الجمهورية العربية السورية

جامعة دمشق

كلية الهندسة الزراعية

قسم علوم التربة

دراسة التغيرات لحالة التصحر في البادية السورية للفترة ما بين (2010-2017) باستخدام تقنيات الاستشعار عن بعد

Study of the changes in the desertification situation in the Syrian Badia for the period (2010-2017) using remote sensing techniques

دراسة اعدت لنيل درجة الماجستير في كلية الهندسة الزراعة -قسم علوم التربة:

اعداد الطالبة:

وفاء العسكر الهفل

بإشراف:

د. وسيم المسبر

جامعة دمشق – كلية الهندسة الزراعة

مشرفا رئيسيا

أ. د محمود عسكر

جامعة الفرات – كلية الهندسة الزراعة

مشرفا مشاركا

2020

Syrian Arab Republic

Damascus University

College of Agricultural Engineering

Soil Science Department

Study of the changes in the desertification situation in the Syrian Badia for the period (2010-2017) using remote sensing techniques

A study prepared for a master's degree in the Faculty of Agricultural

Department of Soil Science

Done by:

Wafaa AL Askar Al Hefel

Supervised by:

Dr. Mahmoud Askar

University of the Furat

Admin supervisor

Dr. Wassim Al Mesber

Damascus University

Scientific supervisor

2020

دراسة تغيرات حالة التصحر في البادية السورية في الفترة ما بين عامي (2010-2017) باستخدام تقنيات الاستشعار عن بعد

الملخص

هدفت هذه الدراسة إلى مراقبة التغيرات الحاصلة على البادية السورية في الفترة ما بين عامي (2010-2017) ضمن خمسة مؤشرات (الجفاف-الغطاء النباتي – التغطية الرملية – العواصف الغبارية – الأراضي المفلوحة) و ذلك باستخدام صور فضائية منخفضة الدقة المكانية MODIS، NOAAوعالية الدقة المكانية Land sat5وL7وL8، SENTINEL-2A، بالنسبة إلى الجفاف الزراعي توزعت قيم الدليل النباتي NDVI بين (0-0,2)،من أراضي خالية من الغطاء النباتي حتى غطاء عشبي وشجيري جيد نسبيا ، وتم انتاج خرائط تظهر الأماكن الأكثر تضررا من هذا العامل وفق تكراريته ،حسب مؤشرات الجفاف.

إن لتغيرات الغطاء النباتي أثراً مرتبطاً ببقية العوامل من الجفاف وتدهور التربة حيث تم العمل على ثلاث مراحل؛ الأولى على مستوى المنطقة كاملة والثانية على مستوى قطاعات 200 كم^2 والثالثة على مستوى وحدات حتى 200م^2 مستخدمين بذلك صوراً فضائية عالية الدقة المكانية SENTINEL-2A، و قد وجد أن دراسة البادية في المنطقة المختارة لم تتأثر بمساحة المنطقة المأخوذة كعينة دراسية، إذ أعطت الدراسة على مستوى 200 كم^2 نتائجَ مقاربةَ جداً للنتائج على أدنى مستوى مع فروق بسيطة لم تكن معنوية وخاصة في عام 2019. كما ظهر عام 2019 العام الأمثل لاختيار مناطق ذات غطاء نباتي جيد، ومواقع أمل مثلى لإقامة مناطق جديدة يمكن أن يطبق عليها نظام الحماية.

استخدمت الصور الفضائية L7 وL8 في دراسة التغطية الرملية، حيث قدرت مساحة الأراضي التي تغطيها الرمال في سنة 2010 بـ 14329 كم^2 أي بنسبة 30.5 % من مساحة منطقة الدراسة، في عام 2014 بلغت 22562 كم^2 بنسبة 48 %، وبزيادة مستمرة حتى عام 2018 فقدرت بـ 27543 كم^2 أي بنسبة 58.6 %، فكانت المساحة المغطاة بالرمال خلال فترة الدراسة (2010 -2018) بـ 13214 كم^2 بنسبة 28.1 % وبمعدل زحف سنوي 1468 كم^2 من مجموع مساحة المنطقة المدروسة. دُرست العواصف الغبارية باستخدام منصة تسمى (Google Earth Engine)، كُتب نص برمجي لاستخراج صورة توضح العواصف الغبارية في منطقة البادية ،و استخدمت صور منخفضة الدقة المكانية من نوع (NOAA CDR AVHRR) وصورة من

نوع (MODIS) للتاريخ نفسه وملاحظة مدى التطابق في دراسة العواصف الغبارية ، تعد الصور الفضائية منخفضة الدقة المكانية الأنسب لدراسة العواصف الغبارية ؛ بسبب انتشارها على مستوى واسع مكانيا ، و قد بلغت مساحة الأراضي المفلوحة في منطقة الدراسة 9132كم2 في عام 2019 و دُرست بالاعتماد على الدليل النباتي GNDVI، إذ تركزت المناطق المفلوحة بجانب الطرقات الرئيسية الفرعية في البادية ؛ لسهولة الوصول إليها.

الكلمات المفتاحية: البادية، الجفاف، الغطاء النباتي، الكثبان الرملية، NDVI، NDSI،BTD ، MODIS، NOAA،SENTINEL-2A ، L7 وL8 .

Study of the changes in the desertification situation in the Syrian Badia for the period (2010-2017) using remote sensing technique

Abstract

This study aims to monitor all the changes that r taking place in Syrian Badia of period (2010-2017) taking into account five main indices (drought, vegetation, sand coverage, dust storm and cultivated land) by using satellite images (low and high resolution) exampled by MODIS, NOAA for low-res and LandSat-5-7-8 and SENTIEL-2A for high-res.

NDVI values for drought was ranged between (0-0.2) gradually for bare land and more vegetated land. Maps of drought index were produced for the area, which are more effected by drought during the study period.

Besides the drought, the changes of vegetation cover has a clear correlation effect which accelerate the land degradation process, so it was studied for three stages, 1st was on the study area level, 2nd was on the level of 200 km^2, 3rd on the level of 200 m^2, by using high spatial resolution satellite images (SENTINEL-2A). The study showed the Badia has not been affected by the area of area sampled, which was clear by giving much closed results for 200 km2 and for less area especially for the year of 2019. And vegetation was the best cover in 2019 and hoping location for construct reserves.

Landsat 7 and 8 was used for monitoring sand cover. The area was covered by sand was evaluated by /14329/ km2 in 2010, of 30.5 % of the study area, and reached into /22562/ km2 in 2014, of 48 %, and with continuously increment until 2018, /27543/ km2 of 58.6 %. The study area during the (201-2018) was characterized by sand cover of /13214/

km2 of 28.1 % and for yearly sand crawl by 1468 km2 above the study area.

Dust storm was studied and monitoring by using a new interface called GOOGLE EARTH ENGINE, by typing scripts to extract maps show the dust storm in Badia, by using low-spatial resolution images (NOAA CDR AVHRR) and (MODIS) images and find out differences.

Low-spatial resolution images are a good selection for monitoring the dust storm because it covers a large area.

The GNDVI index used for the cultivated land which localized near the roads evaluated by /9132/ km2 of the study area.

Keywords; Badia, drought, vegetation, sand dune, NDVI, NDSI, BTD, MODIS, NOAA, SENTINEL-2A, L7-8.

المحتويات

1.المقدمة:.....1

2. مبررات الدراسة:.....4

3. أهداف الدراسة: 4

4. الدراسة المرجعية:.....5

5.منطقة الدراسة:.....11

6.مواد الدراسة:.....13

1. 6.دراسة الغطاء النباتي: 13

2. 6. دراسة عامل الجفاف:.....16

3. 6 دراسة دليل التغطية الرملية NDSI: 20

4. 6 تتبع العواصف الغبارية: 22

5 . 6 دراسة الأراضي المفلوحة:.....23

7. النتائج والاستنتاجات: 23

1. 7 النتائج:.....23

1. 1. 7 الجفاف: دليل NDVI للسلسلة الزمنية 2010- 2015: 23

2. 1. 7 تردد قيم القرينة النباتية NDVI خلال السلسلة الزمنية 2010-2015:....40

3. 1. 7التحليل المطري لدرجة الجفافية في المحطات المطرية في البادية حسب دليل الهطل القياسي:.....40

3. 1. 7التحليل المطري المكاني لدرجات الجفاف: 41

4. 1. 7 التحليل الاستشعاري لدرجات الجفاف: 42
5. 1. 7 التحليل المركب للبيانات الاستشعارية والمطرية في مراقبة الجفاف: 45
1. 2. 1. 7 تحليل قيم الدليل النباتي NDVI على مستوى منطقة الدراسة:.....46
2. 2. 1. 7 تحليل قيم الدليل النباتي الـ NDVI على مستوى 200 كم^2:.....51
3. 2. 1. 7 تحليل قيم الدليل النباتي الـ NDVI على مستويات مختلفة من 200 كم^2 إلى 200 م: 57
3 . 1 . 7 التغطية الرملية:.....68
1 .3. 1. 7 تحاليل الارتباط للمؤشرات المدروسة في التغطية الرملية: 71
4 . 1 .7 العواصف الغبارية: 75
5. 1 . 7 الأراضي المفلوحة : 77
6. 1. 7 تقدير درجة التصحر في منطقة الدراسة من خلال الموشرات السابقة: 80
2 . 7 الاستنتاجات: 82
9 . المراجع العلمية: 86
1. 9 المراجع العربية:.....86
2. 9 المراجع الأجنبية:.....88

