تحليل بيانات مؤشر الغطاء النباتي (NDVI) في منطقة البقاع في لبنان

مشروع توليدي بمساعدة الهندسة السريعة للذكاء الاصطناعي

قسم من المحاصيل – منطقة البقاع، لبنان

بواسطة

المهندس جاد غنطوس

الأستاذ ناد غنطوس

مجموعة البيانات مأخوذة من Sentinel 2 المستخرجة من كود باستخدام Google Earth Engine لقسم من منطقة البقاع في لبنان بين عامي 2020 و2024

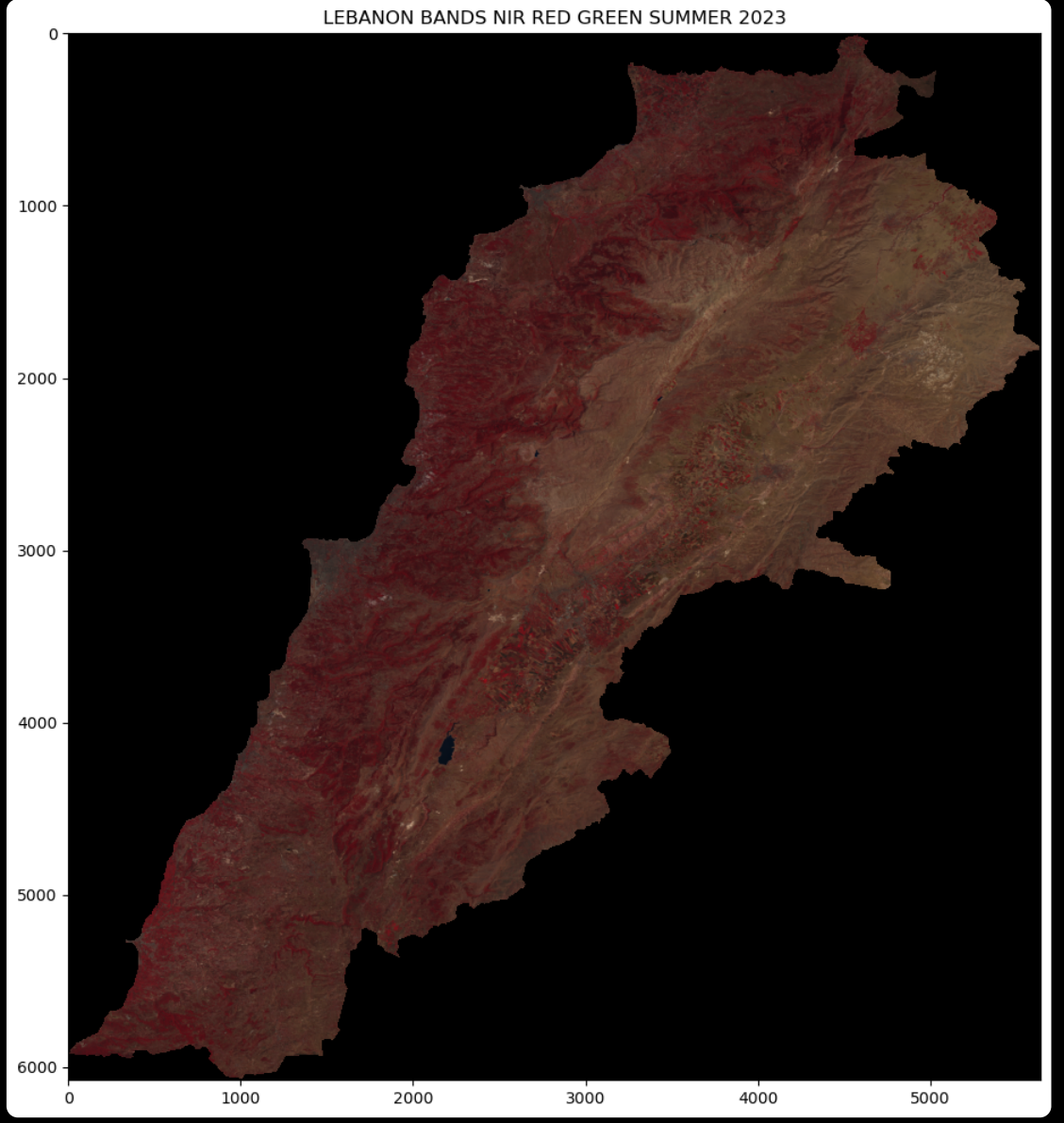
NDVI_Lebanon_Beqaa هو ملف بايثون تم إعداده بواسطتنا ويحتوي على جميع الوظائف المستخدمة في هذا الرمز

In [1]:
```
# These libraries were used for the code to operate
import rasterio
import numpy as np
import matplotlib.pyplot as plt
import scipy.stats
from skimage import io
import NDVI_Lebanon_Beqaa as Beqaa
```

استيراد ملفات Geotiff

In [2]:
```
Lebanon_Map = r'D:\Greenovation_Engineer\NDVI\LEB_SUMMER_2023.tif'
BEQAA_03_2023 = r'D:\Greenovation_Engineer\NDVI\Sentinel2_BEQAA_SECTION_CROPS_MID_MARCH_2023.tif'
BEQAA_06_2023 = r'D:\Greenovation_Engineer\NDVI\Sentinel2_BEQAA_SECTION_CROPS_MID_JUNE_2023.tif'
BEQAA_09_2023 = r'D:\Greenovation_Engineer\NDVI\Sentinel2_BEQAA_SECTION_CROPS_MID_SEPT_2023.tif'
BEQAA_12_2023 = r'D:\Greenovation_Engineer\NDVI\Sentinel2_BEQAA_SECTION_CROPS_MID_DEC_2023.tif'
BEQAA_12_2022 = r'D:\Greenovation_Engineer\NDVI\Sentinel2_BEQAA_SECTION_CROPS_MID_DEC_2022.tif'
BEQAA_12_2021 = r'D:\Greenovation_Engineer\NDVI\Sentinel2_BEQAA_SECTION_CROPS_MID_DEC_2021.tif'
BEQAA_12_2020 = r'D:\Greenovation_Engineer\NDVI\Sentinel2_BEQAA_SECTION_CROPS_MID_DEC_2020.tif'
```

In [3]:
```
Beqaa.display_rgb_leb(Lebanon_Map, 'LEBANON BANDS NIR RED GREEN SUMMER 2023')
```



فهم (مؤشر الاختلاف الطبيعي للغطاء النباتي) NDVI

الجوية، حيث يلتقط انعكاس الأطوال الموجية المختلفة للضوء. **(NDVI)** هو مقياس يستخدم على نطاق واسع لتقييم صحة ووفرة النباتات في منطقة معينة. ويتم حسابه باستخدام صور الأقمار الصناعية أو الصور

صيغة

$$NDVI = \frac{NIR - Red}{NIR + Red}$$

حيثما

- هو الانعكاس في طيف الأشعة تحت الحمراء القريبة (Near-Infrared)*NIR*
- هو الانعكاس في الطيف الأحمر *Red*

تفسير

- تشير القيم الإيجابية إلى نباتات صحية، حيث تتوافق القيم الأعلى مع نمو نباتي أكثر كثافة وقوة
- .القيم الصفرية أو السالبة تشير إلى أسطح غير نباتية مثل الأرض العارية أو المسطحات المائية

عرض مرئي للمعلومات
تستغل صيغة مؤشر الاختلاف الطبيعي للغطاء النباتي حقيقة أن النباتات الصحية تمتص الضوء الأحمر بقوة وتعكس الضوء القريب من الأشعة تحت الحمراء

- تتوافق قيم NDVI العالية (الأخضر الفاتح) مع الغطاء النباتي المزدهر
- تشير قيم NDVI المنخفضة أو السلبية (الألوان الباهتة أو الداكنة) إلى مناطق خالية من الغطاء النباتي

من خلال تحليل خرائط مؤشر الغطاء النباتي للغطاء النباتي ،(NDVI) يحصل الباحثون وعلماء البيئة على معلومات قيمة حول التوزيع المكاني وصحة الغطاء النباتي، مما يساهم في تطبيقات مختلفة بما في ذلك الزراعة والغابات والرصد البيئي

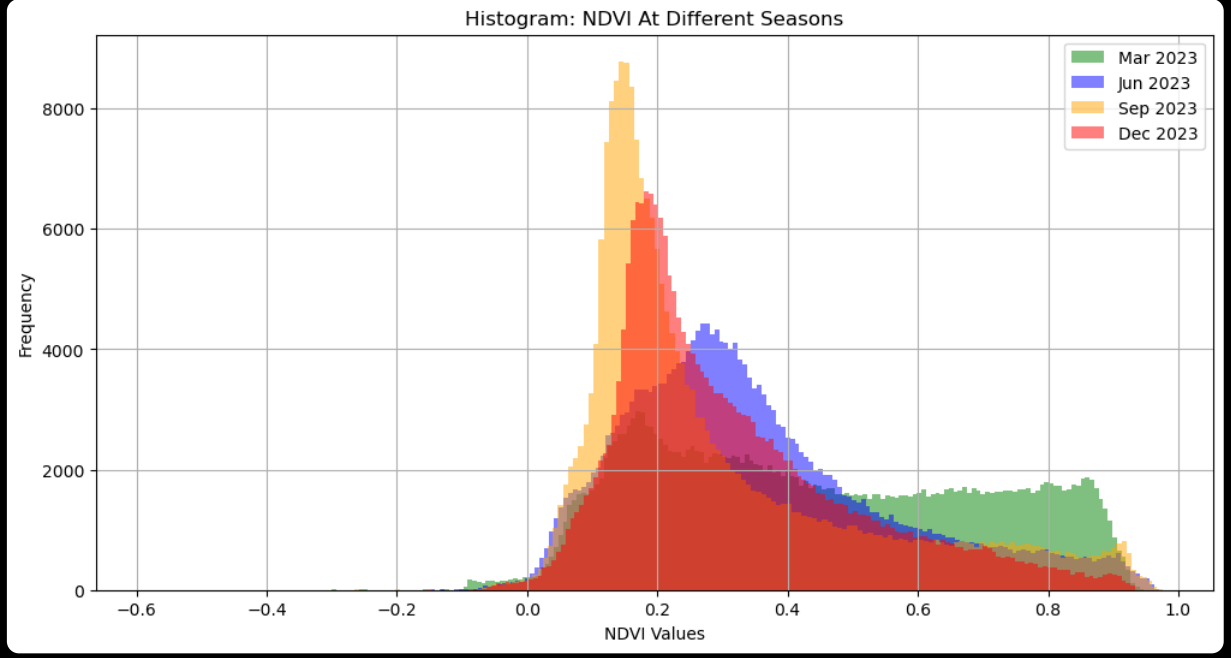
In [4]:
```
green_band, red_band, nir_band = Beqaa.read_bands_from_geotiff_1(BEQAA_03_2023)
# Calculate NDVI
ndvi_03_2023 = Beqaa.calculate_ndvi(red_band, nir_band)
# Flatten the NDVI values to create a 1D array
flat_ndvi_03_2023 = ndvi_03_2023.flatten()
```

