



تعليم كشف EAMENA الآلي للتغيير بشكل تلقائي (MLACD)

شرح خطوات استخدام البرنامج

**EAMENA Machine Learning Automated Change
Detection (MLACD)**

Training Documentation

تطوير و إعداد د. أحمد محمود

مراجعة د. نيكول شيلدريك

ترجمها إلى العربية د. أحمد بوزيان

قائمة المصطلحات

EAMENA إيمينا: الآثار المهددة بالانقراض في الشرق الأوسط وشمال أفريقيا

GEE : محرك جوجل إيرث

Machine Learning (ML) : التعلم الآلي

Automated Change Detection (ACD) : الكشف الآلي أو التلقائي للتغيير

JavaScript (JV) : لغة برمجة JavaScript

Training Sample (TS) : عينة تدريب

Script النص البرمجي: شفرة برنامج يتضمن سلسلة من العمليات والوظائف

Glossary

EAMENA: Endangered Archaeology in the Middle East and North Africa

GEE: Google Earth Engine

ML: Machine Learning

ACD: Automated Change Detection

JV: JavaScript

TS: Training Sample

Script: A program code with a sequence of processes and functionalities

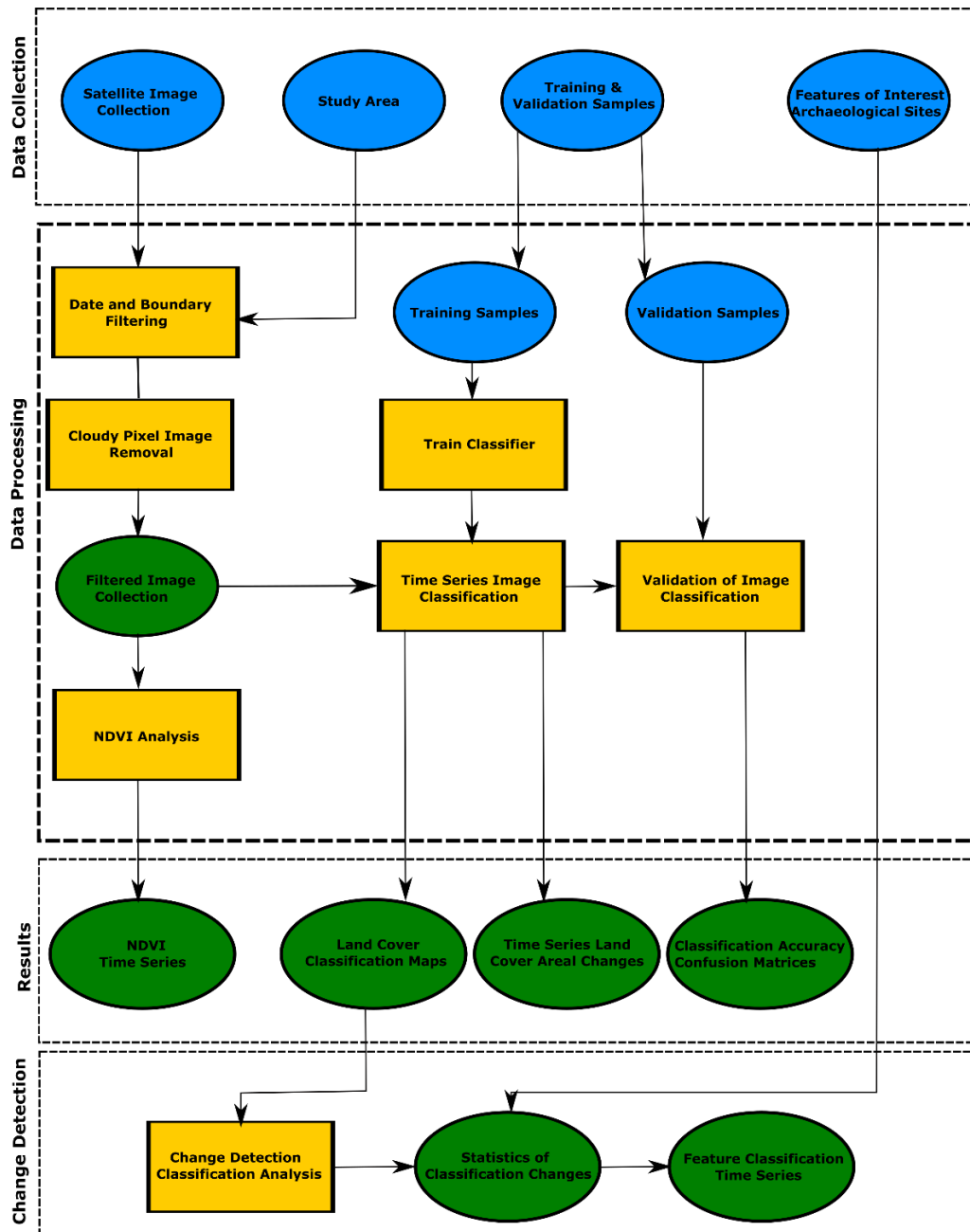
Automated Change Detection (ACD)

الكشف التلقائي للتغيرات في المواقع الأثرية (ACD)

1 مقدمة Introduction

يعد تعلم كشف EAMENA الآلي للتغيرات في المواقع الأثرية (EAMENA MLACD) أداة طورها باحثو EAMENA لرصد التغيرات في المواقع الأثرية وما حولها بسرعة عبر استخدام صور الأقمار الاصطناعية.

تستخدم الأداة خدمة الحوسبة السحابية في محرك Google Earth (<https://earthengine.google.com/>)، تم تطويرها باستخدام نص جافا البرمجي JavaScript وخوارزميات أو لغزيميات التعلم الآلي (أي Random Forest) لمعالجة سلسلة زمنية من صور الأقمار الاصطناعية وإنشاء خرائط تصنيفات الأراضي للكشف عن التغيرات في المواقع الأثرية والتهديدات التي تتعرض لها مع مرور الوقت (الشكل 1).



الشكل 1. إطار عمل EAMENA MLACD

2 المتطلبات Pre-requisites

لاستخدام EAMENA MLACD، ستحتاج إلى حساب Google Earth Engine.

- للاشتراك في Google Earth Engine، اتبع الإرشادات الواردة في الرابط التالي:
<https://signup.earthengine.google.com/#/>
- قد يستغرق الأمر في بعض الأحيان عدة أيام حتى تتم الموافقة على طلب فتح الحساب

3 البدء Getting Started

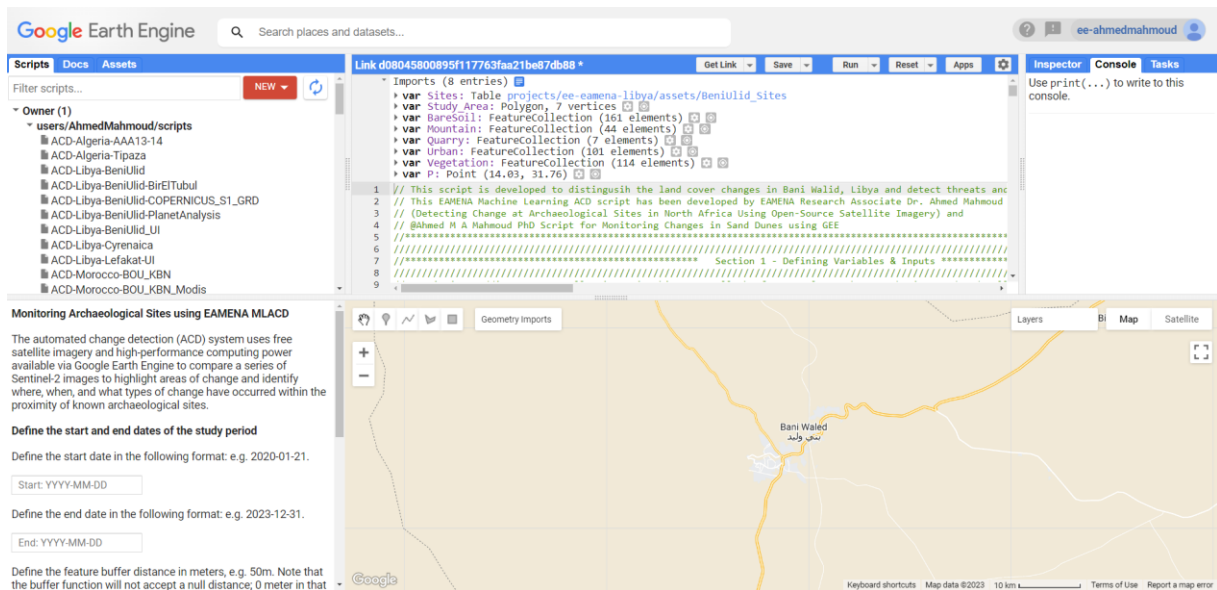
بمجرد الموافقة على طلبك، انتقل إلى <https://code.earthengine.google.com/> للوصول إلى محرر الكود Code Editor حيث سيتم البدء بتشغيل كشف EAMENA الآلي للتغيرات في المواقع الأثرية MLACD.

قام فريق EAMENA بإعداد حالات دراسة محددة مسبقاً لـ MLACD ويمكنك الوصول إليها على الروابط أدناه:

- Bani Walid: <https://code.earthengine.google.com/fdb1f952445923fc7a0a432f467db478>.
- Tipaza: <https://code.earthengine.google.com/ce243523d567e1e61d3980761fbef48a>.

ستستخدم هذه الوثيقة دراسة حالة بني وليد في غرب ليبيا لتوضيح خطوات العمل

- انقر على الرابط الخاص بالحالة الدراسية لفتح النص المبرمج لمنطقة بني وليد



- انقر فوق "Save" لحفظ النص البرمجي في مكان حفظ GEE الذي خصصته
- أعطه اسماً مثل "EAMENA_MLACD" حتى يمكنك الرجوع إليه
 - يمكنك دائماً النقر مرة أخرى على الرابط أعلاه لاستعادة النسخة الأصلية
 - يمكنك أيضاً العثور دائماً على أحدث إصدار من نص MLACD المبرمج على صفحة EAMENA GitHub: <https://github.com/eamena-project>.

للبدء في استخدام الأداة، هناك العديد من العناصر والعوامل المتغيرة parameters التي يجب تحديدها وتحريرها في كود EAMENA MLACD JavaScript. ينقسم سير العمل إلى ثلاث خطوات رئيسية:

1. تحديد المتغيرات والمدخلات Defining variables and inputs
2. تصنيف الصور وتحليلها Image classification and analysis
3. تحديد التهديدات على المواقع الأثرية Identification of threats on archaeological sites

4 الخطوة 1: تحديد المتغيرات والمدخلات Defining variables and inputs

سوف نحدد في المرحلة الأولى ثلاثة أشياء:

1. منطقة الدراسة.
2. المواقع الأثرية المراد التقصي عنها.
3. عينات التدريب.
4. مؤشرات العرض visualisation parameters.
5. النطاقات bands (صور جوية مأخوذة بأطياف ضوئية مختلفة) المستخدمة في التحليل.
6. قيم وأسماء الرسوم البيانية والمخرجات الأخرى.

ستسهل في المراحل التالية كل هذه المدخلات والمتغيرات المحددة الآلية التلقائية واستخراج النتائج من النص المبرمج.

4.1 تحديد منطقة الدراسة Defining the Study Area

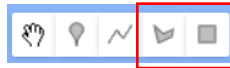
ستأتي النصوص المبرمجة المعدة مسبقاً مع منطقة الدراسة المحددة سلفاً.

إذا كنت تود التقصي عن منطقة جديدة، فستحتاج إلى تغيير ذلك عن طريق حذف منطقة الدراسة Study_Area الحالية وإدخال منطقة دراسة خاصة بك بواسطة إحدى الطريقتين التاليتين.

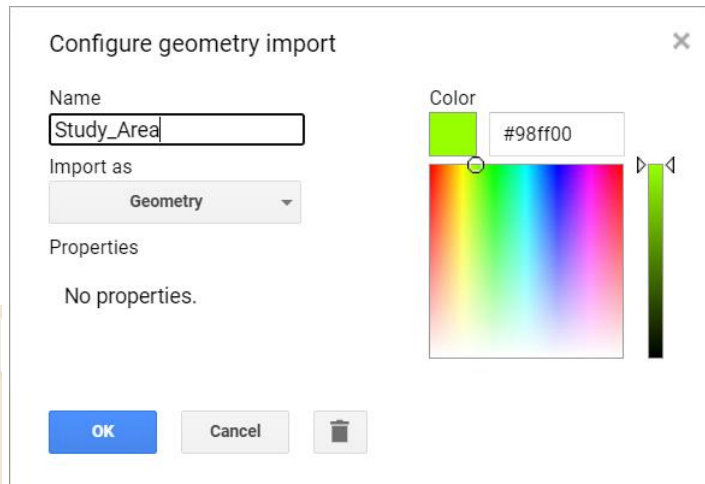
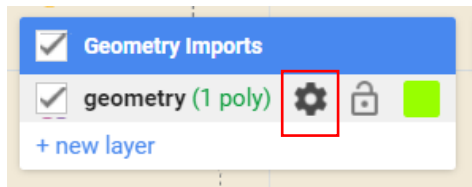
4.1.1 الطريقة 1: الرسم من خلال أداة الهندسة Draw with the Geometry Tool

يمكن رسم منطقة الدراسة يدوياً باستخدام أداة الهندسة Geometry tool الموجودة في الزاوية العلوية اليسرى من لوحة خريطة GEE.