فهرس الأشكال

رقم الشكل	الشكل	رقم الصفحة
1	منطقة الدراسة في البادية السورية	13
2	مخطط دراسة الغطاء النباتي	16
3	مخطط دراسة عامل الجفاف	20
4	منصة Google Earth Engine	22
5	خريطة متوسط قيم ال NDVI لسورية من عام 2010 إلى عام 2015 لتاريخ 1 كانون الثاني	24
6	خريطة متوسط قيم ال NDVI لسورية من عام 2010 إلى عام 2015 لتاريخ 17 كانون الثاني	25
7	خريطة متوسط قيم ال NDVI لمنطقة الدراسة من عام 2010 إلى عام 2015 لتاريخ 2 شباط	26
8	خريطة متوسط قيم ال NDVI لمنطقة الدراسة من عام 2010 إلى عام 2015 لتاريخ 18 شباط	27
9	خريطة متوسط قيم ال NDVI لمنطقة الدراسة من عام 2010 إلى عام 2015 لتاريخ 3 أذار	28
10	خريطة متوسط قيم ال NDVI لمنطقة الدراسة من عام 2010 إلى عام 2015 لتاريخ 21 أذار	28
11	خريطة متوسط قيم ال NDVI لمنطقة الدراسة من عام 2010 إلى عام 2015 لتاريخ 6 نيسان	29
12	خريطة متوسط قيم ال NDVI لمنطقة الدراسة من عام 2010 إلى عام 2015 لتاريخ 22 نيسان	30
13	خريطة متوسط قيم ال NDVI لمنطقة الدراسة من عام 2010 إلى عام 2015 لتاريخ 8 أيار	30
14	خريطة متوسط قيم ال NDVI لمنطقة الدراسة من عام 2010 إلى عام 2015 لتاريخ 24 أيار	31
15	خريطة متوسط قيم ال NDVI لمنطقة الدراسة من عام 2010 إلى عام 2015 لتاريخ 9 حزيران	32
16	خريطة متوسط قيم ال NDVI لمنطقة الدراسة من عام 2010 إلى عام 2015 لتاريخ 25 حزيران	32
17	خريطة متوسط قيم ال NDVI لمنطقة الدراسة من عام 2010 إلى عام 2015 لتاريخ 11 تموز	33
18	خريطة متوسط قيم ال NDVI لمنطقة الدراسة من عام 2010 إلى عام 2015 لتاريخ 27تموز	34

19	خريطة متوسط قيم ال NDVI لمنطقة الدراسة من عام 2010 إلى عام 2015 لتاريخ 12 أب	34
20	خريطة متوسط قيم ال NDVI لمنطقة الدراسة من عام 2010 إلى عام 2015 لتاريخ 30 أب	35
21	خريطة متوسط قيم ال NDVI لمنطقة الدراسة من عام 2010 إلى عام 2015 لتاريخ 13 أيلول	35
22	خريطة متوسط قيم ال NDVI لمنطقة الدراسة من عام 2010 إلى عام 2015 لتاريخ 29 أيلول	36
23	خريطة متوسط قيم ال NDVI لمنطقة الدراسة من عام 2010 إلى عام 2015 لتاريخ 16 تشرين الأول	37
24	خريطة متوسط قيم ال NDVI لمنطقة الدراسة من عام 2010 إلى عام 2015 لتاريخ 31 تشرين الأول	37
25	خريطة متوسط قيم ال NDVI لمنطقة الدراسة من عام 2010 إلى عام 2015 لتاريخ 16 تشرين الثاني	38
26	خريطة متوسط قيم ال NDVI لمنطقة الدراسة من عام 2010 إلى عام 2015 لتاريخ 2 كانون أول	39
27	خريطة متوسط قيم ال NDVI لمنطقة الدراسة من عام 2010 إلى عام 2015 لتاريخ 18 كانون أول	39
28	تكرارية درجات الجفاف وفق دليل الهطل القياسي	42
29	تكرارية درجات الجفاف وفق دليل حالة الغطاء النباتي VCI	43
30	تكرارية درجات الجفاف وفق دليل الحالة الجفافية AA	44
31	تكرارية درجات الجفاف وفق دليل القيم الشاذة للدليل النباتي NA	44
32	تكرارية درجات الجفاف حسب المؤشر القياسي للدليل النباتي SNI	45
33	المناطق الأكثر تكرارية لكل درجات الجفاف	46
34	تغيرات الغطاء النباتي ما بين عامي 2016-2019خلال شهر الربيع وفق قيم الNDVI لمنطقة الدراسة	48-47
35	تغيرات قيم الدليل النباتي في ست مناطق تم اختيارها من منطقة الدراسة ما بين عامي 2016-2019	51-50-49
36	تقسيم مناطق الدراسة إلى 152 منطقة	52
37	تغيرات قيم الدليل النباتي في منطقة وادي المسرب ما بين عامي (2014-2019)	53
38	تغيرات قيم الدليل النباتي في منطقة كباجب ما بين عامي (2015-2019)	54
39	تغيرات قيم الدليل النباتي في منطقة أم سبأ ما بين عامي (2015-2019)	55
40	تغيرات قيم الدليل النباتي في منطقة بيت حسون الأحمد ما بين عامي (2015-2019)	56

41	شكل يوضح كيفية تقسيم منطقة ال200 كم2 إلى مناطق أقل منها مساحة حتى 200م	57
42	تغيرات قيم الدليل النباتي في المناطق الأقل مساحة من 200كم2 إلى 200م	66-58
43	التوزع المكاني للتغطية النباتية في منطقة الدراسة ما بين عامي 2010 و2018	67
44	المناطق التي تغطيها الرمال في منطقة الدراسة للأعوام 2010-2014-2018	70-69
45	العلاقة الخطية بين المؤشرات المدروسة في التغطية الرملية لعام 2010	72
46	العلاقة الخطية بين المؤشرات المدروسة في التغطية الرملية لعام 2014	73
47	العلاقة الخطية بين المؤشرات المدروسة في التغطية الرملية لعام 2018	74
48	صورة عاصفة غبارية للقمر MODISتمر بمنطقة الدراسة	75
49	العواصف الغبارية لصور MODISو NOAA	76
50	الأراضي المفلوحة في منطقة الدراسة في عام 2019	78
51	صورة أراضي مفلوحة في منطقة الدراسة في بداية فترة نمو المحاصيل	79
52	صورة أراضي مفلوحة في منطقة الدراسة في متوسط فترة نمو المحاصيل	79
53	صورة أراضي مفلوحة في منطقة الدراسة في نهاية فترة نمو المحاصيل وفلاحة الأراضي من جديد	79
54	خريطة تبين درجات التصحر في منطقة الدراسة في عام 2010 حسب تقرير الأمم المتحدة نيروبي1977	80
55	خريطة تبين درجات التصحر في منطقة الدراسة في عام 2018 حسب تقرير الأمم المتحدة نيروبي1977	81

فهرس الجداول

رقم الجدول	الجدول	رقم الصفحة
1	قيم وفئات المؤشرات المستخدمة لتحديد درجة الجفاف	19
2	تكرارية درجات الجفاف المطري في محطات البادية السورية	41
3	تغيرات الغطاء النباتي في منطقة الدراسة خلال الفترة ما بين عامي 2010-2018	66
4	مساحة الرمال في منطقة الدراسة خلال الفترة ما بين عامي 2010-2018	69
5	مصفوفة الارتباط بين المؤشرات المدروسة في التغطية الرملية لعام 2010	71
6	مصفوفة الارتباط بين المؤشرات المدروسة في التغطية الرملية لعام 2014	73
7	مصفوفة الارتباط بين المؤشرات المدروسة في التغطية الرملية لعام 2018	74

1.المقدمة:

- إن تعاقب فترات الجفاف على البادية أدى إلى تعرض الغطاء النباتي الطبيعي للتدهور كماً ونوعاً؛ إذ تعد البادية ثروةً طبيعيةً متجددةً قادرةً على إنتاج نباتات متنوعة ذات دور فعال في حفظ التربة وتثبيتها والحد من مظاهر التصحر، وخاصة في حال غياب العامل البشري فيها، والمشكلة الرئيسة للبادية في المناطق الجافة موسمية الإنتاج وتذبذبه من عام إلى آخر حسب الظروف المناخية من: (أمطار وجفاف وعواصف ترابية).
- والسؤال المهم، ماهي التغيرات الحاصلة في الغطاء النباتي في السنوات الماضية والمستقبل المتوقع في ظل التغيرات المناخية والسياسة الرعوية الحالية وآليات الحماية المتبعة؟

أدت الإدارة الخاطئة للموارد الأرضية والرعوية المتمثلة بفلاحة البادية، وتدمير المراعي الطبيعية، وغياب برامج الرعي المنظم مع مرور الزمن إلى كسر في التوازن الحرج بين عناصر الوسط البيئي الهش للبادية، وتسارع عمليات الانجراف الريحي وتكرارية العواصف الترابية مما أدى إلى تدهور المراعي الطبيعية، و تراجع قدرتها الإنتاجية و تعرية التربة من غطائها النباتي، وإيقاف عملية تزويدها بالمخلفات النباتية، وتدني عملية تشكل الدبال وتراكم المادة العضوية، وتدهور بناء التربة، وخفض معدل الرشح والاحتفاظ به، ومن ثم زيادة جفاف الأراضي وفسح قابلية التربة للانجرافين الريحي والمائي، وضياع التربة مع مرور الزمن وبروز الصخور الأم (الجبس، والكلسية) وشيوع ظاهرة التصحر في المنطقة.

- لعبت الحركة العشوائية للآليات الدور ذاته، وكذلك أدى عدم انتظام توزيع نقاط الإرواء إلى تغيرات كمية ونوعية في تركيبة الغطاء النباتي، إذ بدأت تنتشر النباتات الشوكية والمتحملة للجفاف مثل الصر والحاذ والقتاد الشوكي، وأخذت المراعي تتحول تدريجيًا إلى مراعٍ مؤقتة من الَقبا 5% في بعض المواقع، والنميص، وانخفاض في كثافة التغطية النباتية إلى ما دون 3-5% في بعض المواقع، وأصبح الغطاء النباتي يتكون أساسًا من شجيرات جفافية Eromophyte وأليفة البيئات الرملية Psammophilous:

١- الصر micronata Noeae.