In [5]:
```
green_band, red_band, nir_band = Beqaa.read_bands_from_geotiff_2(BEQAA_06_2023)
# Calculate NDVI
ndvi_06_2023 = Beqaa.calculate_ndvi(red_band, nir_band)
# Flatten the NDVI values to create a 1D array
flat_ndvi_06_2023 = ndvi_06_2023.flatten()
```

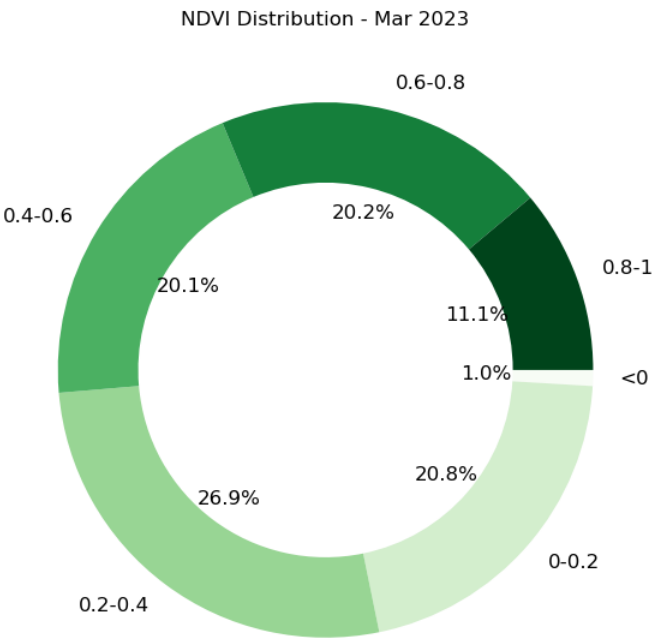
In [6]:
```
green_band, red_band, nir_band = Beqaa.read_bands_from_geotiff_3(BEQAA_09_2023)
# Calculate NDVI
ndvi_09_2023 = Beqaa.calculate_ndvi(red_band, nir_band)
# Flatten the NDVI values to create a 1D array
flat_ndvi_09_2023 = ndvi_09_2023.flatten()
```

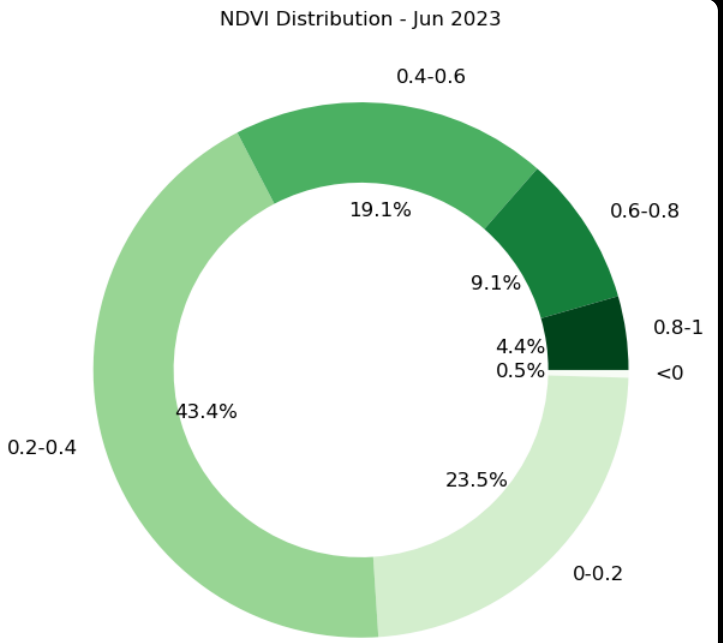
In [7]:
```
green_band, red_band, nir_band = Beqaa.read_bands_from_geotiff_4(BEQAA_12_2023)
# Calculate NDVI
ndvi_12_2023 = Beqaa.calculate_ndvi(red_band, nir_band)
# Flatten the NDVI values to create a 1D array
flat_ndvi_12_2023 = ndvi_12_2023.flatten()
```

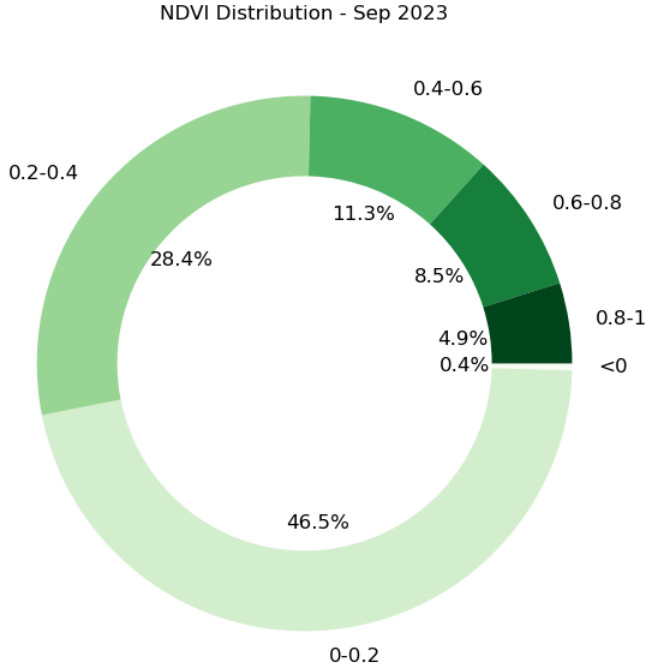
In [8]:
```
ndvi_data_list = [flat_ndvi_03_2023, flat_ndvi_06_2023, flat_ndvi_09_2023, flat_ndvi_12_2023]
colors = ['green', 'blue', 'orange', 'red']
titles = ['Mar 2023', 'Jun 2023', 'Sep 2023', 'Dec 2023']
Beqaa.plot_multiple_ndvi_histograms(ndvi_data_list, colors, titles)
```

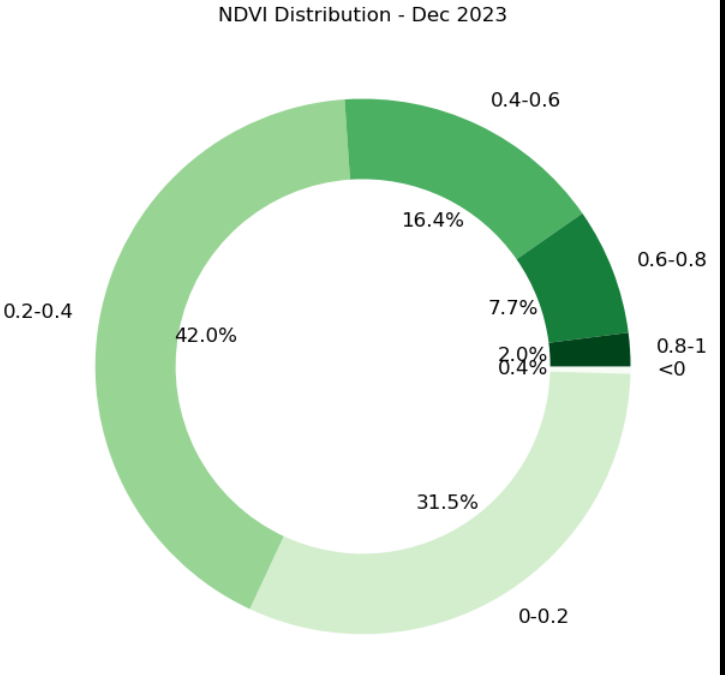


In [9]:
```
ndvi_data_list_pie = [flat_ndvi_03_2023, flat_ndvi_06_2023, flat_ndvi_09_2023, flat_ndvi_12_2023]
ndvi_labels_pie = ['<0', '0-0.2', '0.2-0.4', '0.4-0.6', '0.6-0.8', '0.8-1']
ndvi_bins_pie = [-1, 0, 0.2, 0.4, 0.6, 0.8, 1]
titles_pie = ['Mar 2023', 'Jun 2023', 'Sep 2023', 'Dec 2023']
Beqaa.plot_ndvi_pie_subplots(ndvi_data_list_pie, ndvi_labels_pie, ndvi_bins_pie, titles_pie)
```