- قم بإنشاء طبقة هندسية جديدة برسم شكل مضلع حول منطقة الدراسة إما باستخدام أداة المستطيل أو المضلع



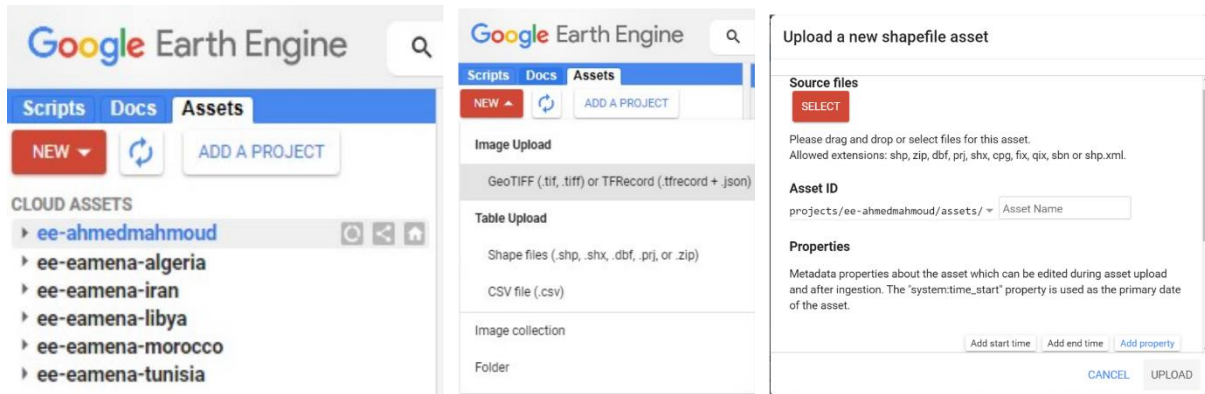
- قم بتمرير الفأرة فوق مربع "Geometry Imports" وافتح أداة التهئية بالنقر على أيقونة الترس ⚙️ لتغيير خصائص الطبقة الجديدة
- قم بتغيير اسم الشكل الهندسي إلى "Study_Area"
- احتفظ بنوع الميزة أو الظاهرة feature type لمنطقة الدراسة تحت 'Import as' as 'Geometry'
- وسوف يظهر في الواردات Imports الخاصة بك في الجزء العلوي من النص المبرمج



4.1.2 الطريقة 2: تحميل ملف الشكل Shapefile Upload

إذا حددت بالفعل منطقة دراستك في نظام المعلومات الجغرافية ولديك المنطقة في شكل ملف الشكل Shapefile، يمكنك كذلك تحميله مباشرة إلى GEE.

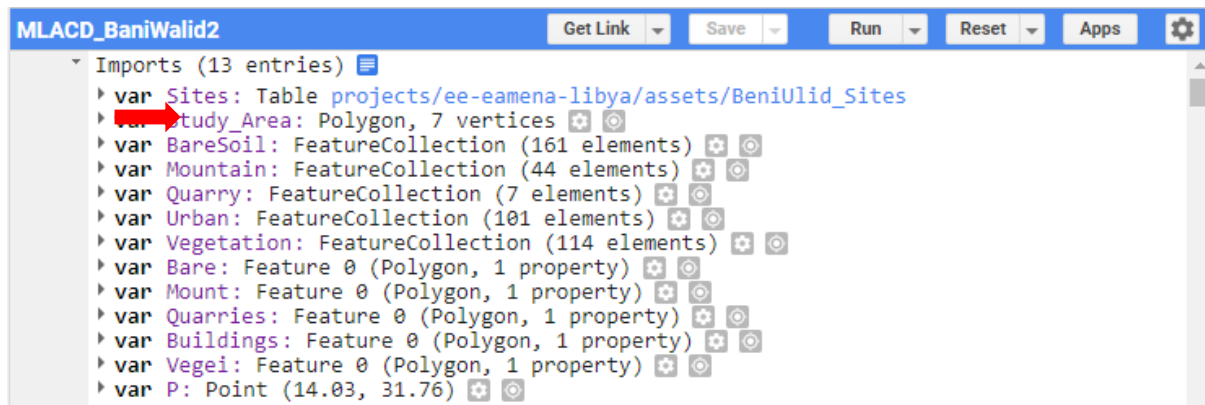
- في لوحة محرر كود GEE code editor الرئيسية، انتقل إلى علامة التبويب الأصول Assets واختر **NEW**
- ضمن **Table Upload**، انقر فوق **Shape files (.shp, .shx, .dbf, .prj, or .zip)**.
- اتبع التعليمات لتحميل ملف الشكل shapefile الخاص بك واعطه اسمًا يمكن تذكره.
 - تأكد من أنك قد اخترت كافة امتدادات ملف الشكل shapefile أو اختر المجلد المضغوط zip folder الذي يحتوي على كافة امتدادات الملفات الداعمة لملف الشكل shapefile.



الشكل 2. إضافة الأصول assets في مشاريع GEE

- بمجرد تحميله إلى قائمة الأصول Assets الخاصة بك، انقر عليه ثم انقر فوق "Import" لاستيراده إلى النص المبرمج script الخاص بك.
- عندما تقوم باستيراده، ستراه يظهر في الجزء العلوي من النص البرمجي المسمى "table".
- يجب عليك تغيير الاسم إلى **"Study_Area"**.
- ثم يجب عليك الانتقال إلى القسم 1 من النص البرمجي، تحت "Define the Study Area" والعثور على السطر باللون الأخضر الذي يشير إلى Study_Area وحذف // في بداية السطر ليتحول بعدها إلى اللون الأرجواني.

// Study_Area = Study_Area.geometry(); → Study_Area = Study_Area.geometry();



ملاحظات هامة لكلا الطريقتين:

- لا بد من تسمية الميزة أو الظاهرة لمنطقة الاهتمام الخاصة بك باسم **"Study_Area"** حيث يتم استخدام هذه التسمية في كود EAMENA MLACD JavaScript لتنفيذ مهام أخرى.
- لكي تعمل MLACD، يجب أن تغطي منطقة الدراسة التي تحدها جميع المواقع الأثرية التي ترغب في تحليلها، والتي ستقوم بتحديدتها في القسم التالي:

4.2 تحديد المواقع الأثرية المراد التقصي عنها Defining the Archaeological Sites under Investigation

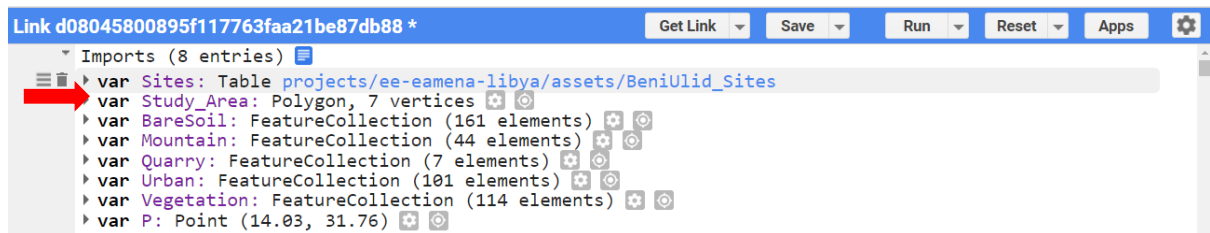
تأتي النصوص المبرمجة المعدة مسبقاً محملة بمجموعة من المواقع الأثرية ضمن مناطق الدراسة المحددة سلفاً.

إذا كنت تريد التقصي عن مجموعة بيانات جديدة، فستحتاج إلى تغيير ذلك عن طريق حذف الاستيراد المسمى "Sites" في الجزء العلوي من النص المبرمج وإضافة المجموعة الخاصة بك، باستخدام إحدى الطريقتين التاليتين.

4.2.1 الطريقة 1: تحميل ملف الشكل Shapefile Upload

اتبع نفس الطريقة التي استخدمتها في القسم الأخير لتحميل ملف شكل منطقة الدراسة Study Area shapefile

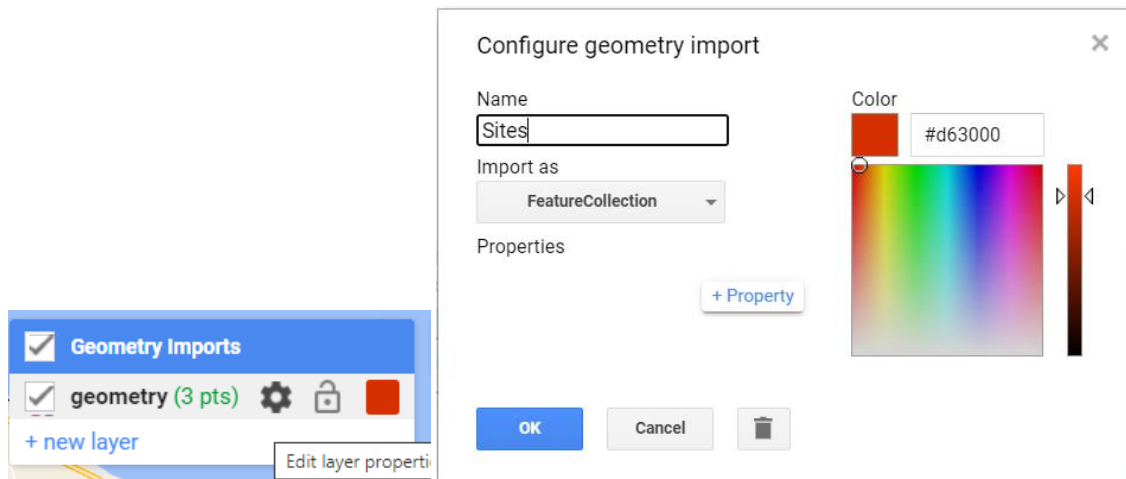
- قم بتحميل ملف الشكل shapefile كأصل asset وانقله إلى النص المبرمج الخاص بك باستخدام الإرشادات نفسها التي تعلمتها لتحميل منطقة الدراسة في القسم 4.1.1 أعلاه
- بمجرد استيراد الجدول إلى نصك المبرمج، يجب عليك تغيير الاسم إلى "Sites"



4.2.2 الطريقة 2: الرسم بأداة الشكل الهندسي Draw with the Geometry Tool

وهذه طريقة أخرى بديلة بحيث يمكن رسم أماكن المواقع يدوياً باستخدام أداة الهندسة **Geometry tool** الموجودة في الزاوية اليسرى العليا من لوحة خريطة GEE.

- استخدم أداة الشكل الهندسي Geometry tool لوضع نقطة Point عند كل موقع أثري تود تحليله
- عندما يتم وضع نقطة على كل موقع، قم بتمرير الفأرة فوق مربع "Geometry Imports" وافتح أداة التهيئة من خلال النقر على أيقونة الترس ⚙️
- قم بتغيير الاسم إلى "Sites" وقم بتغيير النوع ضمن Import إلى "Feature Collection"
- انقر فوق "OK"، وستظهر مواقعك في الجزء العلوي من النص المبرمج ضمن Imports الخاصة بك



ملاحظات هامة لكلا الطريقتين:

- يجب عليك تصنيف المواقع ووسمها كـ "Sites" حيث يتم استخدام هذه التسمية في كود JavaScript EAMENA MLACD لتنفيذ مهام أخرى.

4.3 تحديد عينات التدريب Defining the training samples

يعمل نص MLACD البرمجي عن طريق إنشاء سلسلة من خرائط تصنيفات الأراضي لمنطقة الاهتمام والفترة الزمنية التي يحددها المستخدم.

- ليتسنى لك إنشاء خرائط تصنيف سطح الأرض، يجب أولاً "تدريب train" النص البرمجي للتعرف على أنواع غطاء سطح الأرض المختلفة التي نريد تحديدها، على سبيل المثال، النباتات والأرض الجرداء ومناطق العمران، وما إلى ذلك عن طريق إنشاء عينات التدريب Training Samples.
- ستكون كل عينة تدريب (TS) موقعاً ممثلاً لميزات نوع غطاء سطح الأرض الذي يمكن تحديده من صورة القمر الاصطناعي (على سبيل المثال، مناطق العمران والغطاء النباتي، وما إلى ذلك).

لإنشاء عينات التدريب الخاصة بنا في محرر الكود Code Editor، انتقل إلى القسم 1: **Defining Variables and Inputs**، ثم قم بالتمرير لأسفل إلى القسم المسمى **Define Training Samples and Classification Variables**

- يمكن إنشاء نماذج التدريب كأشكال متعددة المضلع polygons أو نقاط points
 - يوصى هنا باستخدام الأشكال متعددة المضلع Polygons لأنها طريقة أسرع لجمع عدد كبير من العينات لكل نوع من أنواع غطاء سطح الأرض.
 - نستخدم نهج أخذ العينات الطبقي العشوائية لإنشاء نقاط العينة من مجموعة عينة التدريب من الأشكال متعددة المضلع التي وضعها المستخدم.

4.3.1 تحضير المتغيرات في النص البرمجي Prepare the variables in the script

الخطوة الأولى فيما يخص منطقتك هي أن تقرر عدد أنواع غطاء سطح الأرض المختلفة الموجودة هناك التي تريد تحديدها.

- ستري في مثال بني وليد أننا قد حددنا 5 أنواع.
 - مُنحت عينات التدريب اسم شمولي (TS) على سبيل المثال، عينة التدريب الأولى عن جمع البيانات لنوع غطاء سطح الأرض الأول هو TS1 = BareSoil (أرض جرداء = TS1).
 - يتم تعريف كل فئة على أنها متغير variable، وذلك بكتابة "var" أمامها حتى لا يتطلب الأمر أي تعديل بعد تنفيذ المرحلة الأولى من المعالجة.
 - يمكنك حذف متغير لإنشاء عدد أنواع أقل، أو إضافة متغيرات إضافية لإضافة المزيد من الأنواع لغطاء الأرض
- يجب أيضاً إعطاء كل نوع تسمية تريد ظهورها في المخرجات التي سيقدمها لاحقاً النص المبرمج.
 - يتم أيضاً تعريف كل تسمية أعلى أنها متغير، مع العلامة النوعية (C)، بحيث يتم تعريف التسمية الخاصة بعينة التدريب 1 على أنها C1 = bareSoil.

```

////////////////////////////////////
//***** Define Training Samples & Classification Variables
var TS1 = BareSoil; var TS2 = Mountain; var TS3 = Quarry; var TS4 = Urban; var TS5 = Vegetation;
// Assign each class with a variable that can be used as a representing label in the rest of the script
var C1 = 'bareSoil'; var C2 = 'mountain'; var C3 = 'quarry'; var C4 = 'urban'; var C5 = 'vegetation';

```

ملاحظة هامة: تأكد من تحديد الأنواع الخاصة بك وفق الترتيب الأبجدي في اللغة الإنجليزية لأنه في وقت لاحق حيث يكون ذلك ضرورياً، سيقوم النص البرمجي بإنشاء رسوم بيانية.

ملاحظة هامة: تأكد من أن لديك نفس رقم عدد متغيرات مع TS و C وأنهما بالترتيب نفسه.

4.3.2 تحديد مصفوفات النوع وقيم النوع Define the Class Array and Class Values

لتعمل الوظائف المختلفة لاحقاً في النص المبرمج بشكل صحيح، يجب علينا أيضاً تحديد ما يسمى بمصفوفة النوع Class Array وقيم النوع Class Value التي توجد في الأسطر التالية الجديدة الظاهرة أسفل النص البرمجي.