2- العاذر Artimesia sp.

3- الحاذ Cornulaca setifera.

4- الَقبا Poa sinaica.

5- الَنصِي Arristida sp.

6- الَقَتاد الشوكي Astragalus spinosus.

7 - السِلماس Artimisia scoparia.

8- النميص Carex stenophylla.

أهم المجتمعات النباتية الموجودة في البادية السورية:

•أشجار أو شجيرات شبه سهبية في المناخ شبه الجاف والجاف مثل (البطم الأطلسي Pistacia atlantica و السماق Rhamuus palestina).

•شجيرات أو تحت شجيرات شبه سهبية في المناخ الجاف مثل (الروثا Salsala vermiculata والعذمStipa sp والقبا Poa sp).

•مجتمعات شبه سهبية أو صحراوية في المناخ الجاف والجاف جدًا مثل (الشيح Artimisia herba albaوالرمث Anabasis setifera والشنانHaloxylon salicornicum).

• عانت سورية في الآونة الأخيرة من تغير في مساحة الأراضي الزراعية و لا سيما باتجاه تقلصها نتيجة لبعض العوامل التي يأتي في مقدمتها الجفاف حيث تعرضت لموجة جفاف أدت إلى تضرر المحاصيل الزراعية و لاسيما البعلية و التي تقع في مناطق الاستقرار الثالثة و الرابعة الأمر الذي أدى إلى خروج هذه الأراضي مع تتالي سنوات الجفاف و قلة الهطل المطري من الزراعة وتحولها إلى أراضٍ غير مزروعة وهو الأمر الذي تطلب دراسة هذه الظاهرة و تتبع التغير في مساحة الأراضي الزراعية بشكل عام و المحاصيل بشكل خاص و تأتي أهمية استخدام تقانات الاستشعار عن بعد بميزاتها المختلفة في تنفيد مثل هذه الدراسات حيث تؤمن الصور الفضائية من نوع MODIS بقدرة مكانية 250 م الدليل النباتي NDVI الذي سوف يكون المعيار لتتبع مساحة الاراضي الزراعية ومراقبة الجفاف. إذ يعد الجفاف من أحد الظواهر الطبيعية التي تؤثر سلباً على الحالة الاقتصادية والوضع الاجتماعي للمجتمع البشري خاصة من خلال تواتره وشدة حدوثه، لذا من الضروري دراسة الجفاف بشكل تفصيلي والتنبؤ بحدوثه بهدف المحافظة على زيادة الإنتاج الزراعي والتقليل ما أمكن من أثار الجفاف السلبية الاقتصادية والاجتماعية. ، وتعتبر منطقة البادية التي تغطي نسبة 55% من مساحة القطر أكثر المناطق قابلية للتعرض للجفاف في سورية، إذ يقع الجزء الأكبر منها في محافظة حمص حيث تضم 35% من مجموع البادية، لقد أدى الجفاف إلى خروج مساحات واسعة من الأراضي الزراعية البعلية من الاستثمار بشكل متزايد وخفض قيمة الإنتاج الزراعي.

- يعرف التصحر (Desertification) بأنه الأرض للتدهور في المناطق الجافة وشبه القاحلة والجافة وشبه الرطبة يؤدي الى فقدان الحياة النباتية والتنوع الحيوي فيها، ويؤدي ذلك الى فقدان التربة السطحية ثم فقدان قدرة الأرض على الإنتاج الزراعي ودعم الحياة الحيوانية والبشرية (UN, 1994; Reynolds and Stafford Smith, 2002). ويعني تدهور أو فقد الإنتاجية الحيوية أو الاقتصادية في المناطق المتأثرة به وتعقيد العمليات الزراعية في الظروف البعلية والمروية كذلك في مراتع الماشية والمراعي والغابات والحراج نتيجة سوء استعمال الأراضي أو نتيجة جملة عمليات ضارة بالبيئة.
- تلعب الأقمار الصناعية دوراً مهماً في مراقبة العواصف الرملية والغبارية إذ يمكن كشف العاصفة على مستوى محلي وإقليمي بدقة عالية جدا؛ إذ أظهر علم الاستشعار عن بعد أنه علم ذو قيمة كبيرة في الكشف والتنبؤ، ومن الضروري مراقبة الكوارث بدقة زمنية ومكانية.
- الاستشعار عن بعد (RS) إلى جانب نظم المعلومات الجغرافية (GIS) يقدم إسهاماً مهماً وفعالاً في مراقبة حركة التغطية الرملية والعواصف الغبارية.
- استخدمت تقانات الاستشعار عن بعد ونظم المعلومات الجغرافية من قبل العديد من الباحثين في دراسة التغيرات المناخية للتغطية الرملية، وهجرة التغطية المتحركة، ومراقبة الجفاف وتقدير التصحر ومراقبته.

2. مبررات الدراسة:

1- مبررات عامة :

يعتبر هاما لدى الكثير من مراكز البحث العلمي على مستوى العالم المهتمة بالشؤون البيئية ضرورة إجراء مراقبة مستمرة (constant monitoring) لكثير من المواقع البيئية (البادية، الغابات، المراعي، الخ.) خلال فترات معينة لمعرفة التغيرات التي تطرأ على هذه المواقع بمنحى (إيجابي أو سلبي) وأسبابها لأخذها بعين الاعتبار من أجل الإدارة السليمة.

2- مبررات خاصة:

شهدت البادية السورية الكثير من النشاطات البشرية قبل وخلال فترة الأزمة فهذا مبرر أساسي للبحث وذلك من أجل رصد التغيرات التي طرأت على البادية تحت تأثير عوامل التصحر (فلاحة، رعي جائر، الحركة العشوائية للأليات...) ومن المبررات الأخرى الخاصة بهذا الدراسة معرفة أثر التغيرات المناخية المتزامنة مع مثل هذه الأنشطة (معدلات الأمطار ودرجات الحرارة).

3. أهداف الدراسة:

يهدف البحث إلى دراسة تغيرات حالة التصحر في منطقة الدراسة خلال الفترة ما بين عامي 2010 – 2017 بالتعرض الى الموضوعات التالية:

1.3 - دراسة التغيرات الحاصلة على الغطاء النباتي.

2.3 - دراسة التغيرات في المساحة التي تغطيها الرمال.

3.3 - دراسة التغيرات في انعكاسية التربة وربطها بعامل الجفاف.

3.4 - دراسة نشاط العواصف الغبارية في المنطقة.

3.5- دراسة حالة سطح التربة بسبب الحركة العشوائية للاليات عليها، مساحة الأراضي المفلوحة.

4. الدراسة المرجعية:

تشير خارطة الترب في سورية إلى أن حوالي 50 % من أراضي القطر تقع تحت رتبة الأراضي الجافة وتظهر تحت خط مطري أقل من 250 مم، وهذه الأراضي غير صالحة لزراعة الحبوب عمومًا؛ وذلك لأن زراعة القمح والشعير في البادية السورية تعد تجربة غيرمجدية بالإضافة إلى كونها مغامرة اقتصادية محفوفة بالمخاطر؛ لأن متطلبات الشعير المائية الدنيا بحدود 250 مل (Ilaiwi،1985).

تشير الدراسات السابقة إلى أن الزراعات البعلية توسعت في البادية بدءًا من منتصف الثمانينيات حيث بلغت 36.000هكتارًا في عام 1982 ، وارتفعت إلى 218000هكتارًا في عام 1985 ، ثم تضاعفت إلى552.000 هكتارًا في عام 1990 ، وكان لهذا التوسع الكبير في الزراعة المطرية تأثيرًا مدمرًا للغطاء النباتي الطبيعي وتخريباً للطبقة السطحية من التربة، وزيادة في قابلية هذه الأراضي للانجراف الريحي في فترات زيادة فعالية النظام الريحي التي تسود في أشهر الجفاف خاصةً (وزارة الزراعة، 1994) ، ومن أهم الخصائص الأرضية المؤثرة في قابلية التربة للانجراف الريحي وزيادة شدة العواصف الترابية في البادية السورية مثل قوام التربة السلتي وارتفاع نسبة كربونات الكلسيوم، وتدني ثبات البناء (عسكر، 1991) وتشير معدلات الأمطار في البادية الشرقية (محطة دير الزور المناخية) إلى أن المعدل السنوي لا يتجاوز 160 مم، كما تبين من خلال تحليل كمية الأمطار السنوية لفترة 20 سنة على أن 70 % من هذه السنوات لم تصل فيها كمية الأمطار إلى المعدل العام السنوي، وفي بعض السنوات لم تتجاوز كمية الأمطار 30 % من المعدل العام السنوي (أطلس سورية المناخي ,1977). ولقد انعكست سيطرة هذه الظروف المناخية سلبًا على الزراعات البعلية في البادية وأدت إلى إخفاقها التام وإلحاق الضرر بالنظم البيئية الطبيعية للبادية وكسر الاتزان الطبيعي القائم بين عناصر الوسط البيئي.

تعد صور الأقمار الصناعية وسيلة هامة لمراقبة غطاء سطح الأرض والتغيرات الجارية عليه باستمرار؛ إذ تتطلب عملية المراقبة السريعة تطبيقاً لتقنيات معينة لتمييز نمط الصورة ومن بين هذه التقنيات استخدام تقنيات كشف التغيير.

إن كشف التغيير هو عملية تمييز الاختلافات في حالة الأجسام أو الظواهر وذلك بملاحظتها في فترات زمنية مختلفة، إذ يتضمن القدرة على تحديد التأثيرات الزمنية باستخدام مجموعة بيانات متعددة الأزمنة (Arsalan and Ahmad، 2013) .