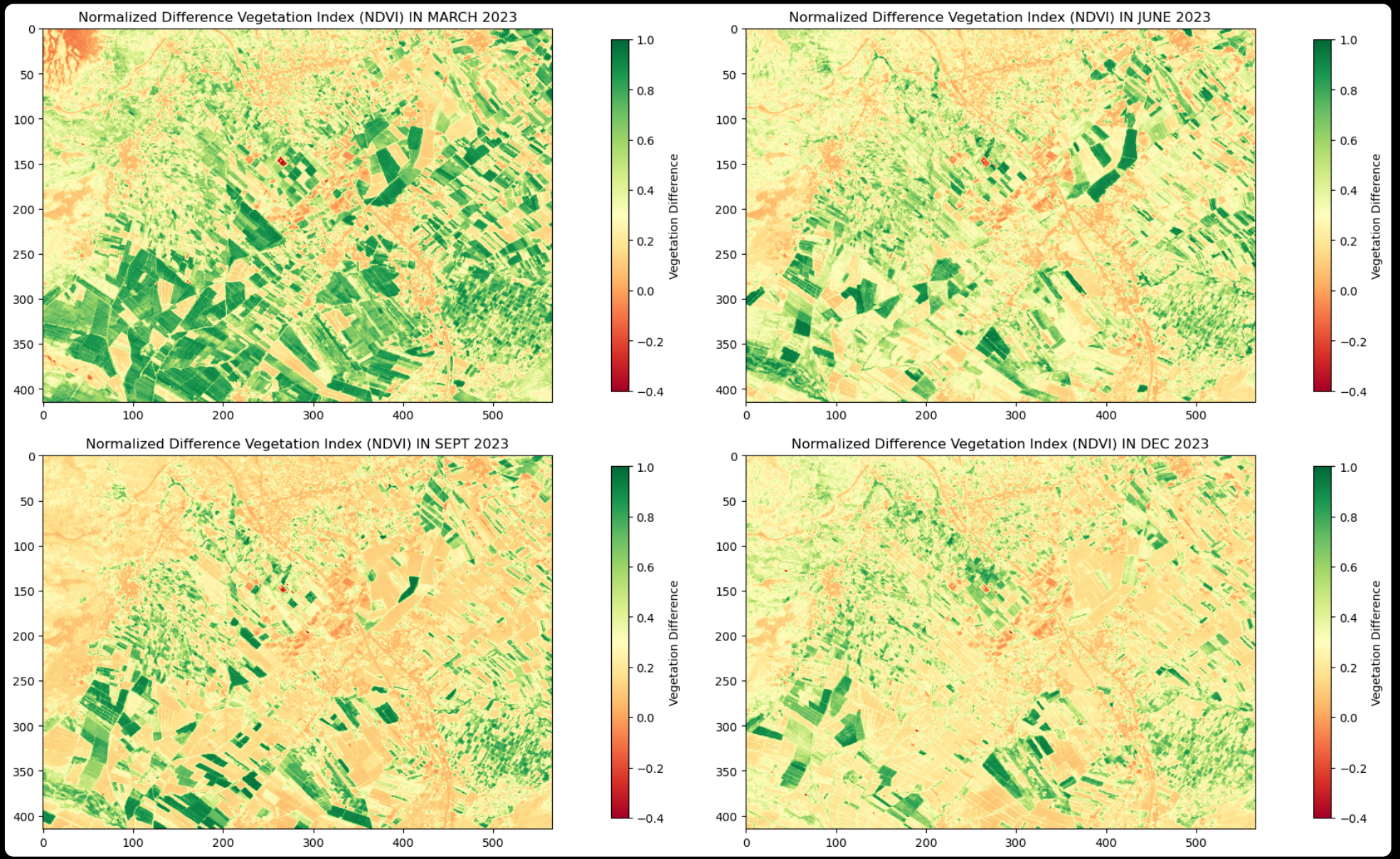

NDVI Distribution - Mar 2023
0.6-0.8
0.4-0.6
20.2%
0.8-1
20.1%
11.1%
1.0%
<0
20.8%
26.9%
0-0.2
0.2-0.4


NDVI Distribution - Jun 2023
0.4-0.6
19.1%
0.6-0.8
9.1%
0.8-1
4.4%
0.5%
<0
43.4%
0.2-0.4
23.5%
0-0.2


NDVI Distribution - Sep 2023
0.4-0.6
0.2-0.4
11.3%
0.6-0.8
28.4%
8.5%
0.8-1
4.9%
0.4%
<0
46.5%
0-0.2

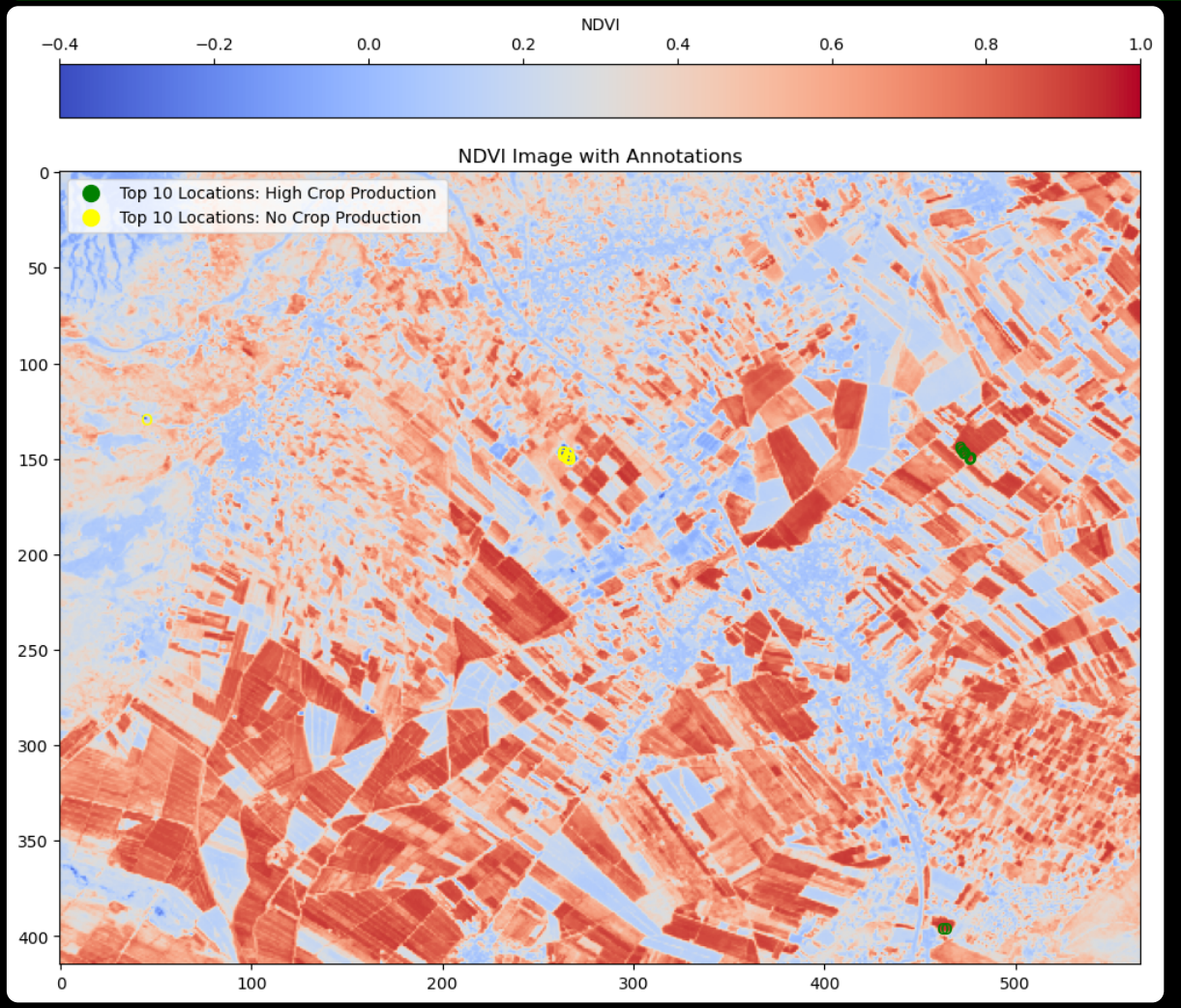

NDVI Distribution - Dec 2023
0.4-0.6
16.4%
0.6-0.8
0.2-0.4
7.7%
42.0%
0.8-1
2.0%
0.4%
<0
31.5%
0-0.2

In [10]:
```
ndvi_data_list = [ndvi_03_2023, ndvi_06_2023, ndvi_09_2023, ndvi_12_2023]
titles = ['Normalized Difference Vegetation Index (NDVI) IN MARCH 2023',
          'Normalized Difference Vegetation Index (NDVI) IN JUNE 2023',
          'Normalized Difference Vegetation Index (NDVI) IN SEPT 2023',
          'Normalized Difference Vegetation Index (NDVI) IN DEC 2023']
Beqaa.plot_veg_diff_subplot(ndvi_data_list, titles)
```