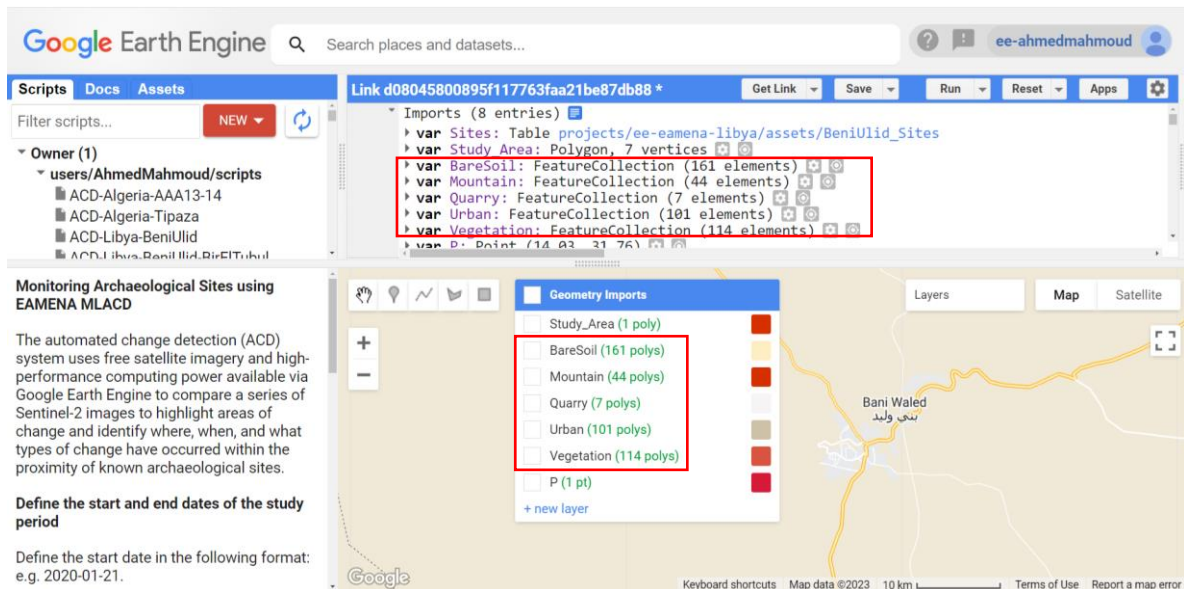
- قم بتحديد مصفوفة النوع Class Array التي تحتوي على أسماء المتغيرات عن طريق إضافة كل نوع Class من المتغيرات (C) التي قمت بتحديدتها في القسم السابق إلى القائمة الموجودة داخل الأقواس المربعة حيث مكتوب **var classArray** كما في المثال أدناه.

```
// Define the classes array by adding all the classes variables as an element of the classArray
var classArray = [C1,C2,C3,C4,C5];
```

4.3.3 جمع عينات التدريب Collecting Training Samples

سنتعلم في هذا القسم كيفية جمع عينات التدريب بواسطة رسم الأشكال متعددة الأضلاع polygons باستخدام أداة GEE Geometry Tool.

- لكي يعمل النص المبرمج، يجب أن تكون هناك طبقة واحدة لكل نوع غطاء أرضي ترغب في تحديده، وسيكون لكل منها عدة أشكال متعددة الأضلاع.
- في مثال بني وليد، كما تمت مناقشته في القسم السابق، قمنا بتحديد 5 أنواع، وبالتالي، يمكنك أن ترى أن هناك خمس طبقات من عينات التدريب، تحمل الأسماء نفسها كما حددت أعلاه، على سبيل المثال: TS1 = BareSoil.



إذا قمت بتشغيل كل طبقة من طبقات عينة التدريب الواحدة تلو الأخرى، فسترى أن كل طبقة تتكون من عدة أشكال متعددة الأضلاع موزعة عبر منطقة الدراسة.

- كل شكل متعدد الأضلاع يحيط بمنطقة النوع الذي يمثله ويحددها
- ولذلك، على سبيل المثال: يوجد في طبقة الغطاء النباتي 114 شكلاً متعدد الأضلاع، كل منها يحيط بمساحة نباتية "لتعليم" النص البرمجي كيف يبدو الغطاء النباتي.

إذا كنت ترغب في التقصي عن منطقة دراسة مختلفة، فستحتاج إلى حذف طبقات عينات التدريب الموجودة وإنشاء طبقات أخرى جديدة في منطقة الدراسة الجديدة الخاصة بك لتدريب النص البرمجي على كيفية التحديد والتعرف في منطقة الدراسة الجديدة. يمكنك القيام بذلك بطرق مختلفة موضحة أدناه.

4.3.3.1 جمع عينات التدريب باستخدام أداة الشكل الهندسي Geometry Tool في GEE

هذه هي الطريقة التي تم استخدامها لإنشاء عينات التدريب لمثال بني وليد.

لإنشاء طبقة عينة تدريب جديدة new Training Sample layer:

- قم بتمرير الفأرة فوق مربع الشكل الهندسي وانقر فوق "+ new layer"
- قم بتمرير الفأرة فوق الطبقة الهندسية الجديدة وانقر على أيقونة الترس ⚙️ لتعديل خصائص الطبقة "Edit layer properties".
- أعد تسمية الاسم إلى النوع Class الذي تريد تحديده.
 - يجب أن يكون هذا مطابقاً للطريقة التي حددت بها متغير عينة التدريب TS في القسم السابق، على سبيل المثال: إذا كان $TS1 = BareSoil$ ، فيجب تسمية طبقتك أيضاً باسم "BareSoil" أرض جرداء.
 - سوف تحتاج إلى إنشاء طبقة منفصلة لكل نوع Class.
- ضمن استيراد ك Import as اختر "FeatureCollection"، لأن طبقتك ستحتوي على ميزات أو ظواهر متعددة
- انقر على +Property
 - قم بتعيين الخاصية على "landcover" بأحرف صغيرة حيث سيتم استخدام هذا الاسم النصي لاحقاً في النص البرمجي لتنفيذ بعض المعالجات الأخرى.
 - قم بتعيين قيمة النوع Class Value ليتوافق مع تلك المحددة في القسم السابق. ينبغي أن يكون هذا رقم TS ناقص 1 (TS number minus 1).
- وعليه، ما يخص عينة التدريب 1 تساوي صفر $TS1 Value = 0$ ؛ وما يخص العينة 2 تكون 1 $TS2 Value = 1$ ؛ وما تليها (الثالثة) $TS3 Value = 2$ إلخ...
- تذكير – يجب أن يتم ضبط أنواعك حسب الترتيب الأبجدي في اللغة الإنجليزية.
- اختر لكل نوع لوناً مختلفاً
- انقر فوق OK



بمجرد إنشاء الطبقة الخاصة بك، يمكنك البدء في رسم الأشكال متعددة الأضلاع.

- لا توجد قاعدة محددة لعدد الأشكال متعددة الأضلاع التي تحتاجها - يعتمد ذلك على حجم منطقة الدراسة الخاصة بك، ومقدار منطقة الدراسة التي تعتقد أنها يمكن تصنيفها على أنها لهذا النوع.
 - على سبيل المثال: يمكنك أن ترى في مثال بني وليد أن محجر النوع 3 - 3 Class 3 Quarry له فقط 7 أشكال متعددة الأضلاع، بينما يحتوي محجر النوع 1 - 1 Class 3 Quarry على 161 شكلاً متعدد الأضلاع.

فيما يلي بعض النصائح لرسم الأشكال متعددة الأضلاع الخاصة بك:

- الهدف هو العثور على أشكال متعددة الأضلاع وإنشائها حول عدة أمثلة تمثل النوع الذي حددته.
- يمكن أن تكون الأشكال المضلعة بأحجام مختلفة. لا ينبغي أن تكون كبيرة للغاية، لأنك تريد التأكد من أن كل بكسل داخل المضلع الذي ترسمه ينتمي إلى النوع الذي تحاول تحديده.
- قم بتوزيع الأشكال المضلعة الخاصة بك على منطقة دراستك لضمان التمثيل الجيد لعينة التدريب.



مثال لعينات تدريبية تم جمعها لمناطق الغطاء النباتي تمثل الطبقة النباتية بمنطقة تيبازة بالجزائر.

4.3.3.2 جمع عينات التدريب باستخدام Google Earth Pro

هناك طريقة مختلفة لجمع عينات التدريب الخاصة بك من خلال رسم أشكال متعددة الأضلاع في Google Earth Pro باستخدام صور مؤرشفة عالية الدقة التي يجب أن تعمل على تحسين دقة نتائج التصنيف.

- احفظ أشكال المضلعات الخاصة بنوع واحدة في مجلد وقم بتصدير المجلد كملف kml.
- قم باستيراد ملف kml إلى QGIS ثم أعد تصديره كملف في صورة shapefile.
- إذا قمت بجمع عينات التدريب باستخدام Google Earth Pro، فسيتم تعيين عليك أولاً استيراد مجموعة بيانات كل نوع إلى QGIS وإنشاء حقل جديد يحتوي على اسم نوع الغطاء الأرضي للنوع، والذي يجب أن يسمى "الغطاء الأرضي".
- **landcover** ويجب عليك أن تضيف لكل ميزة تسمية نوع الغطاء الأرضي (تربة جرداء BareSoil، غطاء نباتي Vegetation، عمران Urban، إلخ...)، ويجب عليك أيضاً إنشاء حقل آخر وتسميته "القيمة Value" وتحديد قيمة النوع لكل ميزة (على سبيل المثال، 0، 1، 2، 3، 4...) على سبيل المثال قيمة النوع BareSoil هي "0".
- قم بتحميل ملف شكل shapefile عينات التدريب الخاصة بك إلى GEE Assets الخاص بك باستخدام الطريقة نفسها الموضحة في القسم 4.2.1
- قم باستيراد ملف الشكل shapefile الخاص بك إلى النص البرمجي وأعد تسمية الجدول باسم TS، على سبيل المثال. أرض جرداء BareSoil، نباتات Vegetation، وما إلى ذلك.
- يجب أن يتطابق الاسم تمامًا مع كيفية تعريفه في القسم 4.3.1
- كرر ذلك لكل نوع على حدة
- ** إذا قمت باستيراد عينات التدريب الخاصة بك بهذه الطريقة، فلن تظهر على الخريطة كطبقة هندسية مرئية، ولكن لا تقلق، ستظل تعمل!

4.3.3.3 الجمع الميداني لعينات التدريب *Collecting Training samples on the ground*

الطريقة الثالثة هي جمع عينات التدريب لكل نوع من الميزات أو الظواهر على الأرض باستخدام تقنيات مسح الأراضي مثل أنظمة الملاحة العالمية التفاضلية (DGNSS) أو نظام تحديد المواقع العالمي (GPS).

- اجمع النقاط أو الأشكال المضلعة التي تمثل كل نوع والتي تريد تعريفها على أرض الواقع باستخدام التقنية التي تفضلها.
- قم بتصدير الميزات الخاصة بكل فئة كملف شكل shapefile واتبع الإرشادات الموجودة في القسم السابق لتحميلها إلى GEE والنص البرمجي الخاص بك.

4.3.4 دمج عينات التدريب *Merging the Training Samples*

بعد قيامك بجمع كل عينات التدريب لأنواع الميزات الخاصة بك، تحتاج إلى دمج جميع مجموعات بيانات عينات التدريب لإنشاء طبقة واحدة لها عن طريق استخدام وظيفة الدمج.

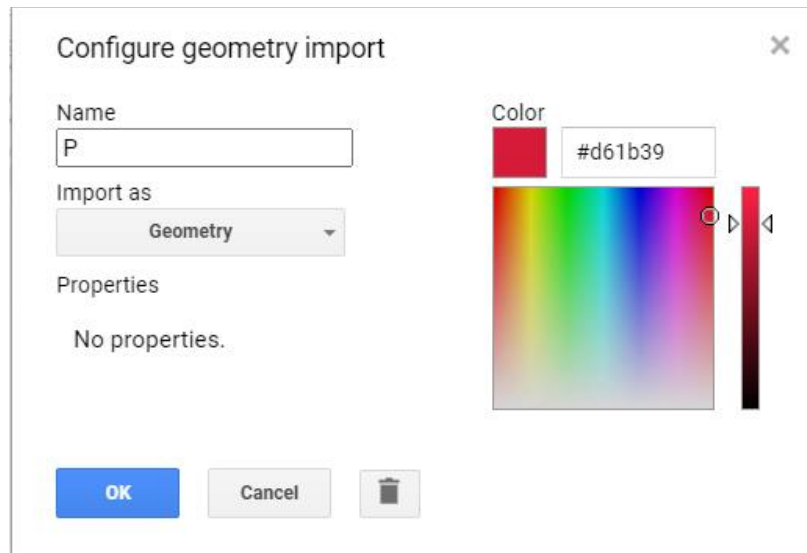
```
// Merge the training samples into one feature collection
var training_samplesFC = TS1.merge(TS2).merge(TS3).merge(TS4).merge(TS5);
```

- إذا قمت بتغيير عدد الأنواع ما عليك سوى تغيير هذا السطر في الكود.
 - يستخدم مثال بني ولبيد 5 أنواع، أما إذا كان لديك عدد أنواع أقل، قم بتحرير سطر الكود للمطابقة.
 - على سبيل المثال: لأربعة (4) أنواع:
- ```
var training_samplesFC = TS1.merge(TS2).merge(TS3).merge(TS4);
```
- على سبيل المثال: لستة (6) أنواع:
- ```
var training_samplesFC = TS1.merge(TS2).merge(TS3).merge(TS4).merge(TS5).merge(TS6);
```

4.4 تحديد موقع الاهتمام *Define location of Interest (P)*

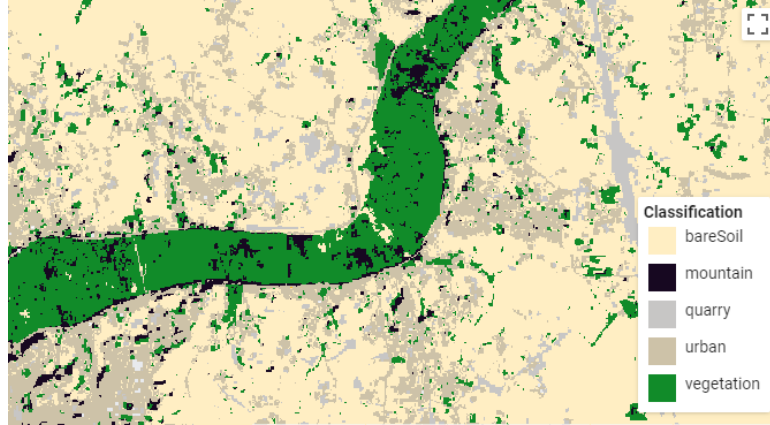
تتيح EAMENA MLACD للمستخدم تحديد موقع معين محل اهتمام بغية الحصول على مزيد من النتائج التفصيلية حول حالته.