إن أساس استخدام بيانات الاستشعار عن بعد في كشف التغيير، هو أن التغيرات في غطاء الأرض يجب أن تؤدي إلى تغيرات في قيم الإشعاع الذي يستقبله المستشعر، والتغيرات في قيم الإشعاع الناتجة من تغيرات غطاء الأرض يجب أن تكون كبيرة إذا ما قورنت بتغيرات الإشعاع الناتجة من عوامل أخرى مثل اختلاف الظروف الجوية أو اختلاف في زاوية الشمس أو اختلاف في رطوبة التربة.

عمد مشروع مسح الموارد الطبيعية للبادية السورية (أكساد، 2004) إلى بناء قاعدة بيانات شاملة لوضع البادية السورية ودراستها حقلياً مع تفسير بصري بسيط لثلاث صور فضائية نوع LANDSAT5,7 بتواريخ (1993 ،2001 ، 2002)؛ لإظهار ملامح الغطاء الأرضي وتحديد مجموعات الترب وبينت نتائج التحاليل المخبرية للصور الفضائية انخفاض التغطية النباتية بشكل عام وأن الغطاء النباتي يصل إلى أعلى ظهور له خلال شهري أذار ونيسان.

يلعب الغطاء النباتي دوراً رئيسياً في حماية التربة من الانجراف؛ لأنه يشكل طبقة واقية للتربة من التأثير المباشر للرياح؛ لذلك فإن تدهور الشجيرات الرعوية في البادية بفعل الفلاحات والاحتطاب ،وزيادة الضغوط الرعوية و،وتكرار سنوات الجفاف أدى إلى حرمان سطح التربة من غطائها الواقي، ونتيجة الممارسات البشرية السابقة فإن التغطية النباتية تراجعت إلى حدودها الدنيا ،مما أدى إلى حدوث تغيرات نوعية في تركيبة الغطاء النباتي مثل: سيادة النباتات الجفافية، والحوليات المؤقتة مثل: االنميص، والحاذ، والقتاد الشوكي، واختفاء الأنواع الرعوية الجيدة مثل الشيح والروثا والهربك والرمث والنيتون والعذم (عسكر،2016).

حدّد الباحثون الخصائص العامة المتوقعة للمراعي الجّيدة في جميع أنحاء سورية، وكانت الخصائص بمنزلة تقريب للأوصاف البيئية السائدة في كل منطقة وتأثيرها في الغطاء النباتي، كما ساعدت على تحديد مؤشرات تدهور التربة في تلك المناطق، واستنتجوا وجود حالة من تدهور الغطاء النباتي والتربة في البادية السورية بدرجات متفاوتة، بالإضافة إلى وجود تدهور شديد في المناطق الجافة، وتطرقت الدراسة إلى فعالية نظام الحمى وحماية الغطاء النباتي من التدهور جزئياً. ويمكن أن تُبنى قاعدة بيانات يمكن أن تكون مفيدة في المستقبل عند دراسة مؤشرات حالة الغطاء النباتي وعلاقته بتدهور التربة في سورية، ومع ذلك اقترح الباحثون أن الدراسة تحتاج إلى طريقة أكثر دقة لتقييمها في المستقبل لتوفير نتائج يمكن الاعتماد عليها. وتراجعت مساحات

المراعي بشكل أدى إلى انخفاض الثروة الحيوانية ومنتجاتها (أسعد، 2000. وكيلاني وزملاؤها، 2000).

أيضاً ذكر،(Hamadalla , 2001) أن جفاف عام 1999سبب في سورية خسائر وصلت إلى (40 %) في إنتاج مجموعة الحبوب النجيلية وانخفاضاً في إنتاج المواشي.

وجد (Thenkabail وزملاؤه، 2004) باستخدام بيانات الاستشعار عن بعد في جنوب غرب آسيا أن الجفاف قد أثر على أكثر من مئة مليون إنسان في الفترة (من 2000 إلى 2003).

تجدر الإشارة إلى قلة الدراسات التي تحدد الأماكن والمناطق المعرضة لفترات الجفاف وآثاره الاقتصادية والاجتماعية في سورية، بما يستدعي الاستفادة من بيانات الاستشعار عن بعد التي تؤمن المراقبة المستمرة لجميع عناصر ظاهرة الجفاف ضمن نظام متكامل يقوم على مراقبة هذه الظاهرة و تحليلها ومن ثم التنبؤ بحدوثها وتقدير الضرر الذي تحدثه، وتحديد المناطق المتأثرة بالجفاف بدرجاته المختلفة وتكراره وانتشاره واتجاهه، مع تحديد الفترات الجافة لتقديم المعلومات اللازمة للدارسين والباحثين بهدف دراسة الآثار الاقتصادية والاجتماعية للجفاف على المناطق المتضررة، ومن ثم اقتراح الوسائل الكفيلة بالحد من الآثار السلبية للجفاف بالتركيز على إدارة المخاطر في التعامل مع الجفاف وذلك من خلال خطط التنمية للمناطق المتعرضة للجفاف وسياستها.

دُرست كفاءة مؤشرات الجفاف الزراعي **VCI** (Vegetation Condition) Index و**SPI** (Standard Precipitation Index) لتقدير ظروف الجفاف في شرقي أذربيجان للسلسلة الزمنية 2000-2011 وبينت نتائج استخدام دليل VCI أن السنوات 2001 و 2008 و 2000 و 2009 كانت معدلات الجفاف فيها الأعلى والسنوات 2010 و 2003 الأقل جفافاً وقد اشتق هذا الدليل من صور الأقمار الصناعية.MODIS_NDVI ، ولتقييم النجاح، تم حساب مؤشر الهطل القياسي (SPI) في تسع محطات على مقياس زمني يتراوح بين ثلاث أشهر و أربع سنوات .وبحسب مؤشر SPI كان عاما، 2008 و2001، الأشد جفافاً و2010 و2003 الأقل جفافاً .وبينت النتائج أنه بالنسبة إلى تقييم الجفاف الزراعي من خلال بيانات الاستشعار عن بعد، VCI كان نموذجا ممتازا، ولاسيما في المناطق التي كانت فيها محطات الطقس متفرقة، أو في المناطق التي لم يكن فيها نموذج يمكن استخدامه لتقدير الجفاف.

قام (Shofiyati وزملاؤه 2014) بتحليل مؤشر الجفاف الجوي (SPI) من البيانات اليومية والشهرية للهطول المطري للسنوات العشرة الماضية .في حين تم دراسة مؤشر الجفاف الزراعي من خلال مراقبة سلوك بعض المؤشرات (NDVI، LST، VHI، VCI،EVI) كل ستة عشر يوما المشتقة من بيانات التوابع الصنعية MODIS،MTSAT، AMSR-E في فترة أربع سنوات لغرب مقاطعة جاوا في اندونيسيا وقد تم تطوير نظامين للمعلومات:

1) لمراقبة الجفاف الزراعي
2) لمراقبة الجفاف المناخي

وأشارت النتائج إلى أن النموذج المطور باستخدام دليل VHI يدل على إشارة مبكرة إلى الجفاف لحقول الأرز، ويساعد ذلك الحكومة أو الموظفين الميدانيين في إجراءات الإدارة السريعة لمنطقة الجفاف المشار إليها؛ حيث وُضع نموذج لرصد أثر الجفاف على إنتاج الأرز باستخدام نموذج متكامل يستند إلى صور الأقمار الصناعية لتكون أنظمة متقدمة وفعالة في نشر معلومات الجفاف مكانيا.

قام (YAN وزملاؤه، 2016) بتطوير نظام تشغيلي لمراقبة الجفاف في الصين وقد اعتمد على مكونات مختلفة مثل بيانات الصور الفضائية، ثم معالجة البيانات، وحساب المؤشرات الجفافية (NDVI، EVI،VCI، VHI، LST)، ثم رصد الجفاف والتحليل، ونشر المعلومات .

تم اختبار النظام عن طريق رصد ظروف الجفاف في أوائل ربيع عام 2009 في حوض هاي في الصين، وتمت مقارنة النتائج مع المؤشرات القائمة على البيانات في الموقع؛ إذ وُجد أن النظام قادر على رصد التباين المكاني في الغطاء النباتي نتيجة الظروف المنسوبة إلى الجفاف. تم استخدام مؤشر الجفاف التقليدي بالاعتماد على بيانات الأرصاد الجوية والبيانات حول الإنتاجية لتقييم أداء النظام. وُجدت علاقة ارتباط قوية بين دليل VHI ودليل SPI لمناطق الزراعة البعلية، وكانت العلاقة بين النسبة المئوية لمساحة المناطق الجافة.

طور الباحثون وسائل غير مباشرة في مراقبة التغطية الرملية والتصحر وذلك باستخدام تقنيات الاستشعار عن بعد، وتدعى هذه الطرق غير المباشرة بمؤشرات مراقبة التصحر (Hoffman, 2002).

يعد كشف التغييرات بمنزلة عملية تحديد التغييرات في حالة المعالم أو الظواهر من خلال مراقبتها وكشفها في أوقات مختلفة، إذ يعد تدهور الأراضي مشكلة اقتصادية واجتماعية وبيئية

كبيرة تثير قلق بلدان كثيرة في جميع أقاليم العالم، ومنها المنطقة العربية التي تقع أراضيها في المنطقتين الجافة وشبه الجافة وتهدد الأمن الغذائي لهذه الدول (الجيلاني وآخرون، 2003).

يلاحظ تكرار حدوث العواصف الغبارية في المناطق الجافة وشبه الجافة، والمناطق المعتدلة، والاستوائية وشبه الاستوائية التي تتميز بترب أو رمال جافة Elaskary et al., 2002, 2003, (2004)، وهي واحدة من الكوارث الخطيرة التي تحدث في شرق آسيا (Gong et al., 2006, 2007 غالباً في الربيع.

