اعتماده وبنائه على صورة مدينة اللاذقية. ويمثل (الشكل 15) ناتج عملية التصنيف ويوضح المناطق العمرانية في مدينة جبلة.



الشكل 15: المناطق العمرانية في مدينة جبلة تم استخلاصها عن طريق الامتداد المطور المبني على نموذج الشبكات العصبونية الاصطناعية

## 5 الاستنتاجات والتوصيات

إن تكامل البيانات المفتوحة متمثلة بصور القمر الصناعي سانتينيل 2 والبرامج المفتوحة متمثلة ببرنامج نظم المعلومات الجغرافية QGIS ومكتبات بايثون الحرة ومفتوحة المصدر للشبكات العصبونية الاصطناعية شكل نظاماً كاملاً قادراً على استخراج المناطق العمرانية وإنشاء خرائطها.

وقد وفر الامتداد المطور ضمن برنامج QGIS أداة جاهزة لإجراء عملية التصنيف بطريقة سهلة الاستخدام ولا تحتاج الى أي معرفة أو خبرة برمجية لتنفيذها.

من الممكن استخدام الامتداد المطور لاستخراج أي فئة من فئات الغطاء الأرضي وليس فقط المناطق العمرانية ويعتمد ذلك على بيانات التدريب للفئة المراد استخراجها والتي يجب ادخالها ك (Label image).

أثبتت المنهجية المقدمة في البحث فعاليتها في عملية التصنيف بطريقة منخفضة التكلفة من حيث الكلفة المادية، الجهد، والوقت الذي وفرته عند التنبؤ لمنطقة جديدة.

يمكن استخدام صور سانتينيل او لاندسات 8 ضمن الامتداد ويمكن تطبيق التنبؤ على أي بيانات مشابهة بالدقة الطيفية ومكونة من نفس عدد النطاقات للصورة الممثلة لبيانات الدخل والتي تم بناء النموذج على أساسها.

نتائج البحث تبين أهمية الاعتماد على البرامج والبيانات المفتوحة، وتظهر إمكانياتها القوية وتسلب الضوء عليها وتحفز على استخدامها، حيث أن نقص الوعي حول مفاهيم البيانات المفتوحة والبرامج مفتوحة المصدر وإمكانياتها قد يكون سبباً رئيسياً وراء عدم اعتمادها من قبل الباحثين في البلدان النامية.

يوصى باستخدام برامج أنظمة المعلومات الجغرافية الحرة ومفتوحة المصدر (FOSS\_GIS)، والتحفيز على اعتمادها في الدول النامية كوسيلة للحد من تكاليف الترخيص وتعزيز التنمية التكنولوجية المحلية عن طريق الحصول على الشيفرة المصدرية لهذه الأنظمة وتطويرها.

كما يوصى بتطوير الامتداد من خلال إعطاء الحرية للمستخدمين أكثر في اختيار البارمترات المختلفة وأيضاً الأنواع المختلفة من الصور الفضائية بحيث يتم تطبيق المنهجية على كافة أنواع الصور ومهما كانت دقتها المكانية والراديو مترية.