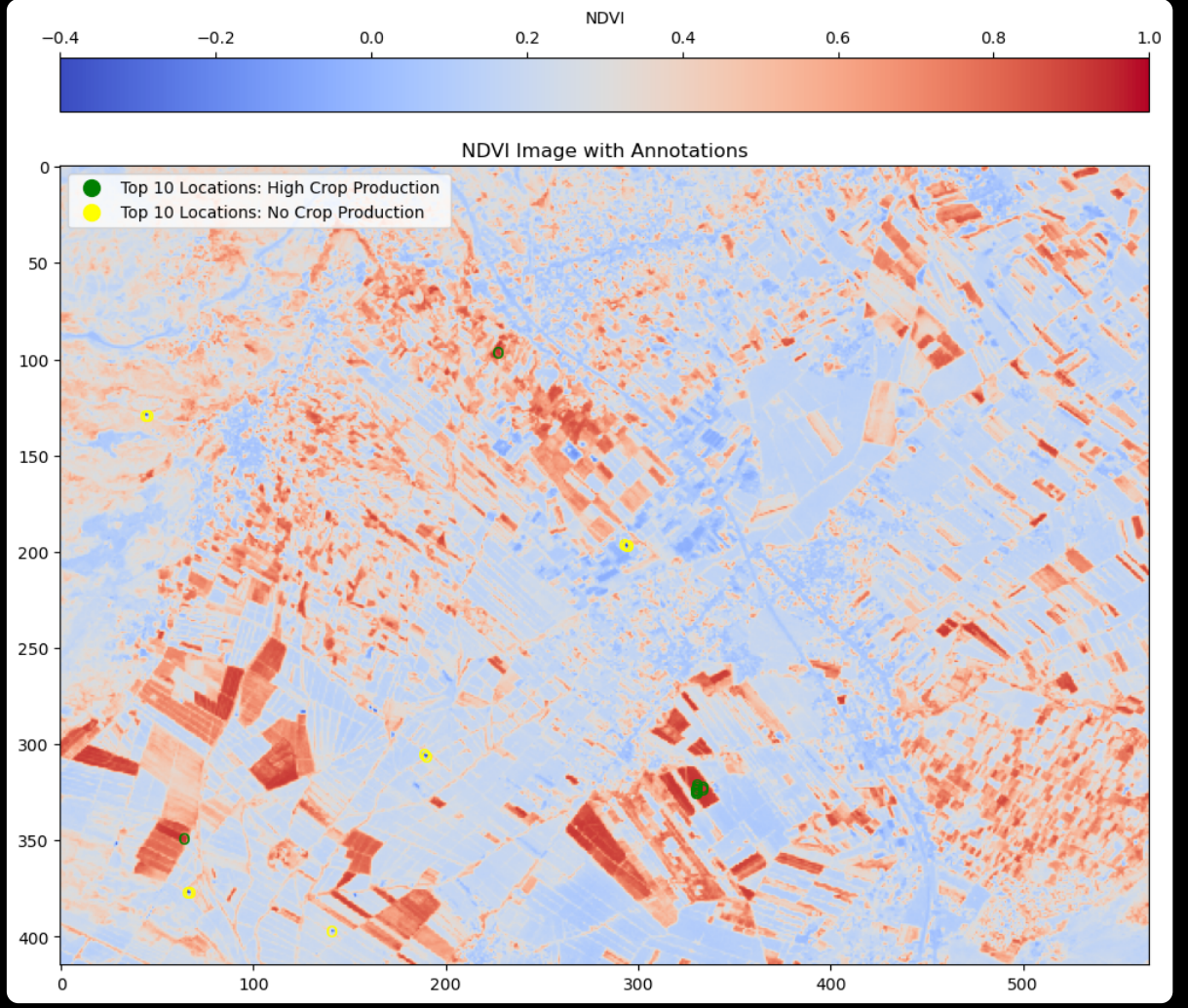
توضيح مواقع أعلى وأدنى 10 إنتاجات زراعية في 03/2023

In [11]:
```
Beqaa.plot_ndvi_with_top_annotations(ndvi_03_2023)
```



توضيح مواقع أعلى وأدنى 10 إنتاجات زراعية في 2023/12

In [12]:
```
Beqaa.plot_ndvi_with_top_annotations(ndvi_12_2023)
```

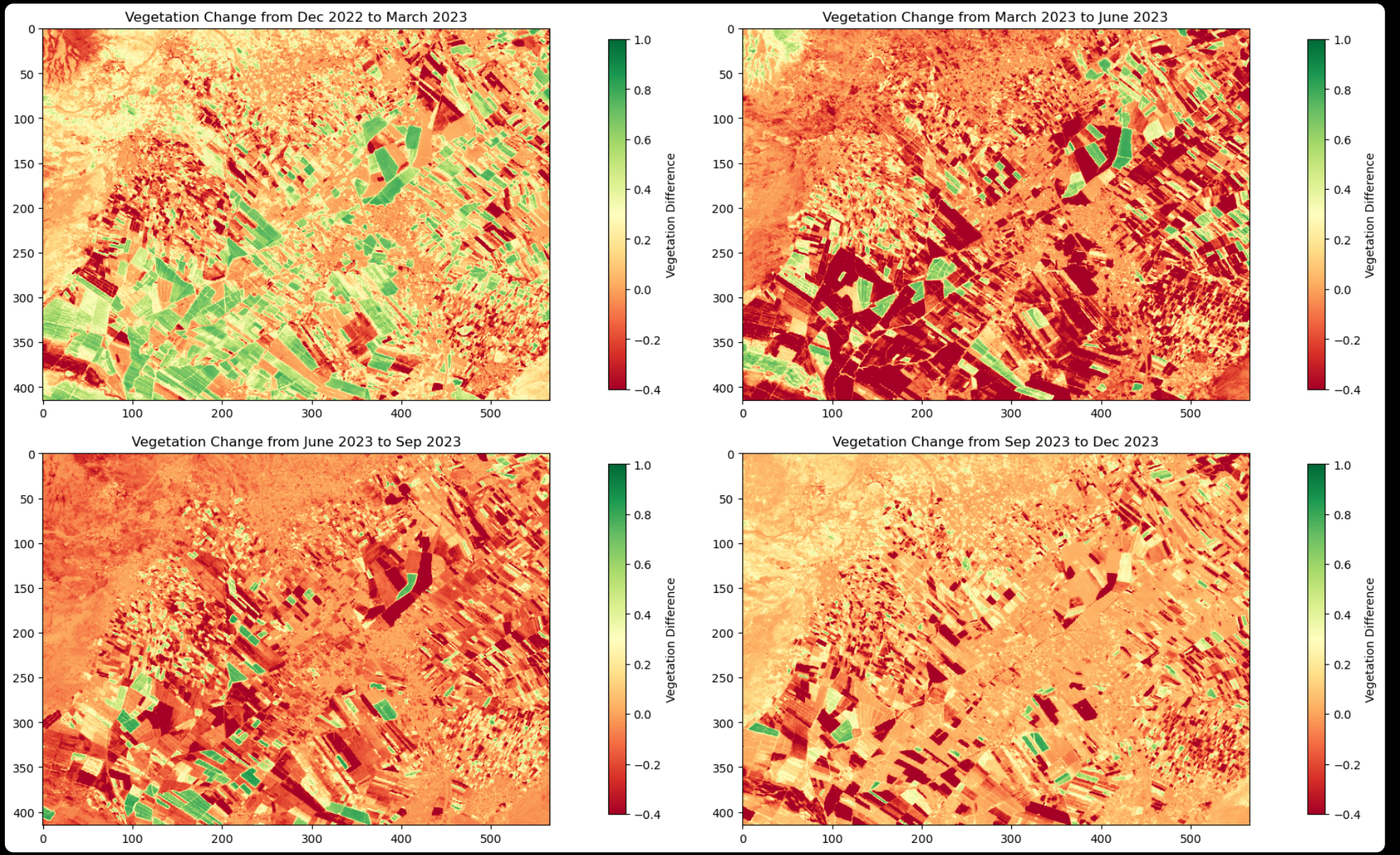


In [13]:
```
green_band, red_band, nir_band = Beqaa.read_bands_from_geotiff_5(BEQAA_12_2022)
# Calculate NDVI
ndvi_12_2022 = Beqaa.calculate_ndvi(red_band, nir_band)
# Flatten the NDVI values to create a 1D array
flat_ndvi_12_2022 = ndvi_12_2022.flatten()
```

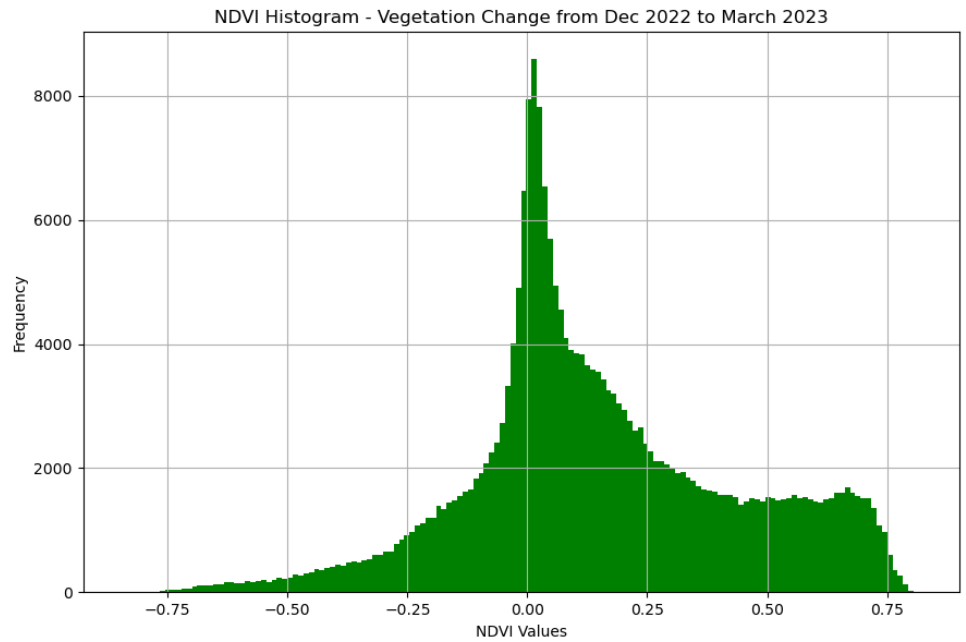
In [14]:
```
vegetation_change_spring = ndvi_03_2023 - ndvi_12_2022
vegetation_change_summer = ndvi_06_2023 - ndvi_03_2023
vegetation_change_fall = ndvi_09_2023 - ndvi_06_2023
vegetation_change_winter = ndvi_12_2023 - ndvi_09_2023
vegetation_initial_2022 = ndvi_12_2022 - ndvi_12_2023
```