تعد ظاهرة العواصف الرملية والغبارية من المخاطر الطبيعية التي تحدث في المناطق الجافة وشبه الجافة بشكل متكرر؛ إذ يطلق عليها بشكل عام العواصف الرملية والعواصف الغبارية التي تسبب تهديدا كبيرا على المناطق العمرانية والأراضي الزراعية، و تعد العواصف الترابية الشكل المتسارع للانجراف الريحي في مناطق الزراعات البعلية، ومع تقادم الزمن يؤدي الانجراف إلى تدهور الأراضي وتراجع قدرتها الإنتاجية ،والواقع أن مساحات كبيرة من أراضي البادية السورية تتعرض لخطر نشوء العواصف الترابية، وقد أوضحت خارطة تدهور التربة بفعل الإنسان أن 18% من مساحة سورية تتعرض لأنواع مختلفة من التدهور، وتعد العواصف الترابية النوع الأخطر للتدهور ويتأثر بها 73% من إجمالي الترب المعرضة للتدهور(عليوي. 1991).

تعد ظاهرة التغطية الرملية أحد أهم المعالم المتشكلة بواسطة الأثر الريحي (Blumberg, 2006).

تحتاج التغطية الرملية في تشكلها إلى توازن حساس بين منابع الرسوبيات الطبوغرافية والطبيعة المناخية للمنطقة.

يتطلب تحولها عادةً إلى مساحات كبيرة من الرمال غطاءً نباتياً قليلاً أو معدوماً، ورياحاً قويةً (بسرعة تتجاوز عتبة سرعة حبيبات الرمال) بالإضافة إلى فترة هبوب رياح طويلة ووحيدة الاتجاه، وطبيعة طبوغرافية مساعدة في عملية الترسيب (Tsoar, 2001).

تطلق التغطية الرملية على أي تراكم لحبيبات الرمل بواسطة الرياح تحت تأثير الجاذبية. توجد التغطية في المناطق التي تكون فيها الرمال سهلة التحرك بواسطة الرياح (Bagnold, 1941)،

وتعد التغطية الرملية إحدى معالم تدهور الأراضي والتي تحدث في الأراضي الجافة وشبه الجافة والتي تقود في النهاية إلى التصحر.

تشير الدراسات إلى أن حوالي (50 %) من أراضي سورية متأثرة بالانجراف الريحي، بالإضافة إلى تمدد التغطية الرملية وحركتها، وذلك بشكل خاص في شمال وشمال شرق سورية.

أظهر (شحادة، 1991) أنه خلال الربيع وأوائل الصيف أكثر ما تحدث به العواصف الغبارية؛ أي في الفترة التي ترتفع فيها درجات الحرارة وتشتد فيها سرعة الرياح؛ إذ إن العواصف الغبارية هي عملية معقدة مركبة تحدث من خلال تفاعل الأرض مع الجو، تتمثل بالتربة المفككة العارية وسرعة الرياح الجافة، حيث تحمل معها الرمال والأتربة من سطح الأرض عندما تزيد سرعتها عن 14 م/ثا، والتي تؤدي بالنتيجة إلى تلوث الهواء وانخفاض الرؤية.

تؤدي العواصف الغبارية التي ازداد حدوثها في السنوات الأخيرة إلى زيادة رقعة الصحراء، وتحريك الرمال ودفعها لتغطي الواحات والأراضي الخصبة، وتبتلع القرى والمجمعات السكنية، وبالتالي موت المزروعات وهلاك الحيوانات، كما يمكن أن تؤثر في التغيرات المناخية (الأشعة الشمسية الواصلة لسطح الأرض)، وأن تلحق أضرارا كبيرة بالناس (Kublitay وزملاؤه، 2003. وKafatos، 2006).

يعد الانجراف الريحي، من أهم مسببات تدهور التربة وأكثرها ضررا في سورية، وتظهر الانجرافات الريحية على السطوح المستوية والمنحدرة، ويمكن أن تنقل حبيبات التربة وخاصة الناعمة منها لمسافة مئات وآلاف الكيلومترات، وإن الظروف المساعدة على حدوث الانجراف الريحي ترتبط بخصائص التربة مثل: القوام والبناء والتماسك ومحتوى التربة من كربونات الكلسيوم، إضافة إلى طبيعة الغطاء النباتي وخصائص الرياح: (السرعة، الاتجاه، الدرجة الإعصارية). واستناداً إلى خريطة تدهور الترب في سورية: يتضح أن الانجرافات الريحية التي تفاقمت بدرجة كبيرة خلال العقود الماضية والناجمة أساساً عن الزراعات البعلية في مواقع غير مناسبة هي الأكثر خطراً، وتقدر مساحة المناطق المتأثرة بهذه الظاهرة بحوالي 25 % من مجموع أراضي البادية السورية.

5.منطقة الدراسة:

تبلغ مساحة سورية نحو 185179.71 كم^2 تشكل الأراضي القابلة للزراعة منها حوالي 32 %، بينما تشغل السهوب والمراعي ما يقارب 45 % والأراضي غير القابلة للزراعة حوالي 20 %، والحراج والغابات حوالي 3%،

تبلغ مساحة منطقة الدراسة **46997.94** كم^2.

يبين (الشكل رقم 1) منطقة الدراسة محاطة باللون الأحمر حيث تشمل مناطق بادية كل من: دير الزور، الرقة، حمص من البادية (الشامية) في الجمهورية العربية السورية، الواقعة في منطقة الاستقرار الخامسة، التي لا يزيد معدل الهطل المطري السنوي فيها عن 200 مم/سنة.

يحدها من الغرب حوض الدو ضمنا، ومن الشمال والشرق وادي الفرات، ومن الجنوب الحماد السوري، وتتضمن هذه المنطقة سهول قصر الحير الشرقي والسخنة والرصافة ومنطقة الكاعيات ومعدان وسهول كباجب وهريبشة.

تتصف البادية السورية بنظام بيئي هش وحساس للتدهور، في حال تعرض هذا النظام لأي خلل في مكوناته وخاصة الأرضية منها، بفعل عوامل بشربة أو مناخية.

يتميز المناخ في هذه المنطقة بالقساوة والقحولة، إذ ترتفع درجة الحرارة صيفا إلى 45 درجة مئوية وتتدنى كميات الأمطار في السنوات الجافة إلى ما دون 50مل (محمود العسكر وزملاؤه، 2006).

كما تتميز الدورة المناخية بتكرار الجفاف مما يضعف النظام البيئي ويجعله أكثر عرضة للتدهور والتصحر. تعد الرياح والأمطار ودرجة الحرارة والسطوع الشمسي والضغط الجوي من أهم عناصر المناخ المؤثرة في الانجراف الريحي.

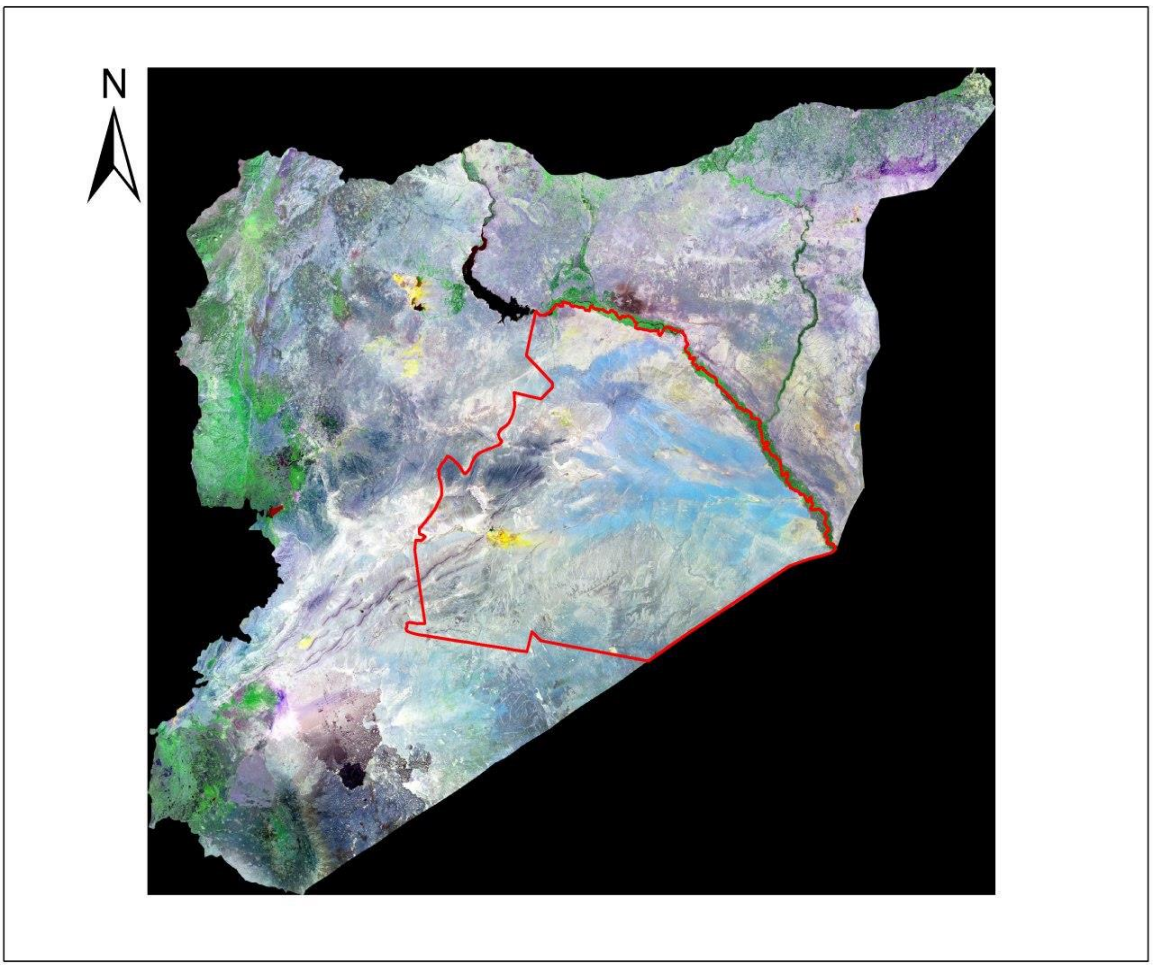
تتصف الأمطار في البادية بانخفاض معدلاتها، وعدم انتظامها وعادة ما تكون الأمطار الربيعية غزيرة وتهطل بشدات عالية مسببة انجراف التربة، وتؤثر الأمطار في عملية الانجراف الريحي من خلال تأثيرها في التغطية النباتية والكثافة النباتية.