- يجب عليك إنشاء طبقة هندسية جديدة باستخدام أداة الهندسة "P".
- استخدم أدوات الرسم الهندسي لرسم نقطة واحدة أو مضلع على حدود الموقع محل الاهتمام.
- يجب أن تحتوي هذه الطبقة على ميزة هندسية واحدة من نوع "هندسة Geometry".



4.5 معايير التصور: عرض اللون Visualisation Parameters: Colour Display

هدفنا هو جعل تصنيفات أنواع غطاء سطح الأرض تبدو كما هو موضح أدناه، بحيث يظهر كل نوع بلون مختلف. وللقيام بذلك، نحتاج إلى اختيار تصور الألوان لكل نوع وتعيينها في الأسطر التالية من النص البرمجي.



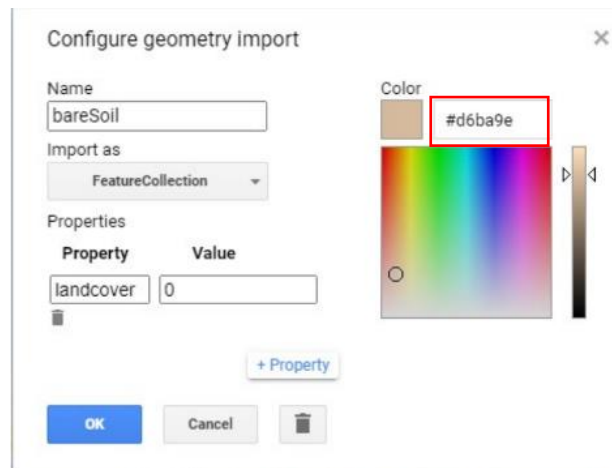
ابحث عن الأسطر التالية في القسم 1 من النص البرمجي ضمن "Define Training Samples & Classification Variables"

```
// Define the color palette for each class
```

```
var classesPalette = ['#ffec3', '#170821', '#c7c6c5', '#cdc2a8', '#118b29'];
```

يتم تحديد اللون لكل نوع داخل فاصلتين علويتين ' ' بالترتيب نفسه كما هو محدد في الأقسام السابقة، من النوع 1 إلى النوع 5.

- يمثل كل رمز (كود) في المثال أعلاه لونًا تم تحديده مسبقًا لمثال بني وليد
 - لمزيد من المعلومات والأمثلة، أنظر: https://en.wikipedia.org/wiki/Web_colors
- يمكنك أيضًا نسخ رمز (كود) اسم اللون من أداة الشكل الهندسي لكل طبقة عينة تدريب Training Sample Layer قمت بإنشائها.
- أضف إذا لزم الأمر المزيد من الألوان مفصولة بفاصلة، اعتمادًا على عدد الأنواع التي لديك.



عندما تقوم بتعيين الألوان الخاصة بك، انتقل إلى الأسطر التالية من الكود.

4.6 Visualisation Parameters: Spectral Analysis and Bands

كما تعلمت سابقاً، تتكون صور Sentinel-2 من عدة حزم طيفية مختلفة. في هذا القسم، سيقوم النص البرمجي بإجراء تحليل طيفي لمساعدتنا في أخذ قرار ما إذا كنا سنضيف أو نزيل أي حزم طيفية قد تؤدي إلى تقديم تصنيفات خاطئة.

سيتم استخدام الميزة الأولى في كل مجموعة بيانات تدريبية كعينة لتمثيل كل نوع واستخدامها في التحليل الطيفي.

- يتم تعيين ألوان الصور بشكل تلقائي بناءً على لون عينات التدريب المحددة في "لوحة الأنواع classesPalette"، بحيث يتم استخدام ألوان الصور نفسها المستخدمة في خريطة التصنيف لمخرجات الرسم البياني.
- في مثال بني وليد، تم فعلياً تحديد هذه الأمور.

في السطر التالي، ستري أين يمكننا إضافة النطاقات bands أو إزالتها.

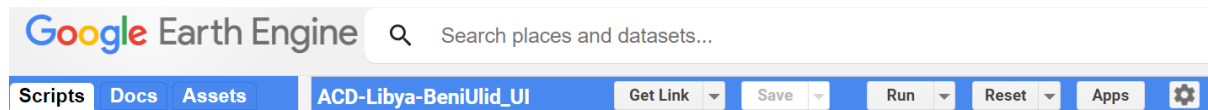
- وللقيام بذلك، نحتاج إلى تشغيل النص البرمجي للحصول على نتائج التحليل الطيفي.
- في الوقت الحالي، لا نغير أي شيء، لكننا سنعود إلى هذا في خطوة لاحقة إذا أردنا محاولة تحسين التحليل وتقليل مقدار سوء التصنيف.

```
// Define which bands will be used in the classification process based on
// the spectral reflectance of each land feature class to limit image missclassification
var bands = ['B2', 'B3', 'B4', 'B5', 'B7', 'B8A', 'B9', 'B11', 'B12', 'ndvi', 'ndwi'];
```

5 تشغيل الكشف التلقائي للتغيير في المواقع الأثرية Run the ACD

يمكنك تشغيل MLACD فور قيامك بتعيين كافة المتغيرات الخاصة بك.

اضغط على الزر "Run" من لوحة محرر الكود الرئيسية.



ستظهر واجهة المستخدم user interface على الجانب الأيسر من الخريطة حيث يتوجب عليك تحديد تاريخ بداية الفترة الزمنية للدراسة ونهايته، بالإضافة - إذا لزم الأمر - إلى قيمة المنطقة المحيطة buffer بالمواقع الأثرية.

5.1.1 تحديد تاريخ بداية تتبع التغيير في منطقة الدراسة ونهايته

Defining the start and end dates of the period under study

حدد تاريخ البدء والانتها لفترة الدراسة التي تهتمك حسب التنسيق التالي: Year-Month-Day, e.g. 2020-01-21 سنة-شهر-يوم

ملاحظة هامة: تم تطوير ACD لمعالجة صور Sentinel-2 Level-2A المنسقة والمصححة جويًا، بحيث لا يمكن أن تتم عملية التتبع حول منطقة الدراسة إلا على مدى توفرها.

5.1.2 تحديد المنطقة المحيطة بالمواقع Define a buffer for the sites

حدد المسافة حول كل موقع تريد إجراء التحليل فيه.

- أدخل المسافة بالأمتار، على سبيل المثال. 50 أو 100.
- لاحظ أن وظيفة المنطقة المحيطة لن تقبل مسافة معدومة، أي 0.
 - إذا كانت مواقعك عبارة عن مضلعات بالفعل ولا تريد محيطاً لها، فيجب عليك تحديد رقم كسر عشري صغير، على سبيل المثال: 0.1.

بمجرد تحديد التواريخ والمحيط حول الموقع، يجب عليك الضغط على زر "Run" الأول في واجهة المستخدم لتنفيذ المرحلة الأولى من المعالجة.

Monitoring Archaeological Sites using EAMENA MLACD

The automated change detection (ACD) system uses free satellite imagery and high-performance computing power available via Google Earth Engine to compare a series of Sentinel-2 images to highlight areas of change and identify where, when, and what types of change have occurred within the proximity of known archaeological sites.

Define the start and end dates of the study period

Define the start date in the following format: e.g. 2020-01-21.

Start: YYYY-MM-DD

Define the end date in the following format: e.g. 2023-12-31.

End: YYYY-MM-DD

Define the feature buffer distance in meters, e.g. 50m. Note that the buffer function will not accept a null distance; 0 meter in that case you must specify a small decimal fraction number e.g. 0.1m.

Buffer in meters

Press the "Run" button to execute the first stage of the processing.

Run

Choose your Image Dates

from the dropdown menu select the first Image date

from the dropdown menu select the second Image date

Press the second "Run" button to execute the second stage of the processing.

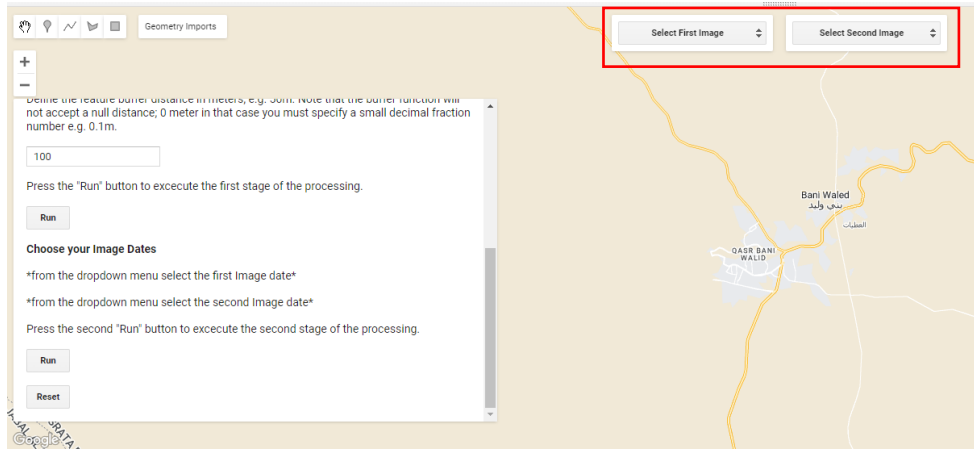
Run

Reset

الشكل 3. واجهة مستخدم EAMENA MLACD

5.1.3 حدد الصورتين الأولى والثانية للمقارنة Select first and second images to be compared
بمجرد تشغيل run المرحلة الأولى، ستظهر قائمتان منسدلتان تتضمن تواريخ الحصول على صور Sentinel-2 بناءً على تاريخي البداية والنهاية اللذين حددتهما في الخطوة السابقة (القسم 5.1.1).

لمراقبة التغيرات بين تاريخين محددين عليك تحديد تاريخ الصورة الأولى وتاريخ الصورة الثانية.



الشكل 4. حدد صورتين اثنتين للمقارنة والكشف عن التغيير.

بمجرد اختيار الصورتين اللتين تريد مقارنتهما لاكتشاف التغيير، يجب عليك النقر فوق الزر الثاني "Run" على واجهة المستخدم ACD تحت "Choose your Image Date" (الشكل 3).

6 المرحلة الثانية: تصنيف الصور وتحليلها Stage 2: Image classification and analysis

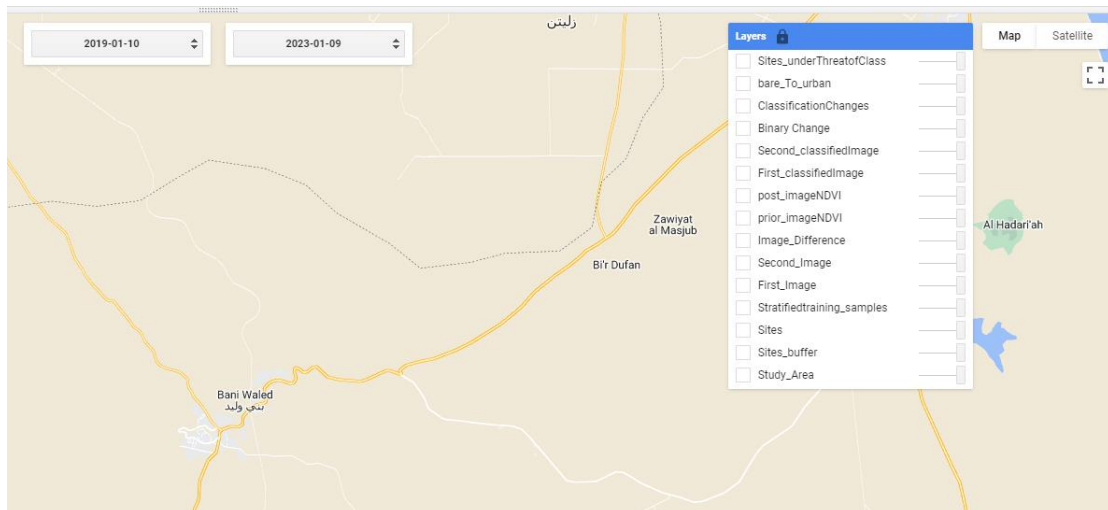
عند قيامك بتشغيل تصنيف الصور وتحليلها سوف تتحصل على العديد من النتائج والمخرجات المختلفة التي تتضمن:

- خرائط تصنيف الأراضي.
- خرائط الكشف عن التغيير.
- تصنيف السلاسل الزمنية.
- إحصائيات عن المواقع الأثرية المعرضة للتهديد والتغيير.

تُعرض هذه النتائج وتُشاهد في علامة تبويب الطبقات Layers وفي Console.

6.1 النتائج في علامة تبويب الطبقات Results in the Layers Tab

يمكنك من علامة تبويب الطبقات في لوحة الخريطة تنشيط وعرض الطبقات المختلفة التي تم إنشاؤها بواسطة النص البرمجي (الشكل 5).

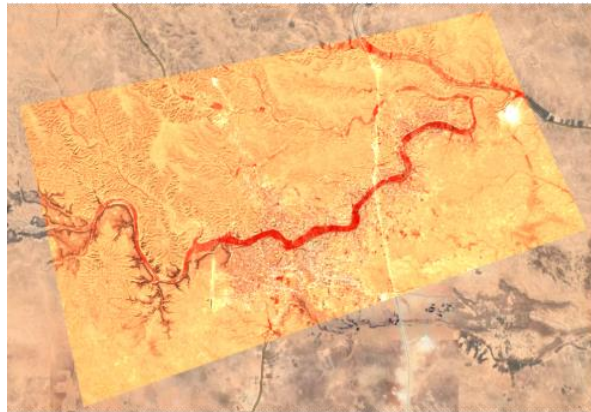


الشكل 5. الطبقات على لوحة الخريطة.