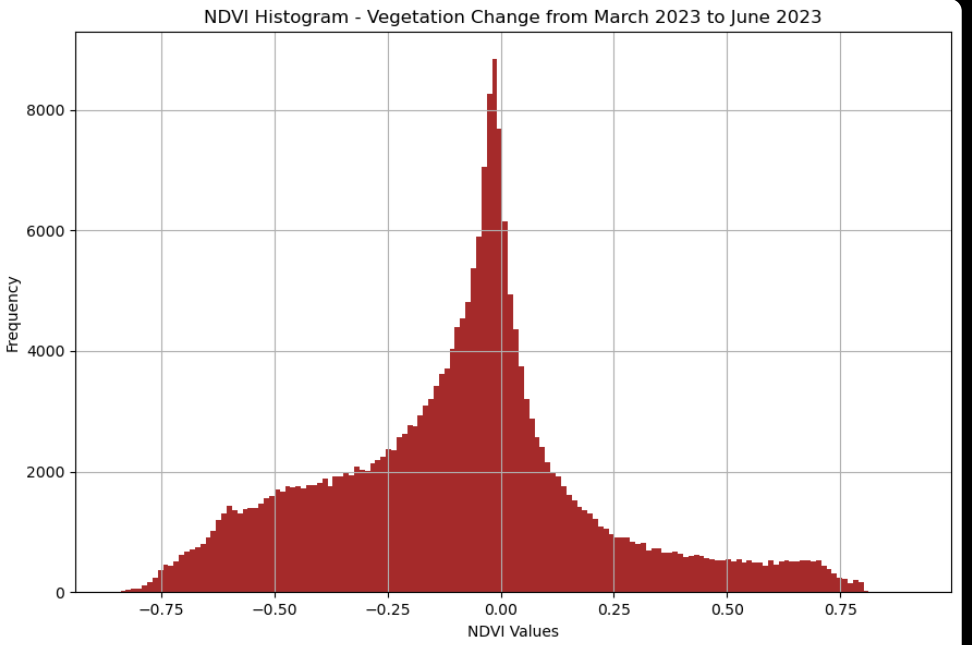
In [15]:
```
veg_diff_data_list = [vegetation_change_spring, vegetation_change_summer, vegetation_change_fall, vegetation_change_winter]
titles_veg_diff = ['Vegetation Change from Dec 2022 to March 2023',
                   'Vegetation Change from March 2023 to June 2023',
                   'Vegetation Change from June 2023 to Sep 2023',
                   'Vegetation Change from Sep 2023 to Dec 2023']
```

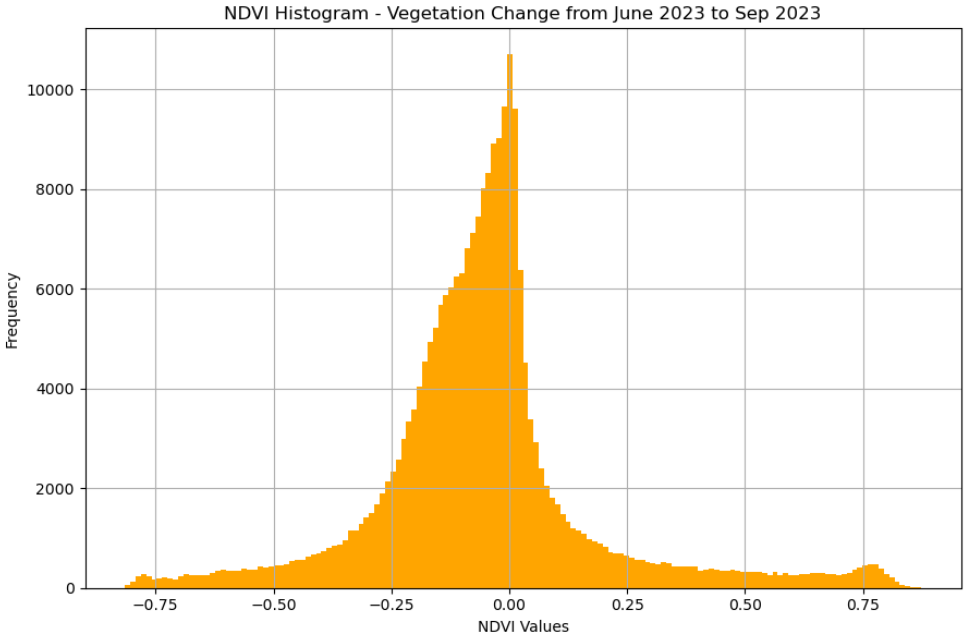
```
Beqaa.plot_veg_diff_subplot(veg_diff_data_list, titles_veg_diff)
```

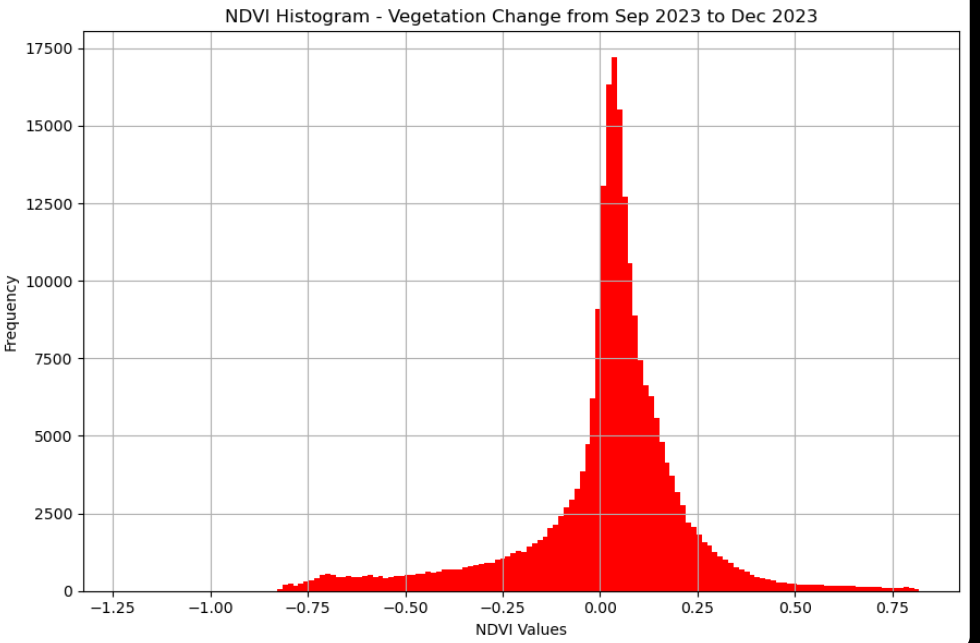


In [16]:
```
veg_change_data_list = [vegetation_change_spring.flatten(), vegetation_change_summer.flatten(), vegetation_change_fall.flatten(), vegetation_change_winter.flatten()]
Beqaa.plot_vegetation_change_histograms(veg_change_data_list)
```





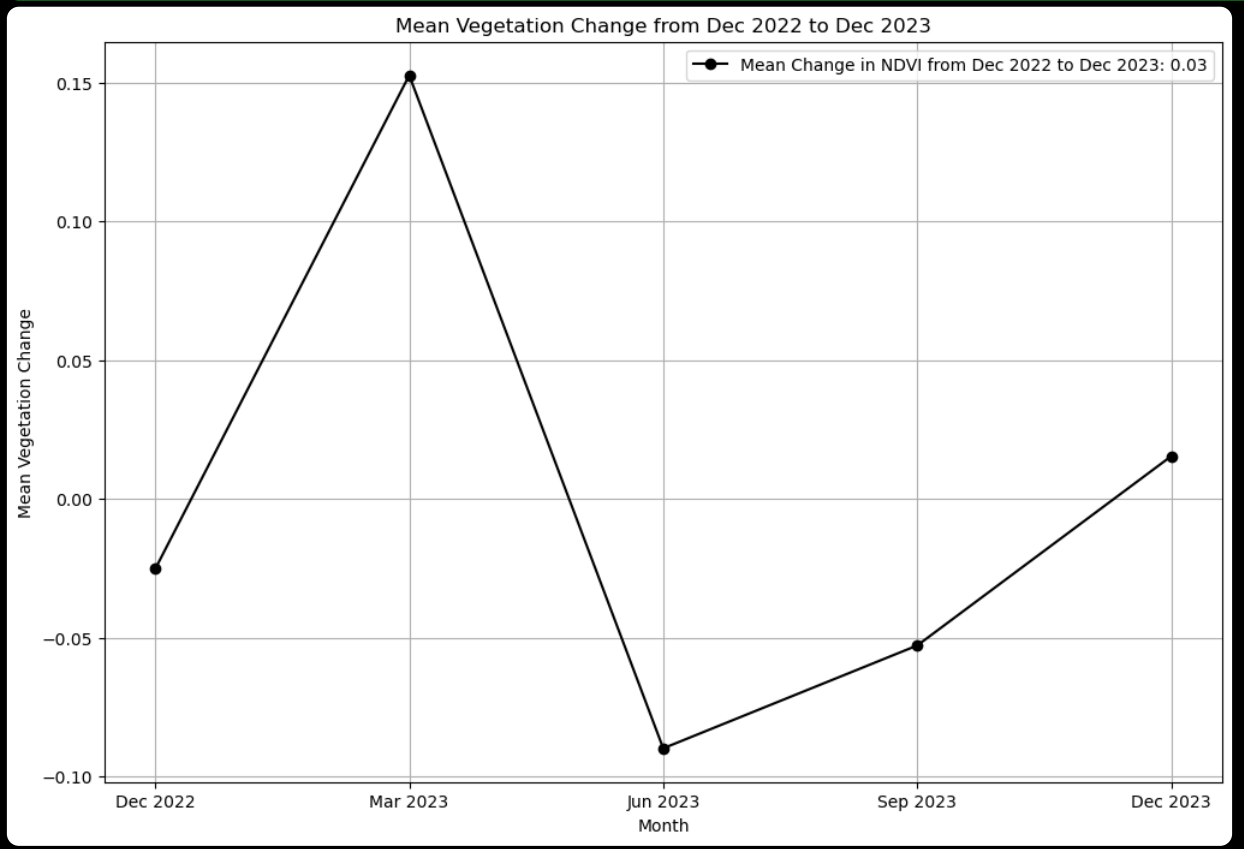




In [17]:
```
# Example usage:
statistics_spring = Beqaa.calculate_vegetation_change_statistics(vegetation_change_spring, 'Dec 2022 to March 2023')
statistics_summer = Beqaa.calculate_vegetation_change_statistics(vegetation_change_summer, 'March 2023 to June 2023')
statistics_fall = Beqaa.calculate_vegetation_change_statistics(vegetation_change_fall, 'June 2023 to Sep 2023')
statistics_winter = Beqaa.calculate_vegetation_change_statistics(vegetation_change_winter, 'Sep 2023 to Dec 2023')
```