تتميز المنطقة بارتفاع معدل السطوع الشمسي وتصل إلى 8.5 ساعة / يوم، وخلال شهر حزيران إلى 12.6 ساعة/يوم إذ إن ارتفاع السطوع يؤدي إلى تسخين الهواء في طبقات الجو السفلى وتشكيل تيارات صاعدة وهابطة تزيد من الدرجة الإعصارية للتيارات الهوائية وبالتالي زيادة

قدرته على إثارة الغبار وحمله كما تؤثر عمليات التسخين على جفاف الطبقة السطحية للتربة وإضعاف مقاومتها لفعل الرياح الجارفة.

تعد الرياح من أهم عناصر المناخ المؤثرة مباشرة في العواصف الغبارية والانجراف الريحي ومن أهم خصائص الرياح المسببة للانجراف الريحي: السرعة والاتجاه ودرجة الإعصارية حيث ظهر أن شدة الانجراف تتناسب طرداً مع مكعب السرعة.

تشكل رتبة الترب الجافة في سورية نحو 50 % من مساحة القطر، وهي تتكون في ظروف المناخ الجاف الصحراوي وشبه الصحراوي. تعد هذه الرتبة من أكثر الترب عرضةً للتصحر، ولا تتوفر المياه للنباتات لفترات طويلة في أثناء الموسم، وتنتشر في بعض تربها الأملاح الذوابة في الماء والنصف ذوابة وقليلة الذوبان، كما يمكن أن يحتوي مقطعها على طبقات طينية أو كلسية أو جبسية، ومعقد امتصاصها مشبع بالقواعد وتضم المجموعات العظمى من الترب (الكلسية، الجبسية، الجافة المتغيرة، الترب الجافة القديمة والترب المالحة).



الشكل رقم (1) منطقة الدراسة في البادية السورية

6.مواد الدراسة:

1. 6.دراسة الغطاء النباتي:

يبين الشكل رقم (2) مخطط البحث والخطوات التي اتبعت في كشف تغيرات الغطاء النباتي لمنطقة الدراسة خلال السنوات المدروسة وفق مراحل المعالجة التالية: المستوى الأول يحوي البيانات الخام من القمر الصناعي والتي يتم عليها عدة أنواع من المعالجة منها الراديو مترية. في حين أن معالجة المستوى الثاني تطبق عليه التصحيحات الإشعاعية المطلوبة. ومعالجة المستوى الثالث تطبق عليه تصحيحات هندسية وإشعاعية لينتج قيمًا على مستوى القمر الصناعي والمستوى

الرابع يتم فيه معالجة الأخطاء الناتجة عن الغلاف الجوي والتصحيح المكاني لينتج قيماً على مستوى الأرض.

- **تحليل الصور الفضائية ومعالجتها:** يتصف كل تابع صنعي بان له مكاسبه الخاصة (Gain) وإزاحته (Offset) على الإشارات المسجلة؛ إذ يستخدمها لإنشاء القيم الرقمية (Digital Numbers) للصورة الفضائية (Ponsو Arcalis،2012) والتي تتراوح حسب الدقة الراديو مترية للتابع، ولهذا عند القيام بمقارنة البيانات المستقبلة من أجهزة استشعار مختلفة يجب تحويلها إلى قيم إشعاع وانعكاس (Ronald، 2005).
- **التحويل إلى انعكاس على مستوى القمر Top of Atmospheric TOA:** يتم تحويل القيم الرقمية (CN) لكل صورة بكسل (i، j) وكل نطاق طيفي (k) إلى قيم انعكاس على مستوى القمر TOA (ρ)، إذ يأخذ هذا التحويل في الاعتبار الطيف الشمسي خارج الأرض المكافئ (Es)، والاتجاه الشمسي الوارد المحدد بواسطة زاوية ذروته (θs) لكل بكسل من الصورة والمعايرة المطلقة (AK) لجهاز MSI للأداة d(t) هو تصحيح تباين مسافة الشمس-الأرض ويحسب وفق المعادلة التالية:

$$P_{K(i,j)} = \frac{\pi \times CN_{K,NTDI(i,j)}}{A_{K,NTDI} \times d(t) \times \cos(\theta(i,j)) \times E_S}$$

($CN_{k,NTDI}$) القيم الرقمية للبيكسل (i، j)

- **التحويل إلى انعكاس على مستوى الأرض Bottom of Atmospheric BOA:**

يتم ذلك باستخدام معادلة تصحيح الغلاف الجوي (Matthew وزملاؤه،2000؛ Felde وزملاؤه، 2003):

$$\rho = \frac{\pi \times (L_\lambda - L_p) \times d^2}{T_v \times [(E_{SUNN_\lambda} \times \cos\Theta_s \times T_z) + E_{down}]}$$

حيث L_p الإشعاع المنعكس النافذ (the path radiance)، T_v ناقلية الغلاف الجوي من الهدف باتجاه القمر، T_z نفاذية الغلاف الجوي باتجاه الإضاءة، **Edown** الإشعاع المنتشر الساقط على الأرض.

- **حساب دليل الغطاء النباتي NDVI : Normalized Difference Vegetation Index**

أحد المؤشرات النباتية الأكثر شيوعاً لدراسة الغطاء النباتي اعتماداً على المجالين الأحمر RED وتحت الأحمر NIR (Rouse وزملاؤه، 1973) وفق العلاقة التالية:

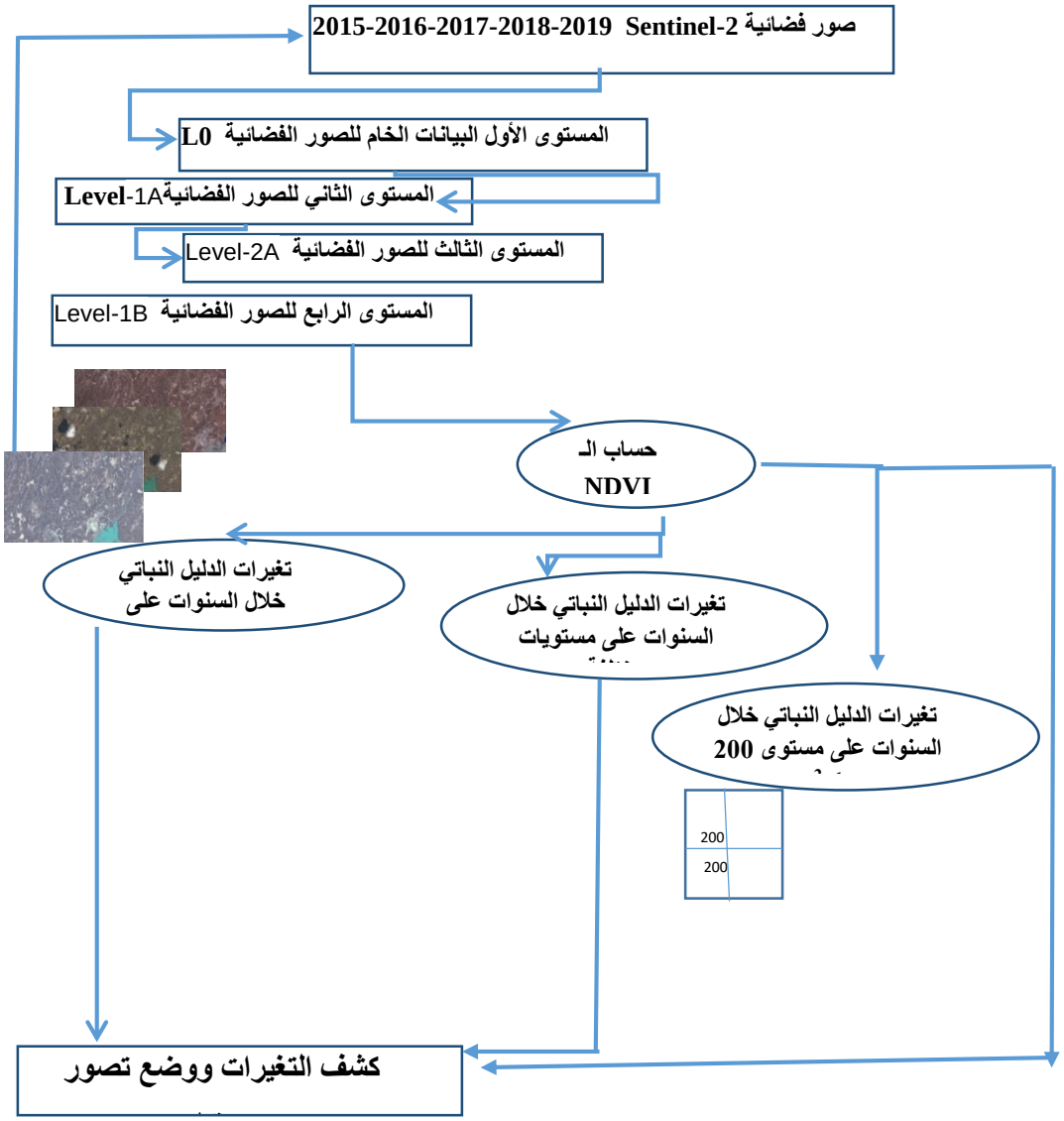
$$\mathbf{NDVI} = \frac{\boldsymbol{NIR - RED}}{\boldsymbol{NIR + RED}}$$

حيث إن NIR هي طول الموجة للحزمة 4 التحت حمراء، R هي طول الموجة للحزمة 3 لصور لاندسات.