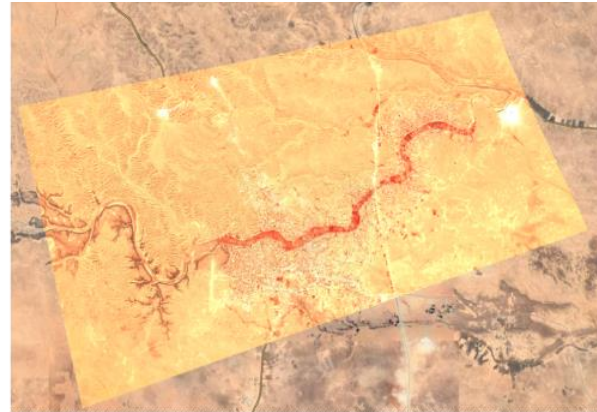
هذه تتضمن:

- صور Sentinel-2 للصورتين اللتين حددتهما في القسم الأخير (الشكل 6).
 - خرائط التصنيف للصورتين اللتين قمت بتحديدهما في القسم الأخير (الشكل 7).
 - خريطة تصنيف الفرق بين الصورتين المحددتين (الشكل 8).
 - خريطة تغيير التصنيف، التي تقوم بتعيين قيمة نوع تغيير جديدة Change Class Value لكل نوع من التغيير من نوع إلى آخر تم تحديدها، على سبيل المثال. التغيير من أرض جرداء BareSoil إلى غطاء نباتي Vegetation (الشكل 9).
- يتم حساب قيم تغيير الأنواع هذه عن طريق تعيين قيمة جديدة لكل مجموعة محتملة من الأنواع، كما هو موضح في الجدول أدناه

Class in Image 1 النوع في الصورة 1	Class in Image 2 النوع في الصورة 2	Change Class Value قيمة تغيير النوع	Change Class Label اسم تغير النوع
C1	C1	1	bareSoil_to_bareSoil أرض جرداء إلى أرض جرداء
C1	C2	2	bare_To_mountain أجرد إلى جبل
C1	C3	3	bare_To_quarry أجرد إلى محجر
C1	C4	4	bare_To_urban أجرد إلى عمران
C1	C5	5	bare_To_vegetation أجرد إلى غطاء نباتي
C2	C1	6	mountain_To_bare جبل إلى أجرد
C2	C2	7	mountain_To_mountain جبل إلى جبل
C2	C3	8	mountain_To_quarry جبل إلى محجر
...

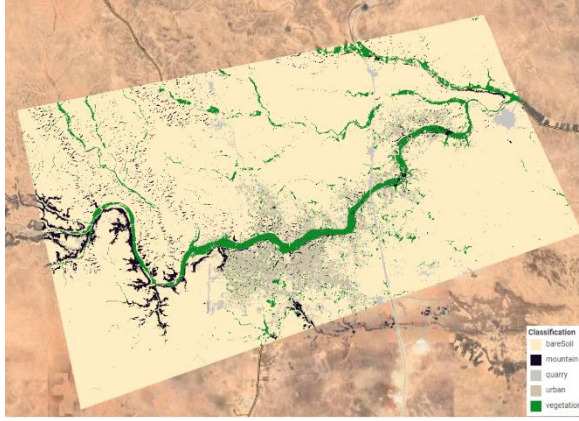


Sentinel-2 Image 10 Sep 2019

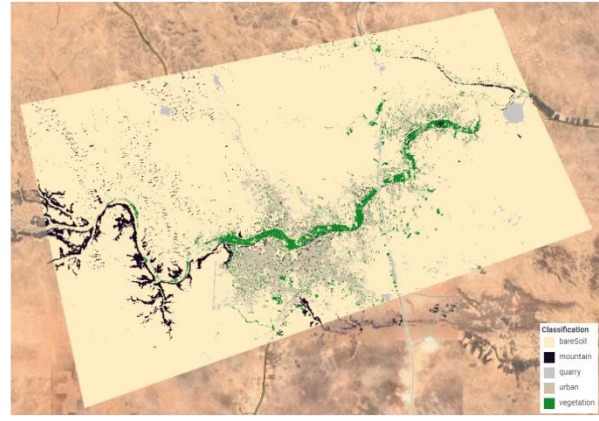


Sentinel-2 Image 09 Sep 2023

الشكل 6. تم تحديد صور Sentinel-2 لاكتشاف التغييرات بينهما – الصورة الأولى First_Image والصورة الثانية Second_Image في لوحة الطبقات Layers. لتصوير كل صورة تم استخدام near infrared band حزمة قريبة من الأشعة تحت الحمراء (B8)، و Green band حزمة اللون الأخضر (B3)، و Blue band حزمة اللون الأزرق (B2)، وهذا ما يفسر ظهور المناطق النباتية باللون الأحمر.



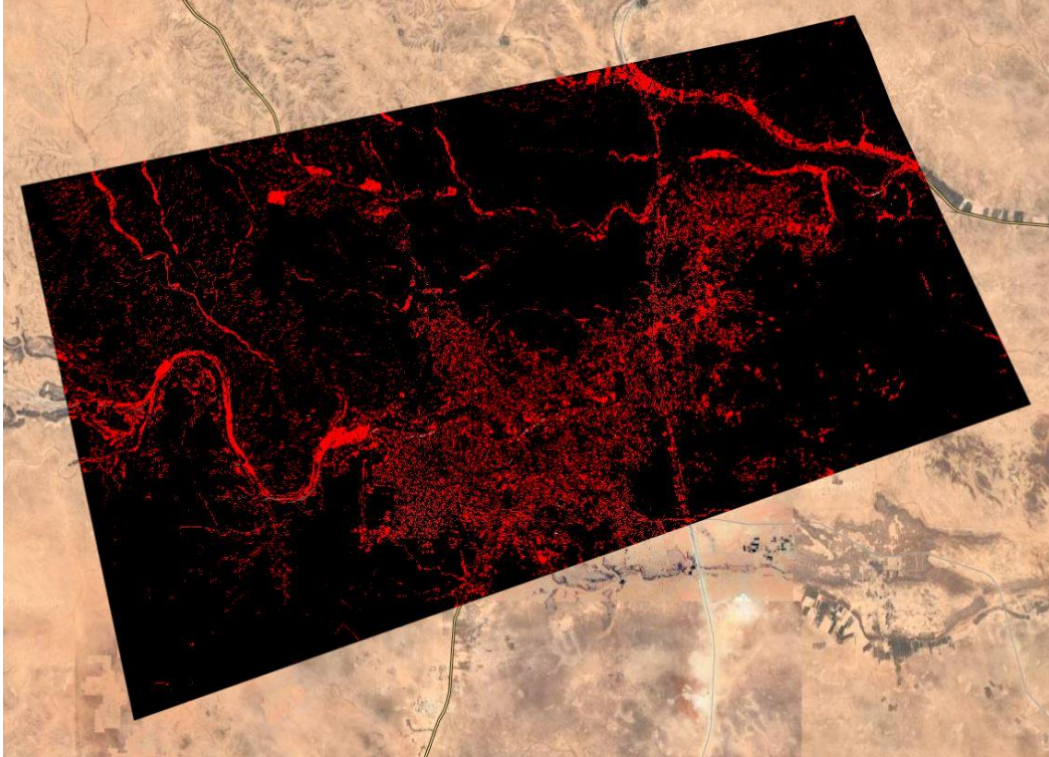
Land Cover Classification Map 10 Sep 2019



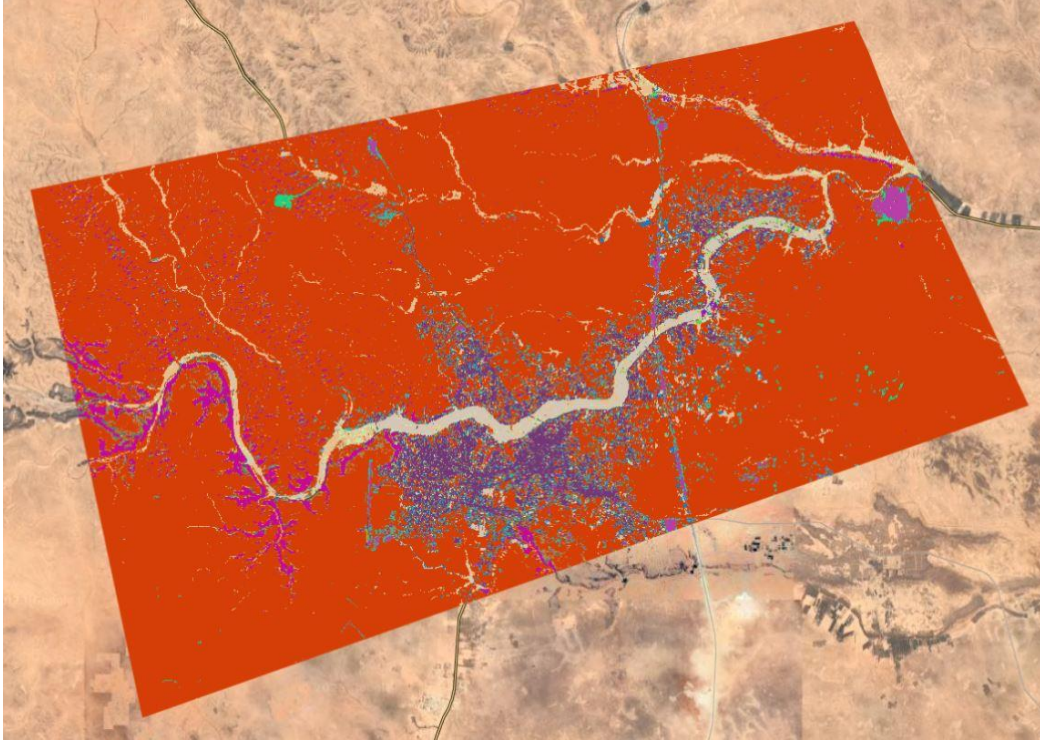
Land Cover Classification Map 09 Sep 2023

الشكل 7. خرائط تصنيف الغطاء الأرضي لتاريخين محددين. (First_classifiedimage, Second_classifiedImage).

- **ملاحظة:** قد ترى فراغات أو فجوات في صورك المصنفة أثناء مرور مجموعة الصور عبر خطوة مرشح التصفية التي تقوم بإزالة أي وحدات بكسل غائمة ومظلمة من الصورة لتقليل أي تصنيف خاطئ.

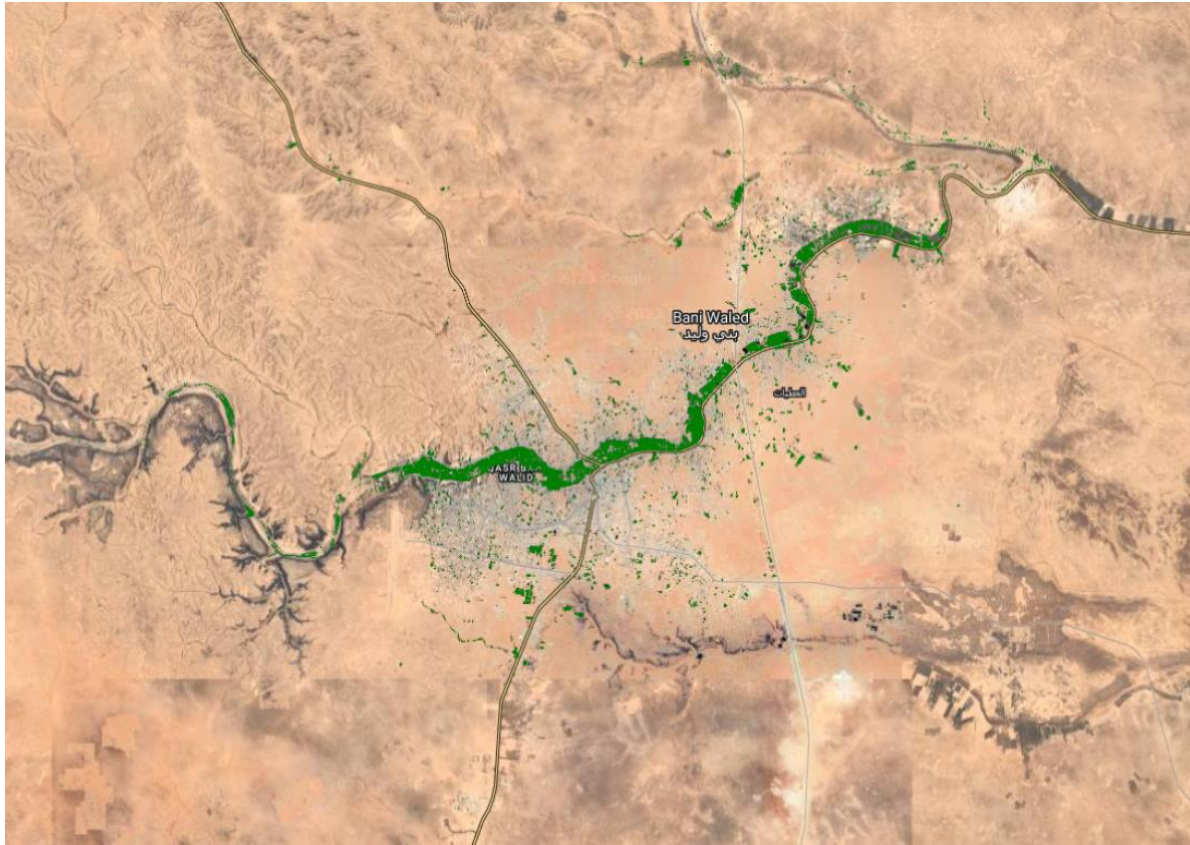


الشكل 8. خريطة التغير الثنائي. يمثل اللون الأسود المناطق التي لم تتغير بقيمة ثنائية لـ (0)، بينما يمثل اللون الأحمر المناطق التي لم تتغير بقيمة (1).



الشكل 9. خريطة تغييرات التصنيف توضح التغييرات في خصائص أو ميزات غطاء الأرض بين الصورتين المحددتين.

سيقوم النص البرمجي أيضًا بإنشاء طبقات نقطية raster layers مختلفة تعزل الأنواع الفردية المختلفة من التغيير أو عدم التغيير. على سبيل المثال: تعرض الصورة أدناه خريطة لتلك المناطق التي تم تصنيفها فقط كنباتات في كلتا الصورتين.



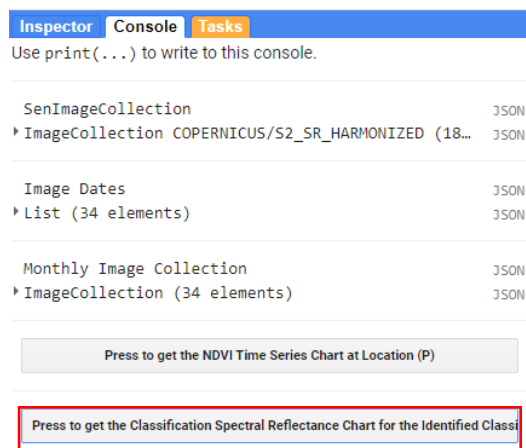
الشكل 10. طبقة نقطية raster layer توضح المناطق التي ظلت كغطاء نباتي بين التاريخين المحددين.