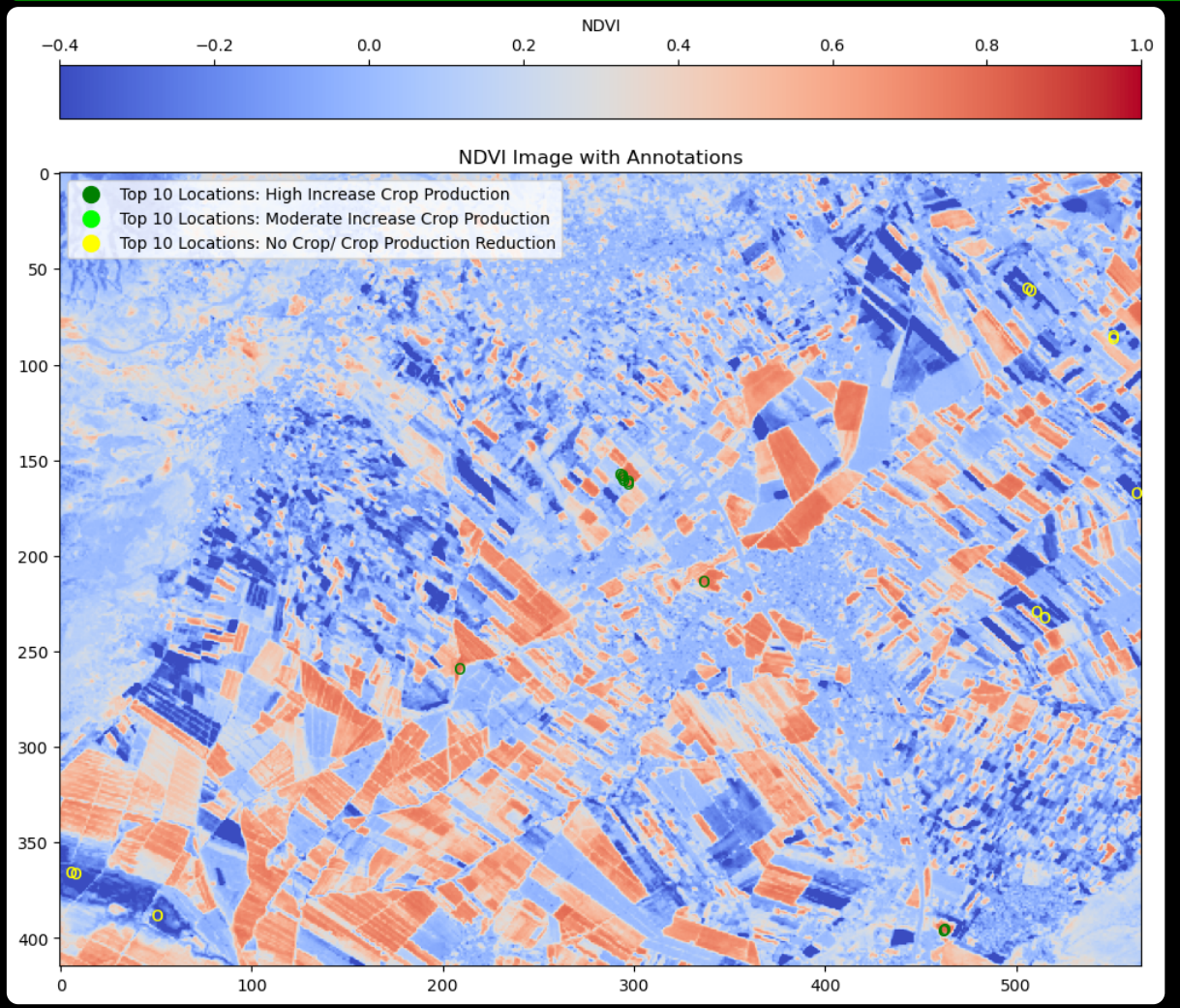
```
Statistics for Vegetation Change - Dec 2022 to March 2023:
Mean: 0.15
Std Dev: 0.28
Min: -0.84
Max: 0.82

Statistics for Vegetation Change - March 2023 to June 2023:
Mean: -0.09
Std Dev: 0.30
Min: -0.85
Max: 0.91

Statistics for Vegetation Change - June 2023 to Sep 2023:
Mean: -0.05
Std Dev: 0.24
Min: -0.81
Max: 0.87

Statistics for Vegetation Change - Sep 2023 to Dec 2023:
Mean: 0.02
Std Dev: 0.22
Min: -1.22
Max: 0.82
```

In [18]:
```
vegetation_change_data_list = [vegetation_initial_2022, vegetation_change_spring, vegetation_change_summer, vegetation_change_fall, vegetation_change_winter]
months_labels=['Dec 2022','Mar 2023', 'Jun 2023', 'Sep 2023', 'Dec 2023']
Beqaa.plot_mean_vegetation_change_2023(vegetation_change_data_list,months_labels)
```



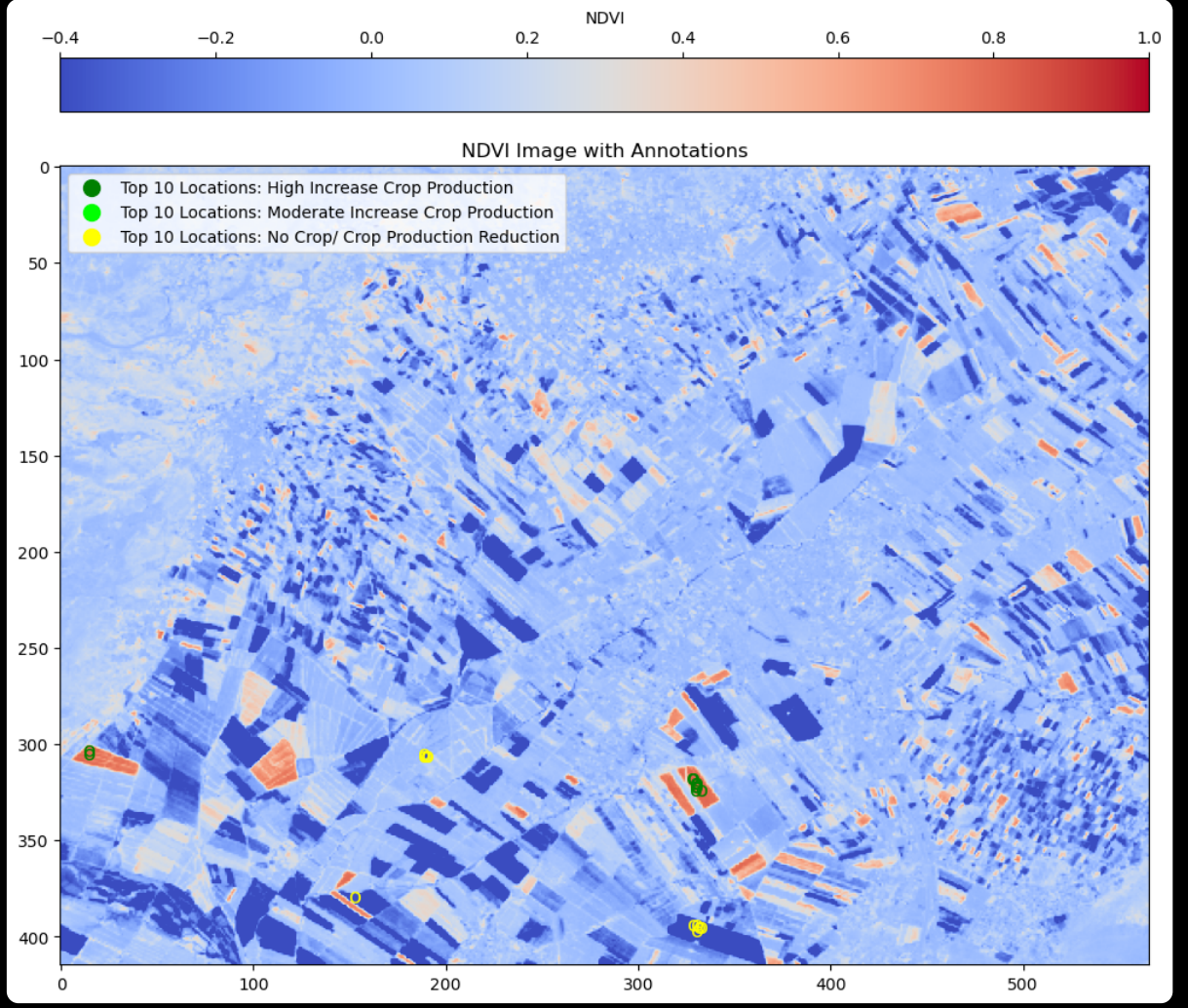
توضيح مواقع أعلى وأدنى 10 تغيرات في الإنتاج الزراعي خلال الفترة من 12/2022 إلى 03/2023

In [19]:
```
Beqaa.plot_ndvi_change_with_top_annotations(vegetation_change_spring)
```



توضيح مواقع أعلى وأدنى 10 تغيرات في الإنتاج الزراعي بين 09/2023 و12/2023

In [20]:
```
Beqaa.plot_ndvi_change_with_top_annotations(vegetation_change_winter)
```