تتراوح قيمة ال NDVI بين القيمتين -1 و +1 فكلما كان الغطاء النباتي أكثر كثافة تقترب قيمة ال NDVI من ال +1.

أما في حال تدهور الغطاء النباتي وظهور تكشفات ترابية أو تحصي الصحراء فإن قيمة ال NDVI تقترب من ال -1.

وبالتالي كلما كانت قيمة قرينة الNDVI أقل كلما كانت درجة تدهور الغطاء النباتي أكبر.



الشكل 2. مخطط دراسة الغطاء النباتي

2. 6. دراسة عامل الجفاف:

الصور الفضائية: يعد المستشعر MODIS المحمول على التابع الصنعي تيرا TERRA الذي أطلق عام 1999 والمحمول أيضاً على التابع أكوا AQUA الذي أطلق عام 2002 من أهم المستشعرات التي تعطي صوراً فضائية يومية اشتق منها العديد من المنتجات بعد سلسلة من

مستويات المعالجة المختلفة والتي تصل إلى أربعة وأربعين منتجًا، ومنها صور فضائية تمثل قيم القرينة النباتية NDVI ؛ إذ يتمتع هذا المستشعر بقدرة تمييز طيفية عالية (36 قناة طيفية) إضافة إلى قدرة تمييز مكانية 250م (قناة 1- 2 والممثلتين للقناة الطيفية الحمراء والتحت حمراء اللتين تستخدمان في حساب القرينة النباتية NDVI) و500م (قناة 3-7) و1000م (قناة 8-36) **وتم العمل على مرحلتين كالآتي: <u>الأولى:</u>**

1- تغطي أراضي الجمهورية العربية السورية مشهدين من صور MODIS-MOD13Q1.
2- تحميل المشهدين اللذين يغطيان مساحة الجمهورية العربية السورية.
3- تم إجراء عملية التجميع للمشهدين (الموزاييك Mosaic) الممثلين لأراضي الجمهورية العربية السورية وجميع التواريخ المحملة من 2010 إلى 2015.
4- القيام بعملية الإرجاع لجميع المشاهد وفق نظام الإسقاط العالمي UTM_WGS84.
5- اقتطاع مساحة الجمهورية العربية السورية وفق الحدود الإدارية المعتمدة من وزارة الإدارة المحلية.
6- تحويل القيم الرقمية لكل بيكسل في الصورة إلى قيمة ممثلة للقرينة النباتية NDVI وفق معامل التحويل (قيمة البيكسل/1000).
7- تصنيف الصورة الفضائية الممثلة للقرينة النباتية للجمهورية العربية السورية إلى 13 صفًا.
8- إنتاج الخرائط النهائية للقرينة النباتية NDVI لسورية خلال السلسلة الزمنية 2010-2015 وفق قيم التصنيف المذكورة سابقاً.
9- إنتاج الخريطة القياسية للقرينة النباتية NDVI لسورية خلال السلسلة الزمنية 2010-2015 كل ستة عشر يوماً وفق التواريخ المذكورة سابقاً وهي عبارة عن متوسط قيمة NDVI للسلسلة الزمنية وفق التاريخ المحدد، ليتم تصنيفها وفق قيم التصنيف المذكورة سابقاً.

<u>الثانية:</u> تم استخدام الصور الفضائية ضمن السلسلة الزمنية الشهرية لمدة عشرين عاماً لدراسة الغطاء النباتي وفق عدة أدلة طيفية نباتية تعكس حيوية الغطاء النباتي وحالته الذي يعكس بدوره محصلة المعطيات المناخية من حرارة وأمطار.

ترصد الأدلة الطيفية المستخدمة كل **من:**

1. حالة الغطاء النباتي Vegetation Condition Index (VCI) ويستخدم لدراسة حالة الغطاء النباتي، وتحسب قيمة هذا الدليل كنسبة مئوية باستخدام المعادلة التالية (Kogan، 2000):

VCI = (NDVI j-NDVI min) / (NDVI max- NDVI min) * 100

حيث إن: NDVI j يمثل متوسط دليل الاختلاف النباتي و NDVI min يمثل أصغر قيمة لدليل الاختلاف النباتي لفترة معينة بينما NDVI max يمثل أعظم قيمة لدليل الاختلاف النباتي لفترة معينة.

2. الحالة الجفافية Aridity Anomaly (AA) ويستخدم لتصنيف الجفاف الزراعي إلى أنماط مختلفة ويحسب وفق المعادلة التالية (Ramesh وزملاؤه، 2003):

AA = (NDVIj- NDVImean) / NDVImean *100

حيث إن: NDVIj قيمة الدليل NDVI خلال موسم النمو وNDVImean متوسط قيم NDVI خلال مدة زمنية.

3. القيم الشاذة للدليل النباتي (NDVI Anomaly) الذي تم حسابه بالمعادلة التالية (Murali وزملاؤه، 2008):

NDVI anomaly= ((NDVI maxi – Mean NDVI max)/ (MeanNDVImax)) *100

NDVImaxi يمثل القيم العظمى لدليل الاختلاف النباتي و MeanNDVImax يمثل متوسط القيم العظمى لدليل الاختلاف النباتي لفترة معينة بينما MeanNDVImax يمثل متوسط القيم العظمى العام.

4. الدليل القياسي لقيم الدليل النباتي SNI (Standard NDVI Index) الذي تم حسابه بالمعادلة التالية (Ibrahim، 2014):

SNI =(NDVI ij – NDVI im) / σ

SNI يمثل قيمة الدليل القياسي لقيم الدليل النباتي، NDVIij يمثل قيمة دليل الاختلاف النباتي (NDVI) لمنطقة معينة في فترة معينة بينما يمثل NDVIimمتوسط قيمة دليل الاختلاف النباتي (NDVI) للمنطقة نفسها ، σ هو الانحراف المعياري لدليل الاختلاف النباتي (NDVI).

5. دليل الهطل القياسي Standard Precipitation Index (SPI) الذي يرصد توزع الأمطار السنوي بدرجاته المختلفة ويتم حساب دليل الهطل القياسي عن طريق تطبيق المعادلة التالية (McKee وزملاؤه، 1993):

$$SPI = (Xij - Xim) / \sigma$$

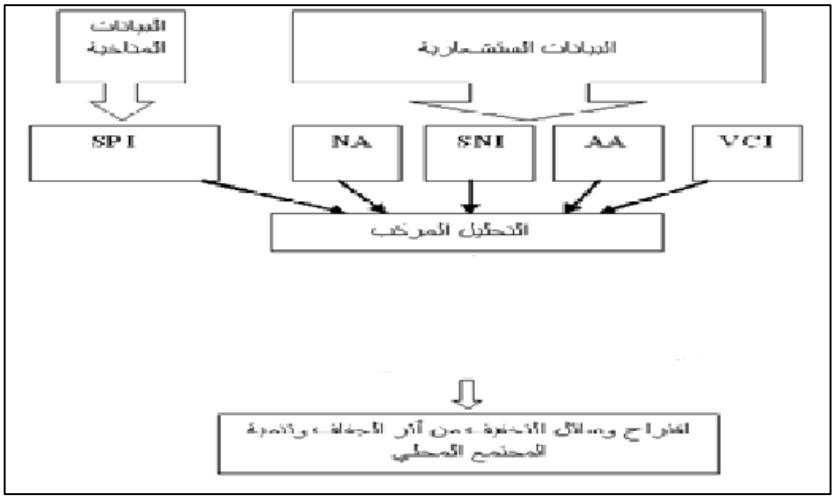
حيث: SPI: دليل الهطل القياسي، Xij: الهطل، Xim: متوسط الهطل المطري وQ: الانحراف المعياري للهطول.

يبين الجدول 1، (Ibrahim، 2014) قيم وفئات المؤشرات المستخدمة لتحديد درجة الجفاف فيما يبين الشكل (3) مخطط البحث.

جدول (1) قيم وفئات المؤشرات المستخدمة لتحديد درجة الجفاف

التصنيف	الفئة	الطبيعي	الجاف		
		طبيعي إلى	خفيف الجفاف	متوسط الجفاف	شديد إلى حاد
الدليل	VC	65 _ 100	50 _ 65	35 _ 50	0 _ 35
	AA	0 <	-1 _ -25	-26 _ -50	-50 >
	SNI	0 <	0 _ - 0.99	-1 _ -1.5	- 1.5 >
	NA	0 <	0 _ -10	-10 _ - 25	-25 >
	SPI	0 <	0 _ -0.99	-1 _ -1.5	-1.5 >

(Ibrahim، 2014)



الشكل (3). مخطط دراسة عامل الجفاف

3. 6 دراسة دليل التغطية الرملية NDSI:

تم اقتراح هذا المؤشر**Normalized Difference Sand Index) NDSI**) في هذه الدراسة لتحديد وجود التغطية الرملية والرمال المتحركة في منطقة الدراسة وتوضيحها. ويتم حسابها من نسبة حزمة (SWIR) وحزمة (R) في صور لاندسات باستخدام المعادلة التالية:

$$\mathbf{NDSI} = \frac{\boldsymbol{SWIR - RED}}{\boldsymbol{SWIR + RED}}$$

حيث إن: (SWIR2) هي طول موجة الحزمة 6 في لاندسات-5، الحزمة 11 في لاندسات 8، و (R) هي طول الموجة للحزمة 3 لصور لاندسات.