6.1.1 تحسين تصنيف الصور وتقليل التصنيف الخاطئ

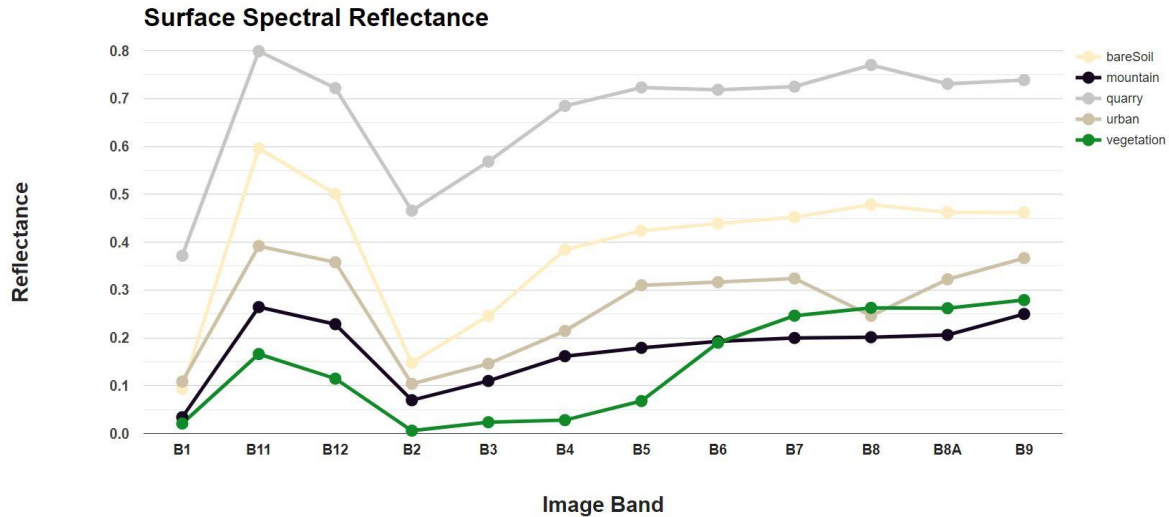
Refining the image classification and reducing misclassification

في هذه المرحلة، إذا كنت قد ترغب في محاولة تحسين تصنيف الصور الخاص بك وتقليل التصنيف الخاطئ، يمكنك العودة إلى الخطوات المشار إليها في القسم 4.5 وإضافة أحزمة bands أو إزالتها من التحليل.

- أسفل Console، اضغط على زر تصنيف الانعكاس الطيفي classification spectral reflectance



- سيؤدي هذا إلى إنشاء رسم بياني يوضح استجابة الانعكاس الطيفي لكل تصنيف ميزة على أطوال موجية مختلفة.
- قم بالتمرير إلى أسفل Console وانقر على زر التوسيع لرؤية الرسم البياني بالحجم الكامل.



الشكل 11. استجابة الانعكاس الطيفي لكل تصنيف مميزة على طول موجة نطاقات أو أحزمة bands مختلفة.

يعد هذا الرسم البياني مهمًا لتحديد واختيار النطاقات أو الأحزمة bands التي يجب أن نستخدمها وتلك التي لا نستخدمها.

- يجب عليك تحديد bands بناءً على هذه الاستجابة، واستبعاد أي نطاقات أو أحزمة تتداخل بين الأنواع للإقلال من التصنيف الخاطئ لنتائجك.
- على سبيل المثال: في المثال أعلاه من دراسة حالة بني وليد، ينبغي استبعاد الأحزمة B1 و B6 و B8 و B9 نظرًا لوجود تداخل في انعكاس بعض الأنواع وقد يؤدي ذلك إلى سوء التصنيف عند إنشاء خرائط تصنيف غطاء الأرض أثناء مرحلة تصنيف الصور.
- إذا رجعت إلى القسم 1 من الكود ووجدت الأسطر أدناه (كما تمت مناقشته في القسم 4.5) يمكنك أن ترى أننا قد قمنا فعليًا من قبل بإزالة هذه الأحزمة.

```
// Define which bands will be used in the classification process based on
// the spectral reflectance of each land feature class to limit image missclassification
var bands = ['B2', 'B3', 'B4', 'B5', 'B7', 'B8A', 'B9', 'B11', 'B12', 'ndvi', 'ndwi'];
```

- إذا قمت بتغيير منطقة الدراسة وتغيير النطاقات أو الأحزمة bands، فستحتاج إلى الرجوع إلى بداية القسم 5 وإعادة تشغيل الكود من الخطوة وما يليها، لإعادة استخراج جميع النتائج

6.2 النتائج في Console - Results on the Console

عند تشغيل النص البرمجي، ستظهر العديد من الأزرار والمعلومات الأخرى في Console.

SenImageCollection تسرد جميع صور Sentinel-2 وخصائصها التي تتداخل مع منطقة الدراسة والفترة الزمنية المحددة.

Image Dates and Monthly Image Collection تقدم تواريخ الصور ومجموعة الصور الشهرية معلومات حول تاريخ الحصول على الصور المستخدمة في التحليل وخصائصها، والتي تم تصفيتها من أجل الجودة وللتأكد من أنها تغطي كامل منطقة الدراسة.

Inspector
Console
Tasks

Use print(...) to write to this console.

```

SenImageCollection
▸ ImageCollection COPENICUS/S2_SR_HARMONIZED (188 elements, 23 b...
Image Dates
▸ List (34 elements)
Monthly Image Collection
▸ ImageCollection (34 elements)

```

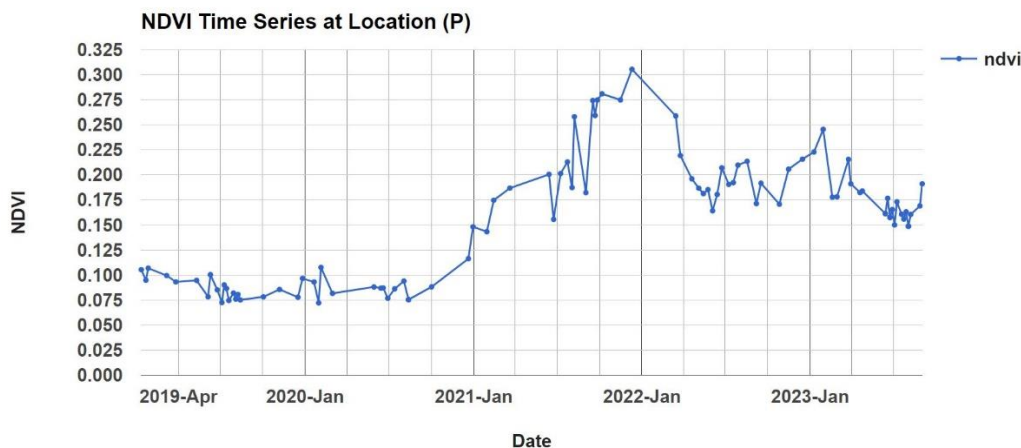
Press to get the NDVI Time Series Chart at Location (P)

Press to get the Classification Spectral Reflectance Chart for the Identified Classification Features

اضغط على زر **NDVI Time Series Chart** للحصول على رسم بياني سلسلة زمنية NDVI للمكان محل الاهتمام (P).

- قم بالتمرير إلى أسفل Console لرؤية الرسم البياني
- انقر على هذا الزر (📄) أعلى يمين كل رسم بياني وسيفتح عرضًا كاملاً للرسم في علامة تبويب منفصلة في Chrome، وهذا سيقدم عرضًا كاملاً للرسم.
- يمكنك النقر على أي من الأزرار الموجودة في الجزء العلوي الأيمن من الرسم لتنزيله بتنسيقات مختلفة؛ CSV أو SVG أو PNG.

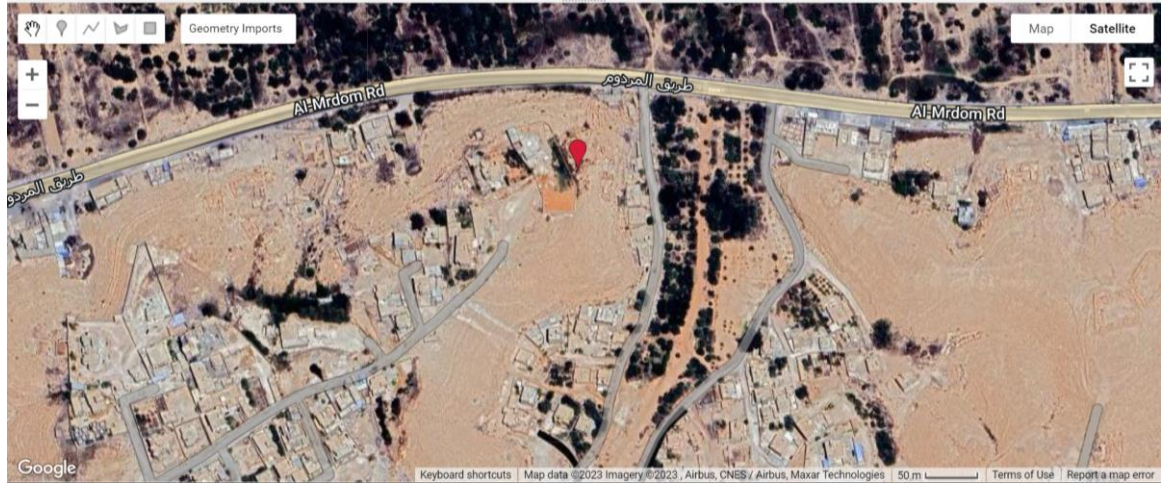
Download CSV Download SVG Download PNG



الشكل 12. السلسلة الزمنية لـ NDVI لموقع EAMENA-0189408 توضح النمو النباتي.

تم تحديد موقع النقطة (P) مسبقًا في مثال بني ولید كشكل هندسي Geometry.

- انقله وأعد تشغيل النص البرمجي للحصول على النتائج لمكان مختلف.
- يمكن أن يكون هذا المكان إما نقطة point أو شكلاً مضلعاً polygon حسب المنطقة محل الاهتمام. ومع ذلك، يجب أن تكون ميزة feature واحدة فقط.



تمت مناقشة رسم بياني الانعكاس الطيفي للتصنيف **Classification Spectral Reflectance Chart** في القسم 6.1.1 أعلاه.

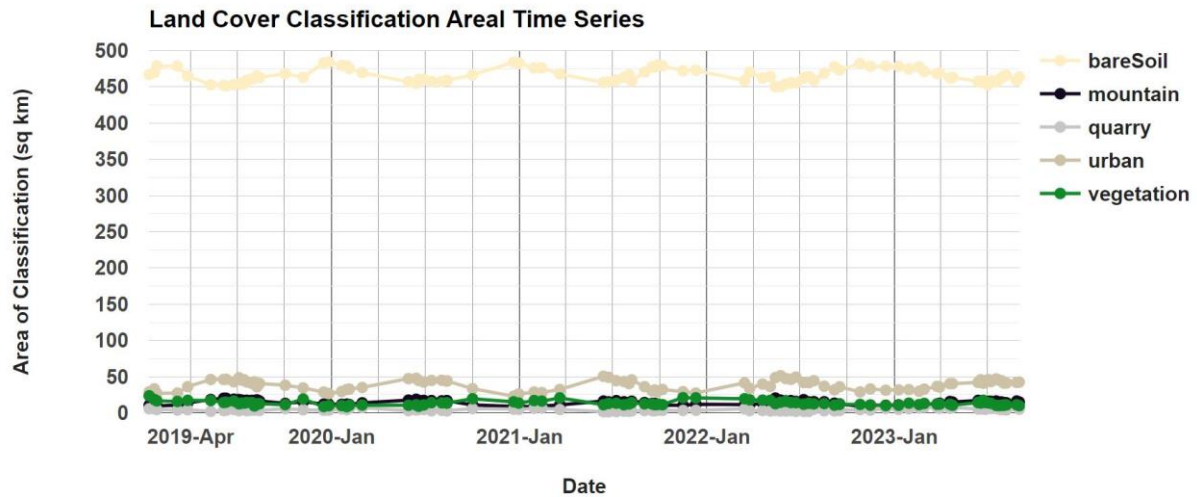
لتقييم وتقدير أداء خوارزمية التصنيف **classification algorithm** الخاضعة للإشراف (i.e. Random Forest)، يتم أيضًا إنشاء العديد من نتائج الدقة على Console للصور الأولى (السابقة) والثانية (اللاحقة) المختارة والمحددة لمتابعة التغيير:

- مصفوفة التشويش والالتباس **confusion matrix** عبارة عن جدول يلخص أداء خوارزمية التصنيف من خلال مقارنة تصنيفاتها المتوقعة بحقيقة ما يوجد فعليًا على أرض الواقع. وهي مؤلفة من أربعة مقاييس رئيسية: الإيجابيات الصحيحة (TP)، والسلبيات الصحيحة (TN)، والإيجابيات الخاطئة (FP)، والسلبيات الخاطئة (FN).
- الدقة وجه العموم **Overall accuracy** هي مقياس لمدى نجاح خوارزمية التصنيف في تحديد جميع الأنواع ضمن مجموعة البيانات بشكل صحيح. ويتم حسابه عن طريق قسمة إجمالي عدد وحدات البكسل المصنفة بشكل صحيح (TP + TN) على إجمالي عدد وحدات البكسل في مجموعة البيانات (TP + TN + FP + FN).
- دقة المستخدم (دقة المستهلك **Consumer accuracy**) التي تقيس احتمالية أن يكون البكسل أو الشيء المصنف كنوع معين بواسطة الخوارزمية ينتمي بالفعل إلى ذلك النوع على أرض الواقع. يتم حسابه كـ $TP / (TP + FP)$ ويُقيم دقة المصنف من وجهة نظر المستخدم.
- دقة المنتج **Producer accuracy** التي تقيّم مدى نجاح خوارزمية التصنيف في تحديد نوع معين بشكل صحيح بالعلاقة مع بالظهور الحقيقي لذلك النوع في بيانات أرض الواقع. يتم حسابه كـ $TP / (TP + FN)$ ويتم تقييم دقة المصنف من وجهة نظر المنتج.

Prior Validation Error Matrix:	JSON
▶ List (5 elements)	JSON
Prior Validation Overall Accuracy:	JSON
0.9372822299651568	
Prior Producer Accuracy:	JSON
▶ List (5 elements)	JSON
Prior Consumer Accuracy:	JSON
▶ List (1 element)	JSON
Post Validation Error Matrix:	JSON
▶ List (5 elements)	JSON
Post Validation Overall Accuracy:	JSON
0.9419795221843004	
Post Producer Accuracy:	JSON
▶ List (5 elements)	JSON
Post Consumer Accuracy:	JSON
▶ List (1 element)	JSON
Press to get the Land Cover Classification Areal Time Series	
https://earthengine.googleapis.com/v1/projects/earthengine-legacy/vide...	JSON
Press to get the Classification Time Series Chart for the Feature of Interest	

اضغط على **Land Cover Classification Areal Time Series** لرؤية رسم بياني يوضح تغيير أنواع غطاء الأرض المختلفة في المنطقة بمرور الزمن.