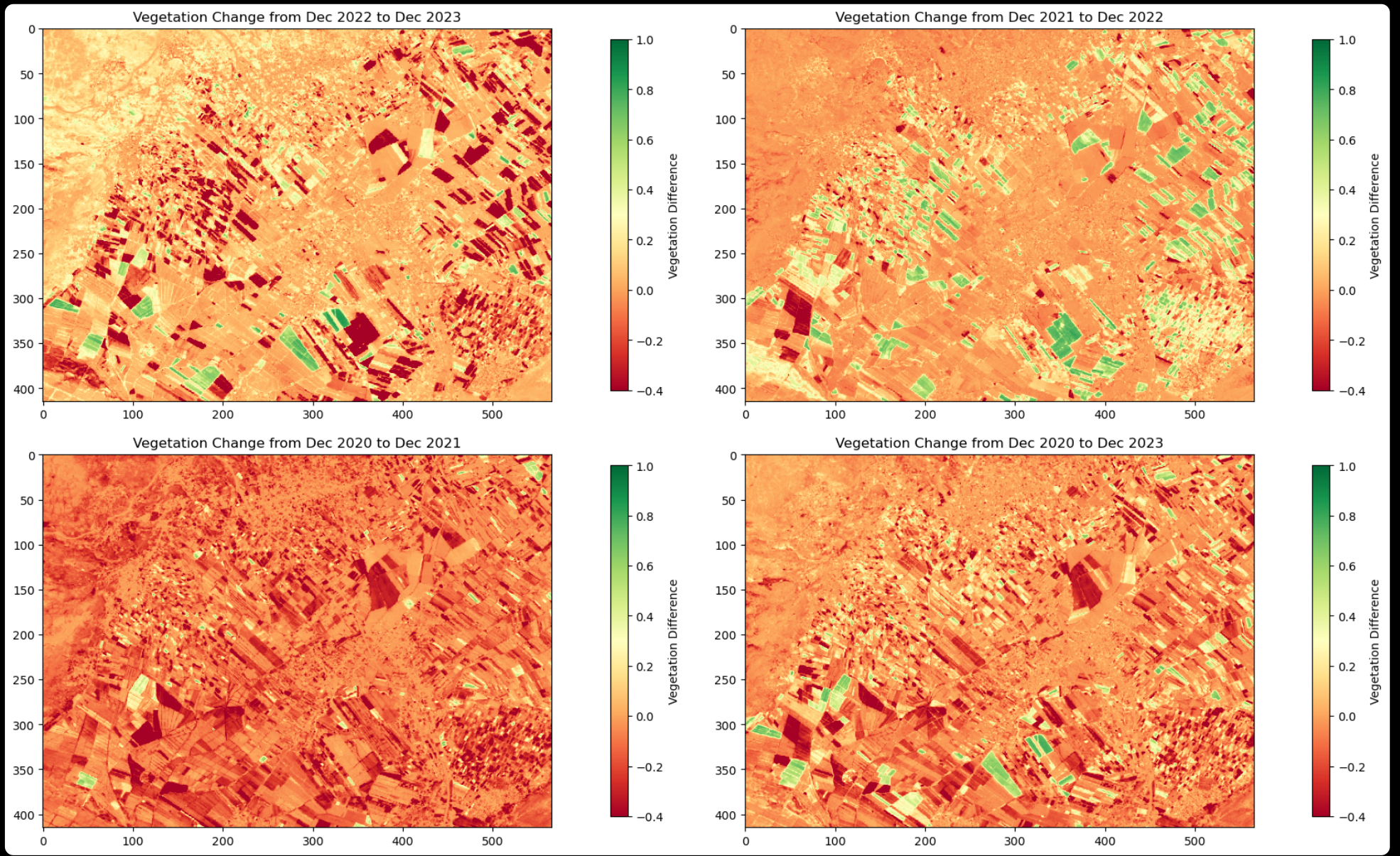


In [21]:
```
green_band, red_band, nir_band = Beqaa.read_bands_from_geotiff_6(BEQAA_12_2021)
# Calculate NDVI
ndvi_12_2021 = Beqaa.calculate_ndvi(red_band, nir_band)
# Flatten the NDVI values to create a 1D array
flat_ndvi_12_2021 = ndvi_12_2021.flatten()
```

In [22]:
```
green_band, red_band, nir_band = Beqaa.read_bands_from_geotiff_7(BEQAA_12_2020)
# Calculate NDVI
ndvi_12_2020 = Beqaa.calculate_ndvi(red_band, nir_band)
# Flatten the NDVI values to create a 1D array
flat_ndvi_12_2020 = ndvi_12_2020.flatten()
```

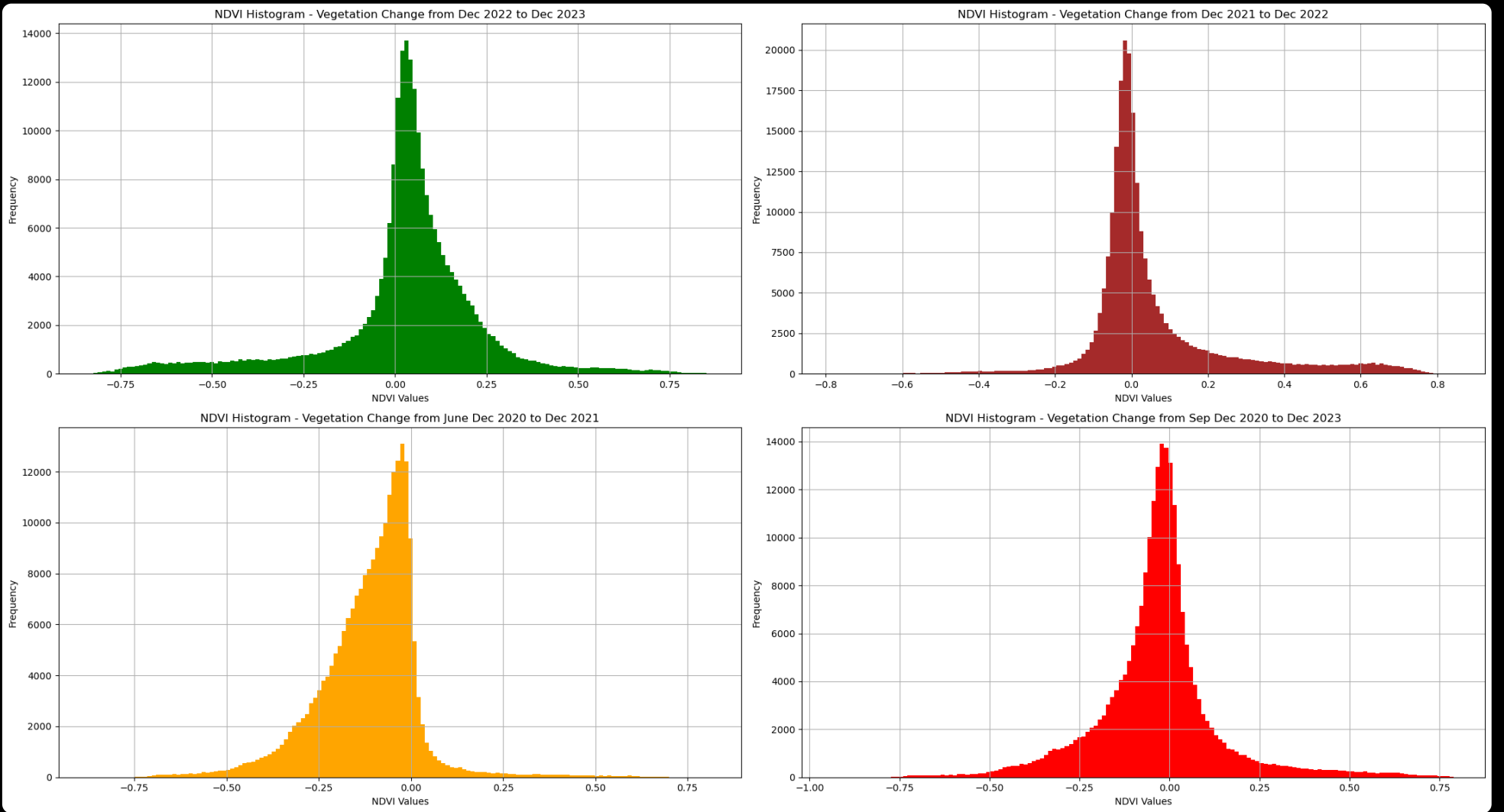
In [23]:
```
vegetation_change_from_2023_2022 = ndvi_12_2023 - ndvi_12_2022
vegetation_change_from_2022_2021 = ndvi_12_2022 - ndvi_12_2021
vegetation_change_from_2021_2020 = ndvi_12_2021 - ndvi_12_2020
vegetation_change_from_2023_2020 = ndvi_12_2023 - ndvi_12_2020
```

In [24]:
```
veg_diff_data_list = [vegetation_change_from_2023_2022, vegetation_change_from_2022_2021, vegetation_change_from_2021_2020, vegetation_change_from_2023_2020]
titles_veg_diff = ['Vegetation Change from Dec 2022 to Dec 2023',
                   'Vegetation Change from Dec 2021 to Dec 2022',
                   'Vegetation Change from Dec 2020 to Dec 2021',
                   'Vegetation Change from Dec 2020 to Dec 2023']

Beqaa.plot_veg_diff_subplot(veg_diff_data_list, titles_veg_diff)
```



In [25]:
```
veg_change_data_list_2 = [vegetation_change_from_2023_2022.flatten(), vegetation_change_from_2022_2021.flatten(), vegetation_change_from_2021_2020.flatten(), vegetation_change_from_2023_2020.flatten()]
```

```
Beqaa.plot_annual_vegetation_change_histograms(veg_change_data_list_2)
```