## 6 المراجع

- [1] Blaschke, Thomas, et al. "Collective sensing: Integrating geospatial technologies to understand urban systems—An overview." *Remote Sensing* 3.8 (2011): 1743-1776.
- [2] Mobasheri, Amin, et al. "Highlighting recent trends in open source geospatial science and software." (2020): 1141-1146.
- [3] Mobasheri, Amin, Francesco Pirotti, and Giorgio Agugiaro. "Open-source geospatial tools and technologies for urban and environmental studies." (2020): 1-4.
- د. م. حنان درويش، د. م. عدنان أحمد محمد، و د. م. فادي عز الدين شعبان. "تطوير نموذج [4] للتعلم العميق بالشبكات العصبونية الاصطناعية لاستخراج المناطق العمرانية من صور الاستشعار عن بعد-منطقة الدراسة: حمص-طرطوس." *مجلة جامعة البعث، سلسلة العلوم للهندسة المدنية والمعمارية* 43.7 (2021): 43-66.
- [5] Mahmon, Nur Anis, and Norsuzila Ya'acob. "A review on classification of satellite image using Artificial Neural Network (ANN)." 2014 IEEE 5th Control and System Graduate Research Colloquium. IEEE, 2014.
- [6] Maxwell, Aaron E., Timothy A. Warner, and Fang Fang. "Implementation of machine-learning classification in remote sensing: An applied review." *International Journal of Remote Sensing* 39.9 (2018): 2784-2817.
- [7] Open Definition 2.1. <http://opendefinition.org/od/2.1/en>. Accessed 21 may 2021.
- [8] Minghini, Marco, et al. "Geospatial openness: from software to standards & data." (2020): 1-5.
- [9] فادي عز الدين شعبان، و حنان كامل درويش. "إمكانات أنظمة المعلومات الجغرافية الحرة [9] ومفتوحة المصدر (FOSS\_GIS) تطبيق في تحليل اختيار الموقع الأمثل لمشروع عمراني." *Tishreen University Journal-Engineering Sciences Series* 39.3 (2017).



- [10] Brovelli, Maria Antonia, et al. "Free and open source software for geospatial applications (FOSS4G) to support Future Earth." *International Journal of Digital Earth* 10.4 (2017): 386-404.
- [11] Moreno- Sanchez, Rafael. "Free and Open Source Software for Geospatial Applications (FOSS4G): A mature alternative in the geospatial technologies arena." (2012): 81-88.
- [12] Minghini, M., A. Kotsev, and M. Lutz. "COMPARING INSPIRE AND OPENSTREETMAP DATA: HOW TO MAKE THE MOST OUT OF THE TWO WORLDS." *International Archives of the Photogrammetry, Remote Sensing & Spatial Information Sciences* (2019).
- [13] Minghini, Marco, et al. "FOSS4G as a key building block for case-based learning in geographic information education." *FOSS4G-Europe 2017*. Vol. 42. No. 4/W2. International Society for Photogrammetry and Remote Sensing, 2017.
- [14] Coetzee, Serena, et al. "Open geospatial software and data: A review of the current state and a perspective into the future." *ISPRS International Journal of Geo-Information* 9.2 (2020): 90.
- [15] Nowakowski, Tomasz (23 June 2015). "Arianespace successfully launches Europe's Sentinel-2A Earth observation satellite". *Spaceflight Insider*. Retrieved 17 August 2016.
- [16] *Bergin, Chris (6 March 2017)*. "Sentinel-2B rides Vega to join Copernicus fleet". *NASASpaceFlight.com*. Retrieved 9 March 2017.
- [17] *Changelog for QGIS 2.0 - Quantum GIS is now known only as 'QGIS'.* *QGIS*. Retrieved 1 January 2020.
- [18] "QGIS Official Website". *QGIS*. Retrieved 16 October 2013.
- [19] Tensorflow, 2021. [Online]. Available: <https://www.tensorflow.org> [Accessed: 05-january-2021].
- [20] keras, 2021. [Online]. Available: <https://keras.io> [Accessed: 05-january-2021].
- [21] Scikit-learn, 2021. [Online]. Available: <https://scikit-learn.org> . [Accessed: 05-january-2021].
- [22] Pyrgis, 2021. [Online]. Available: <https://pypi.org/project/pyrgis>. [Accessed: 05-january-2021].

- [23] numpy, 2021. [Online]. Available: <https://numpy.org> [Accessed: 05-january-2021].
- [24] spyder, 2021. [Online]. Available: <https://www.spyder-ide.org> [Accessed: 05-january-2021].
- [25] Cybenko, George. "Approximation by superpositions of a sigmoidal function." Mathematics of control, signals and systems 2.4 (1989): 303-314.