- يقدم هذا الرسم البياني معلومات إحصائية حول التغيرات في المناطق التي يغطيها كل نوع مع مرور الوقت. وهذا أمر مهم عند قياس توسع مناطق العمران أو المناطق الزراعية في منطقة الدراسة.

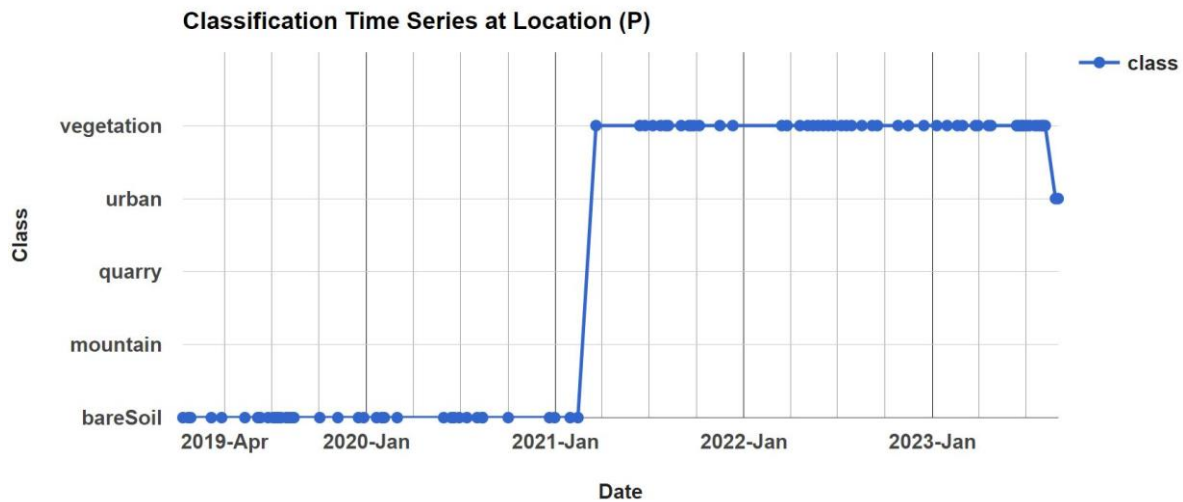


الشكل 13. تصنيف الغطاء الأرضي لبني وليد والسلاسل الزمنية لتغيره.

انقر فوق رابط URL الموجود في Console لفتح خريطة gif متحركة تعرض جميع الصور المصنفة للتغيرات التي شهدها منطقة الدراسة بمرور الوقت:

<https://earthengine.googleapis.com/v1/projects/ee-ahmedmahmoud/videoThumbnails/99120ed9162b0e2115a397728e638e63-6f61b5deddfb02150b5a45336a47e625:getPixels>.

اضغط على **Classification Time Series Chart for the Feature of Interest** لتنسخ في Console رسمًا بيانيًا يوضح السلسلة الزمنية للتصنيف لموقع أو ظاهرة عند نقطة (P) (تمت مناقشته أعلاه) مع تحديد نوع غطاء الأرض لتلك النقطة وأي تغييرات حدثت بمرور الزمن.



الشكل 14. التصنيف الزمني التسلسلي للتغير في الموقع (EAMENA-0189408) حيث تم بواسطة EAMENA ACD اكتشاف توسع لغطاء نباتي (على الأرجح أنه غير مقصود) من مزرعة مجاورة.

يمكننا في المثال أعلاه أن نرى أنه في وقت ما بعد يناير 2021، تغير التصنيف في الموقع (P) من أرض جرداء bareSoil إلى نباتي Vegetation.

يمكنك أيضًا عرض النتائج الإحصائية للطبقات التي تم إنشاؤها باستخدام "Inspector tool" والنقر على الخريطة في الموقع (P) لفحص قيم الطبقات في الموقع المختار.

على سبيل المثال: نتائج الرسم البياني السابق كما يلي:

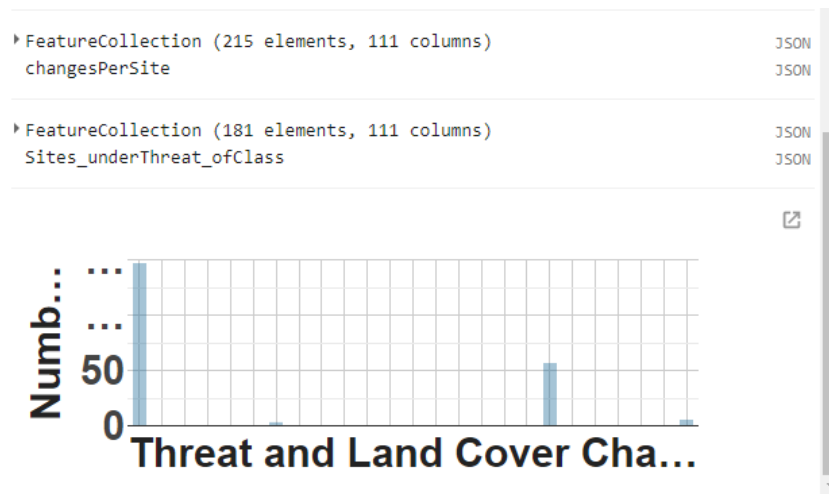
```

▼prior_classifiedImage: Image (1 band)
  classification: 0 ← Classification in First image: 0 = Bare Soil
▼post_classifiedImage: Image (1 band)
  classification: 4 ← Classification in Second image: 4 = Vegetation
▼Img_classification_diff: Image (1 band)
  classification: 1 ← Difference Value: 1 = Change detected
▼ClassificationChanges: Image (1 band)
  classification_sum: 5 ← Change Classification Value: 5 = FromBareSoil to Vegetation

```

7 المرحلة 3: تحديد التهديدات للمواقع الأثرية Stage 3: Identification of threats on archaeological sites

تتعلق النتائج التالية في Console بالمعلومات الإحصائية حول تغييرات البكسل في كل موقع. حساب التغيير هذا نتيجة طبقة تغيير التصنيف التي تغطي داخل محيط كل موقع.



سترى ضمن **Feature Collection: changesPerSite**، قائمة بكل موقع تم تحليله.

- ستجد لكل موقع، ضمن الخصائص، رسمًا بيانيًا يوضح لك التغييرات التي تم اكتشافها داخل محيط الموقع الأثري المحدد، وعدد مرات تحديد هذا التغيير داخل محيط المنطقة، مقاسًا بعدد البكسل.
- بالإضافة إلى ذلك، سيتم تحديد التغيير أو التهديد الأكثر شيوعًا داخل محيط الموقع من خلال حساب "mode"

Inspector Console Tasks

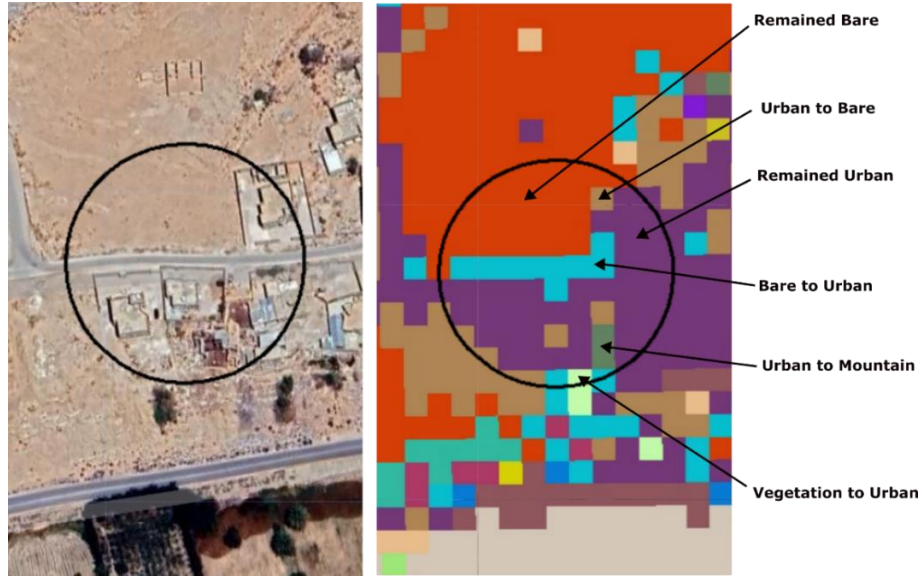
▼ FeatureCollection (215 elements, 111 columns) JSON

type: FeatureCollection
columns: Object (111 properties)
features: List (215 elements)
0: Feature 000000000000000000000000d (Polyg...)
1: Feature 000000000000000000000001d (Polyg...)
type: Feature
id: 000000000000000000000001d
geometry: Polygon, 24 vertices
properties: Object (110 properties)
2: Feature 000000000000000000000001e (Polyg...)
3: Feature 000000000000000000000001f (Polyg...)
4: Feature 0000000000000000000000020 (Polyg...)
5: Feature 0000000000000000000000021 (Polyg...)
6: Feature 0000000000000000000000022 (Polyg...)
7: Feature 0000000000000000000000023 (Polyg...)
8: Feature 0000000000000000000000024 (Polyg...)
9: Feature 0000000000000000000000025 (Polyg...)
10: Feature 0000000000000000000000026 (Polyg...)

▼ histogram: Object (6 properties)

Remained Bare ← 1: 27.098039215686278
Urban to Bare ← 16: 6.03921568627451
Urban to Mountain ← 17: 1.9764705882352942
Remained Urban ← 19: 40.60392156862745 ← Number of Pixels
Vegetation to Urban ← 24: 1.1176470588235294
Bare to Urban ← 4: 10.79607843137255

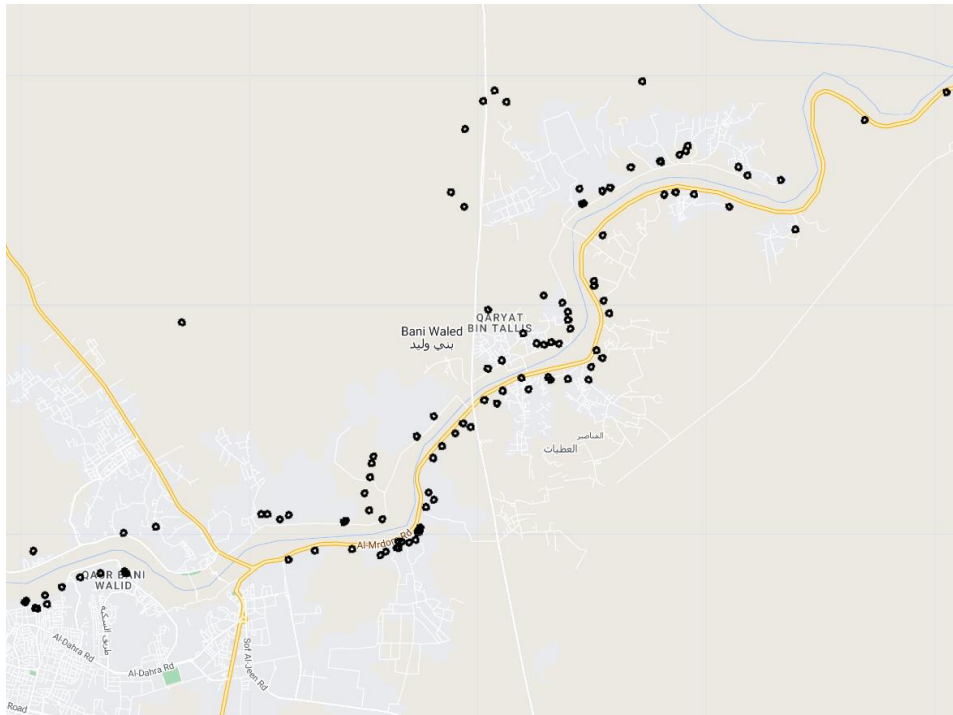
layer: BeniUlid-Points
list: List (107 elements)
mode: 19 ← Dominant Change or Threat



الشكل 15. تغيير خريطة التصنيف في الموقع الأثري EAMENA-0087287 في بني وليد.

يمكننا التعرف على المواقع الأثرية المعرضة للتهديد من خلال تغيير معين.

- تم ضبط نص بني وليد البرمجي تلقائيًا لينظر إلى نوع التغيير 4، وهو التغيير من نوع الأرض الجرداء إلى طبقة العمران (أي bare_to_urban).
- انقر فوق **FeatureCollection: Sites_underThreat_ofClassChange** لرؤية قائمة لجميع المواقع التي تم العثور فيها على بكسل واحد من Change Class 4 داخل المنطقة المحيطة بالموقع.
- سيتم أيضًا إنشاء طبقة خريطة تعرض أماكن جميع المواقع ذات نوع التغيير المحددة (bare_to_urban, 4) باسم **"Sites_underThreat_ofClassChange"**
- يمكنك استخدام هذه الطبقة لتستعرض أماكن المواقع وإجراء المزيد من التحليل على أرض الواقع.



الشكل 16. المواقع الأثرية ذات قيم البكسل التي تغيرت من نوع التربة الجرداء bare soil إلى الطبقة العمرانية urban مع قيمة تغيير التصنيف (4).

للحصول على نتائج تغيير نوع مختلف، يجب عليك إجراء تعديلًا واحدًا يدويًا على النص البرمجي الرئيسي.