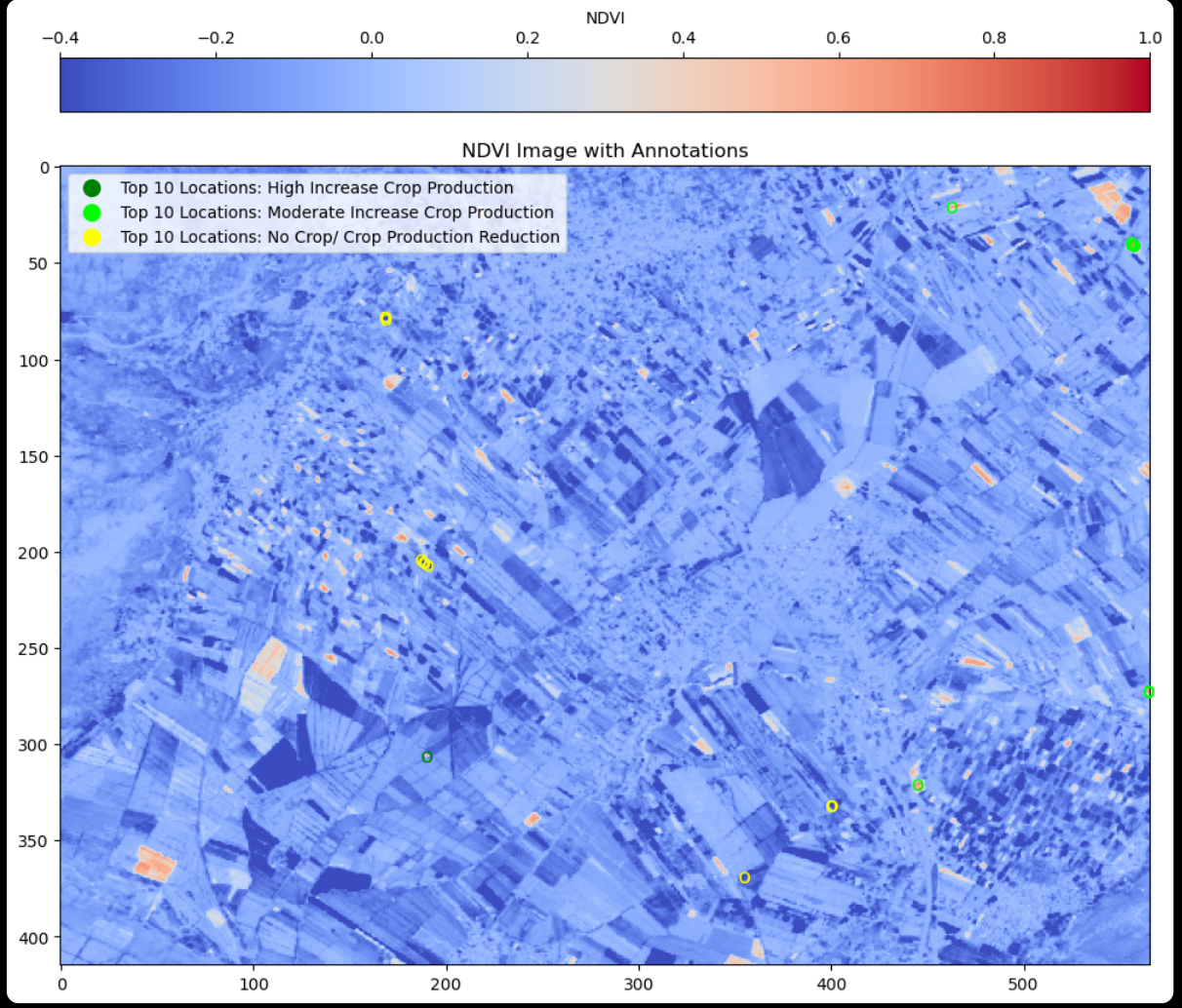


In [26]:
```
statistics_2023_2022 = Beqaa.calculate_vegetation_change_statistics(vegetation_change_from_2023_2022, 'Dec 2022 to Dec 2023')
statistics_2022_2021 = Beqaa.calculate_vegetation_change_statistics(vegetation_change_from_2022_2021, 'Dec 2021 to Dec 2022')
statistics_2021_2020 = Beqaa.calculate_vegetation_change_statistics(vegetation_change_from_2021_2020, 'Dec 2020 to Dec 2021')
statistics_2023_2020 = Beqaa.calculate_vegetation_change_statistics(vegetation_change_from_2023_2020, 'Dec 2020 to Dec 2023')
```

```
Statistics for Vegetation Change - Dec 2022 to Dec 2023:
Mean: 0.03
Std Dev: 0.22
Min: -0.83
Max: 0.86

Statistics for Vegetation Change - Dec 2021 to Dec 2022:
Mean: 0.06
Std Dev: 0.19
Min: -0.78
Max: 0.84

Statistics for Vegetation Change - Dec 2020 to Dec 2021:
Mean: -0.11
Std Dev: 0.14
Min: -0.87
Max: 0.81

Statistics for Vegetation Change - Dec 2020 to Dec 2023:
Mean: -0.03
Std Dev: 0.17
Min: -0.94
Max: 0.79
```

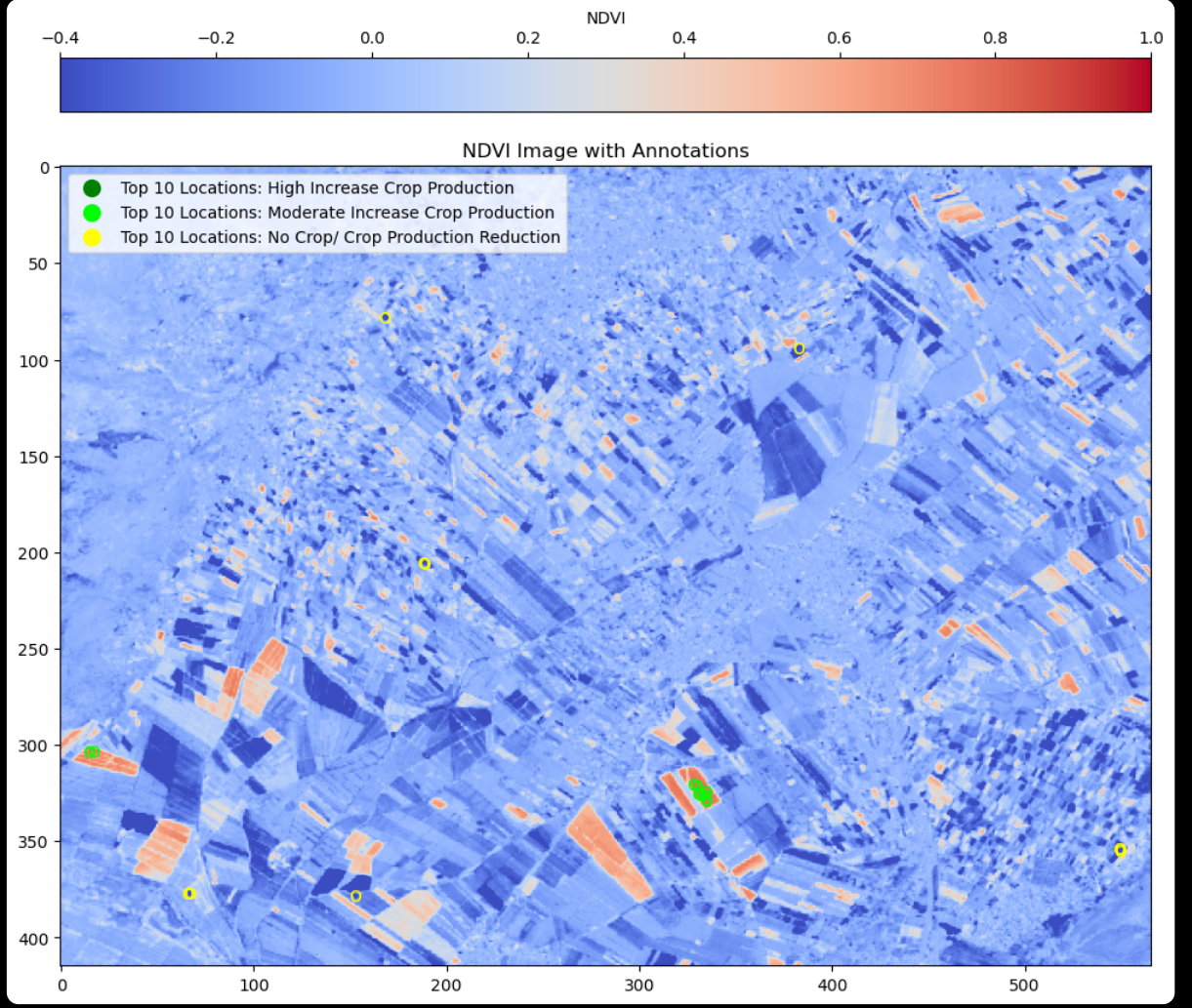
توضيح مواقع أعلى وأدنى 10 تغيرات في الإنتاج الزراعي بين 12/2020 و12/2021

In [27]:
```
Beqaa.plot_ndvi_change_with_top_annotations(vegetation_change_from_2021_2020)
```



توضيح مواقع أعلى وأدنى 10 تغيرات في الإنتاج الزراعي خلال الفترة من 12/2020 إلى 12/2023

In [28]:
```
Beqaa.plot_ndvi_change_with_top_annotations(vegetation_change_from_2023_2020)
```



ملخص

- **التغير في مؤشر الغطاء النباتي للغطاء النباتي (2020 إلى 2023)**
  - انخفاض ضئيل في الغطاء النباتي: 0.03
- **التغيرات الموسمية في NDVI**
  - الذروة في الربيع، بما يتفق مع التوقعات بالنسبة للمحاصيل
- **انخفاض كبير في مؤشر الغطاء النباتي للغطاء النباتي (2020 إلى 2021)**
  - هناك حاجة إلى مزيد من التقييم لتحديد أسباب هذا الانخفاض
- **الخطوات القادمة**
  - استكشف مجموعات البيانات الإضافية المتعلقة بدرجات الحرارة وهطول الأمطار
  - إقامة روابط بين متغيرات المناخ وتغيرات مؤشر الغطاء النباتي للغطاء النباتي (NDVI)
  - العمل على إنشاء نموذج تنبؤي لقيم NDVI المستقبلية بناءً على البيانات التاريخية والمتغيرات المناخية