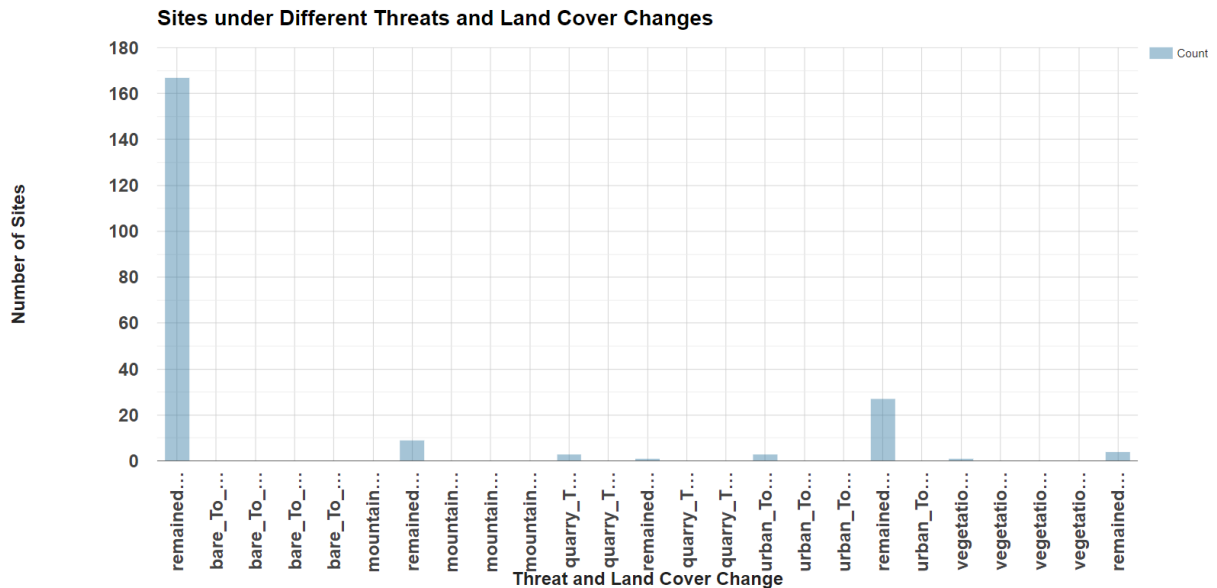
- انتقل إلى القسم 9 حيث يمكنك تحديد قيمة تصنيف التغيير لتنقيح قائمة المواقع الأثرية الخاصة بك وتصنيفها وتحديد المواقع التي تحتوي على بكسل واحد على الأقل مع تغيير النوع المحدد فقط.
- قم بتغيير قيمة تصنيف التغيير وأعد تشغيل run النص البرمجي لتحديد المواقع التي تم التعرف فيها على هذا النوع الجديد من التغيير.

```

//***** Section 9 - Compute the statistics of the classification changes results; mainly
//***** and the frequency weight for each class change in the area of site of interest *
//*****
var changesPerSite = changes.reduceRegions({
  collection: Sites_buffer,
  reducer: (ee.Reducer.mode({maxRow:9999})
    .combine({
      reducer2: ee.Reducer.toList(),
      sharedInputs: true})
    .combine({
      reducer2: ee.Reducer.frequencyHistogram(),
      sharedInputs: true
    })),
  scale: 10,
});
print(changesPerSite, 'changesPerSite');
// Specify the class value to select sites with a particular threat or change
var Sites_underThreat_ofClass = changesPerSite.filter(ee.Filter.listContains('list', 4));
  
```

سيتم أيضًا إنشاء رسم بياني مدرج **histogram chart** في Console الذي يبحث عن نوع التغيير الأكثر شيوعًا الموجود داخل كل محيط موقع، ويحسب عدد المواقع حسب نوع التغيير الأكثر شيوعًا.

- يقدم هذا نظرة عامة على التهديد السائد في جميع المواقع.

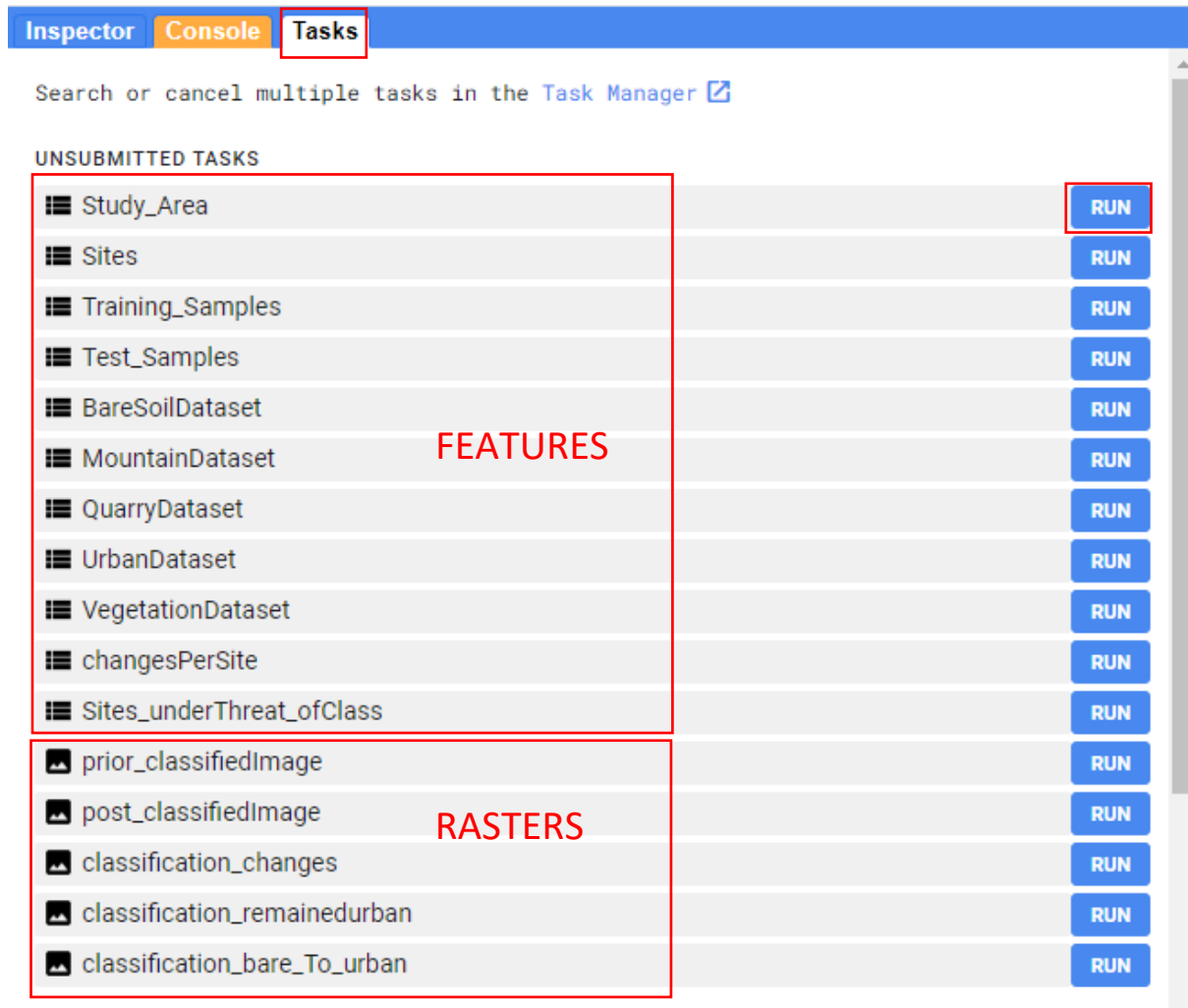


المواقع حسب نوع التغيير الأكثر شيوعًا.

8 التصدير Exports

يمكنك من علامة التبويب "Tasks" الموجودة في تحرير كود محرك قوئل إيرث GEE Code Editor تصدير جميع الميزات والمعلومات النقطية الناتجة عن المعالجة؛ حدود منطقة الدراسة، مجموعات البيانات التدريبية، عينات التدريب، عينات الاختبار، خرائط التصنيف، تغيير خرائط التصنيف.

- بمجرد ظهور مهام التصدير في "إدارة المهام Task Manager"، اضغط على "Run" في كل ميزة feature أو raster تريد تصديرها.



الشكل 17. تصدير مجموعات البيانات من code Editor Task Manager.

يمكنك حفظ مجموعة البيانات المصدرة الخاصة بك في أماكن مختلفة (Google Drive، Cloud storage، EE-Asset... إلخ) وذلك اعتمادًا على العمل الذي ترغب في تنفيذه وسعة التخزين المسموح بها.

- يجب عليك تحديد تنسيق format تصدير الملف إذا لم يكن محددًا في الأصل، ثم اضغط على "Run".
- يمكن العثور على تعليمات أكثر تفصيلاً حول تصدير الملفات من GEE في الدرس التعليمي في إصدار ACD الأول .ACD v1

Task: Initiate table export

Task name (no spaces) *
Study_Area

DRIVE CLOUD STORAGE EE ASSET FEATURE VIEW ASSET BIGQUERY

Drive folder
Drive folder name or blank for root

Filename *
Study_Area

File format *
SHP

CANCEL RUN

9 خطوات تكيف EAMENA MLACD مع حالات دراسية جديدة

Adaptation Stages of the EAMENA MLACD to New Case Studied

9.1 الخطوة الأولى للتكيف: (تحديد الواردات والمدخلات) (Define Imports and Inputs)

1. افتح وثيقة شرح خطوات استخدام برنامج EAMENA MLACD.
2. في القسم 3 (البداية) انقر على رمز URL لبنى وليد لفتحه في متصفحك.
3. احذف جميع الواردات في علامة التبويب استيراد محرر التعليمات البرمجية من الحالة الدراسية لبنى وليد.
4. قم بحفظ النص البرمجي كبرنامج نصي جديد باسم الحالة الدراسية الخاصة بك.
5. هناك أربعة مدخلات inputs يجب تحديدها واستيرادها حتى يمكن تشغيل النص البرمجي بشكل صحيح وهي منطقة الدراسة، والمواقع الأثرية، ومجموعات البيانات التدريبية لجميع أنواع غطاء الأرض، والموقع محل الاهتمام (P).
6. قم بتحميل ملف شكل shapefile حدود منطقة الدراسة Study_Area أو قم بإنشاء شكل جديد باستخدام أداة الهندسة Geometry Tool في GEE. اتبع نفس التعليمات الواردة في القسم 4.1 لإنشاء منطقة الدراسة الجديدة.
7. قم بتحميل ملف الشكل shapefile الخاص بالمواقع الأثرية archaeological Sites أو استخدم أداة الهندسة Geometry Tool لإنشاء طبقة جديدة للمواقع ويجب تعريف هندستها باسم "FeatureCollection". اتبع التعليمات نفسها الواردة في القسم 4.2 لإنشاء منطقة الدراسة الجديدة.
8. كخطوة تحضيرية، يمكنك في منطقة دراستك الجديدة فحص نوع غطاء الأرض الذي يمكن تمييزه بصرياً، ثم تحديد الانواع أو الميزات المختلفة في منطقة دراستك.
9. أضف أو اجمع عينات التدريب training samples للحالة الدراسية الخاصة بك (على سبيل المثال، جرداء Bare، مبان Buildings، أشجار Trees، رمل Sand، مياه Water). اتبع نفس التعليمات الواردة في القسم 4.3.3 لتحديد عينات التدريب الجديدة.
10. قم بإنشاء أو إضافة طبقة هندسية geometry layer للموقع محل الاهتمام (P). اتبع التعليمات الواردة في القسم 4.4.

9.2 الخطوة الثانية من التكيف (تكيف المتغيرات في النص) Second Stage of Adaptation (Adaptation of Variables in the Script)

11. تعديل وتحريير عينات التدريب training samples وتعريف متغيرات التصنيف داخل النص البرمجي الرئيسي، باتباع التعليمات نفسها الواردة في القسم 4.

```
19 //////////////////////////////////////////////////
20 //***** Define Training Samples & Classification Variables *****
21 var TS1 = Bare; var TS2 = Urban; var TS3 = Vegetation;
22 // Assign each class with a variable that can be used as a representing label in the rest of the script
23 var C1 = 'Bare'; var C2 = 'Urban'; var C3 = 'Vegetation';
24 // Merge the training samples into one feature collection
25 var training_samplesFC = TS1.merge(TS2).merge(TS3);
26 // Define the classes array by adding all the classes variables as an element of the classArray
27 var classArray = [C1,C2,C3];
28 // Define the color palette for each class
29 var classesPalette = ['#ead9a9','#ffdfbf','#23b944'];
30 // Define the spectral samples polygons to understand the responses of each of the classes to different image bands
31 // moreover, to understand how different land cover types interact with the energy
32 // coming from the sun and how features reflect and absorb light
33 var spectralSamples = ee.FeatureCollection([TS1.first(), TS2.first(), TS3.first()]);
34 Map.addLayer(spectralSamples, {palette: classesPalette}, 'spectralSamples');
35 // print(spectralSamples);
36 // Define which bands will be used in the classification process based on
37 // the spectral reflectance of each land feature class to limit image missclassification
38 var bands = ['B3','B4','B5','B7','B8A','B11','B12','ndvi','ndwi'];
```

12. في النص البرمجي الرئيسي في محرر التعليمات البرمجية وفي الجزء "تصدير مجموعات الميزات Collections Export Feature" السطر 232 قم بتحرير أسماء ملفات شكل shapefile عينات التدريب التي تم تصديرها. إذا قمت بتغيير مجموعات بيانات وأسماء طبقة عينة التدريب، فيجب عليك إما حذف النص البرمجي المصدر للطبقات التي لم تعد جزءًا من الحالة الدراسية الخاصة بك أو تعطيلها (أي تصبح نص برمجي لا يتم تنفيذه) وتمييز الخطوط التي تحددها باستخدام (//) أو (Select or Highlight + Ctrl+ /).

```
264 // //Export the mountain training dataset shapefile
265 // Export.table.toDrive({
266 //   collection: ee.FeatureCollection(Mountain),
267 //   description: 'MountainDataset',
268 //   fileFormat: 'shp'
269 // });
270 // Export the quarry training dataset shapefile
271 // Export.table.toDrive({
272 //   collection: ee.FeatureCollection(Quarry),
273 //   description: 'QuarryDataset',
274 //   fileFormat: 'shp'
275 // });
```

13. قم بتحرير التصنيفات labels للمواقع المعرضة للتهديد....

- أصبح الآن النص البرمجي الجديد جاهزًا للتنفيذ باتباع الخطوات الواردة في القسم 5 وما يليه.

10 التحرير أو التعديل المتقدم في النص Advanced Editing on the Script

يوجد العديد من التعديلات يمكن إجراؤها لتكيف نص ACD بشكل كامل ومناسبه لمجال اهتمامك، على سبيل المثال: تغيير النسبة المئوية للسحاب أو إنشاء رسم بياني مدرج لإظهار المواقع التي تتعرض لجميع التهديدات.

تحرير أو تعديل النسبة السحابية **Editing the cloud percentage**: يمكنك تغيير قيمة تقييم التغطية السحابية لزيادة عدد الصور التي يتم الوصول إليها. كلما كانت القيمة أصغر، قل عدد الصور التي تم جمعها، ولكن زيادة قيمة التغطية السحابية ستؤدي إلى اختيار صور ذات كمية كبيرة من التغطية السحابية مما قد يؤدي إلى سوء التصنيف.

```
var SenImageCollection = ee.ImageCollection("COPERNICUS/S2_SR_HARMONIZED")
    .filterDate(startDateValue, endDateValue)
    .filterBounds(Study_Area)
    .filter(ee.Filter.lt('CLOUD_COVERAGE_ASSESSMENT',0.1));
```