1. 3 . 6 "TCW" Tasseled Cap Wetness Indicator:

تم تحديث مؤشر الرطوبة لعملية التحويل (TCW) من قبل (Crist , E. P, 1985) لاستخدامها في صور لاندسات (5 و8). تم استخدامها هذه المعاملات لتحديد كمية الرطوبة الممسوكة من قبل النبت أو التربة، ولذلك أعطيت مصطلح الرطوبة، بالإضافة إلى المؤشرات الأخرى المشار إليها بـ النبت وسطوع التربة. تم استخدام برنامج (ERDAS) لاشتقاق صور الـ (TCW) من صور لاندسات المتضمنة (Brightness, Greenness, and Wetness).

2. 3. 6 درجة حرارة السطح "Land Surface Temperature "LST:

تم استخدام الحزم الحرارية لصور اللاندسات كمصدر للمعلومات الحرارية. تم معايرة درجة الحرارة للحزم الحرارية لإعطاء قيم درجة حرارة الأرض باستخدام المعادلات التالية:

L=Lmin+ ((Lmax - Lmin) /255) *Q) (3)

T=K2/ (ln (K1/L+1)) (4)

Where:

L: Value of Radiance in Thermal Infrared.

T: ground temperature (k).

Q: digital record.

K1, K2: calibration coefficients.

K1=607.76 (Landsat-5) 480.8883 (Landsat-8) watts/ (meter squared * ster* µm)

K2=1260.56 (Landsat-5) 1201.1442 (Landsat-8) Kelvin

Lmin= watts / (meter squared * ster* µm)

Lmax= watts / (meter squared * ster* µm)

أخيراً، تم تحويل درجة الحرارة الناتجة محسوبة بالكلفن إلى درجة مئوية، وذلك بطرح 273.15 من قيم الكلفن.

4. 6 تتبع العواصف الغبارية:

تم استخدام طريقة جديدة في تحليل البيانات وذلك باستخدام منصة تسمى (Google Earth Engine) موضحة بالشكل (4). تم استخدامها في كتابة نص برمجي لاستخراج صورة توضح العواصف الغبارية في منطقة البادية؛ إذ تم استخدام صور من نوع (NOAA CDR AVHRR) وصورة من نوع (MODIS) للتاريخ نفسه وملاحظة مدى التطابق في دراسة العواصف الغبارية.

يحوي سجل بيانات المناخ صوراً من انعكاس السطحي اليومي ودرجات حرارة السطوع المستمدة من أجهزة الاستشعار ذات الدقة العالية.

الشكل رقم (4) منصة (Google Earth Engine)

5 . 6 دراسة الأراضي المفلوحة:

تم حصروحساب مساحات الأراضي المفلوحة في منطقة الدراسة، بالاعتماد على الدليل النباتي Green Normalized Difference Vegetation Index (GNDVI)، بمواعيد مختلفة (وبخاصة في وقت ظهور المحاصيل كالقمح والشعير) ، ورسم حدود الحقول يدويا بالاعتماد على شكل الحقل والقيمة العالية للدليل حيث تم حساب GNDVI وفق العلاقة:

$$\mathbf{GNDVI} = \frac{\boldsymbol{NIR - GREEN}}{\boldsymbol{NIR + GREEN}}$$

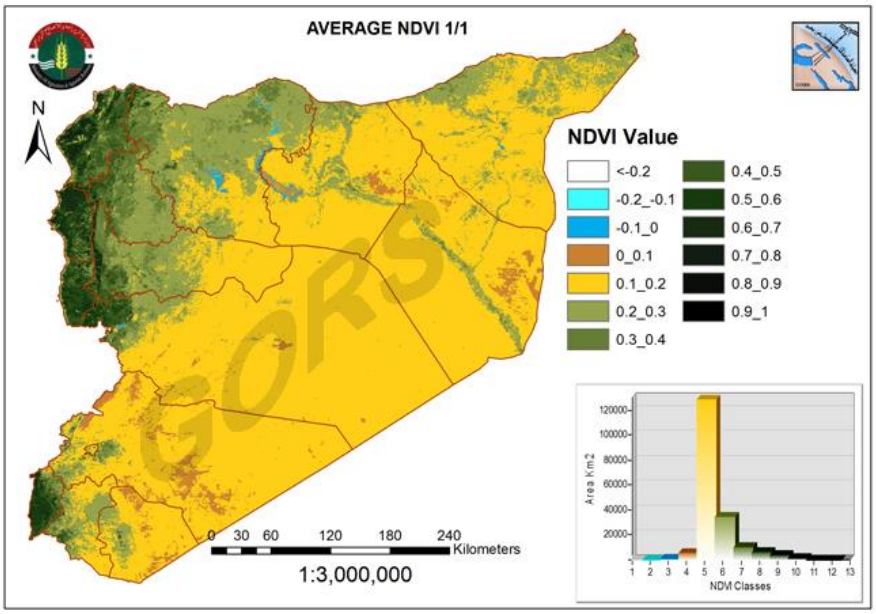
7. النتائج والاستنتاجات:

1. 7 النتائج:

1. 1. 7 الجفاف: دليل NDVI للسلسلة الزمنية 2010- 2015:

1- دليل NDVI لتاريخ 1 كانون الثاني: يمثل الشكل (5) خريطة لمتوسط قيم الـ NDVI لسورية من عام 2010 إلى عام 2015 لتاريخ 1 كانون الثاني ، من دراسة متوسطات قيم الـ NDVI للسلسلة الزمنية في هذا التاريخ، لوحظت تغيرات في هذه القيم من عام إلى آخر، فقد سُجلت القيم 0.204، 0.168، 0.174، 0.221، 0.171، 0.219 على التوالي من عام 2010 إلى 2015. ولدى المقارنة مع قيمة NDVI للسنة القياسية (متوسط السنوات المدروسة) لهذا التاريخ والمسجلة للقيمة 0.189. 2011 و2012 و2014 سنوات جافة كونها مسجلة لقيم NDVI أقل من القيمة القياسية لهذا الدليل وأن باقي السنوات ضمن السلسلة كانت خصبة لتسجيلها قيمة NDVI أعلى من القيمة القياسية لهذا الدليل. كما لوحظ أن أعلى قيمة قد سجلت لهذه القرينة كانت في أعوام 2013 و2015 و2004 وبلغت 0.221 و0.219 و0.214 على التوالي . وبالعودة إلى الصفوف الثلاثة عشرة المصنفة وفقاً لقيم الـ NDVI لوحظ أن الغطاء النباتي ضمن مساحة البادية السورية يكون ضعيفًا جداً إلى معدوم كما يمكن أن ينضم إلى هذه المساحة أماكن الزراعات البعلية في السنوات الجافة مما ينعكس زيادة على مساحة هذين الصفين في السنوات الجافة ونقصاً في السنوات الخصبة أو غير الجافة وبالتالي تزداد مساحة هذين الصفين وتنقص بناءً على درجة الجفاف السنوية فقد سجلت مساحة تقدر بـ 111462و115418

كم^2 ما بين عامي 2015 و2013 على التوالي بنسبة قدرها 58 و60.1 % من مساحة سورية على التوالي في حين كانت هذه المساحة 154417 كم2 في عام 2014 بنسبة تقدر80.45% من مساحة سورية بما يتوافق مع ما جاء من متوسط عام لقيم NDVI لهذه السلسلة في هذا التاريخ.

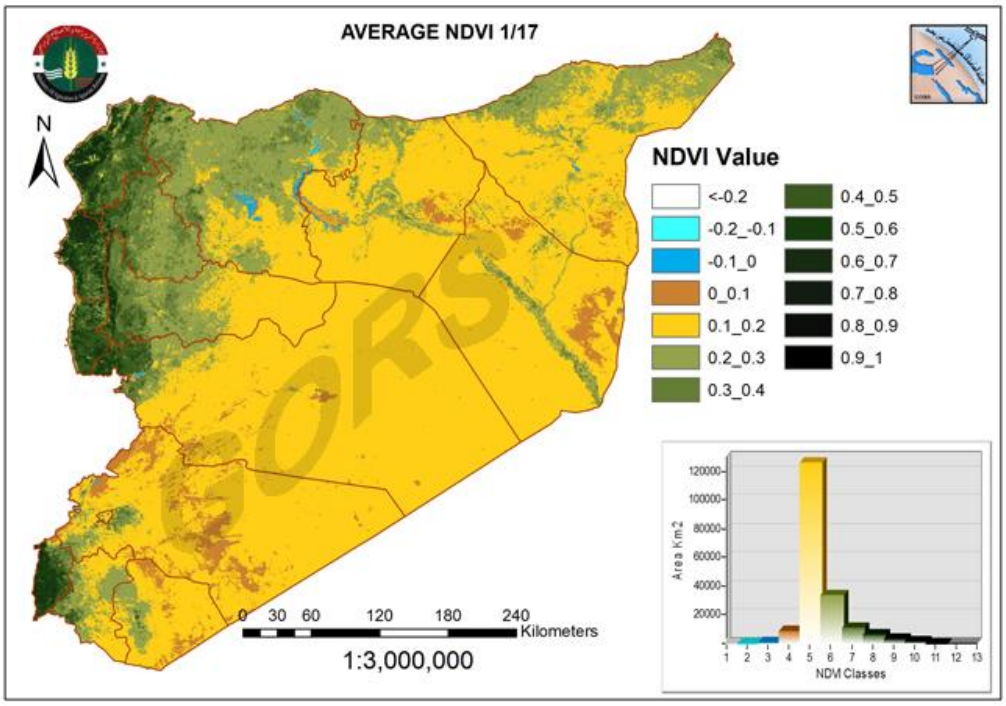


الشكل (5) خريطة متوسط قيم ال NDVI لسورية من عام 2010إلى 2015 لتاريخ 1 كانون الثاني

2-دليل NDVI لتاريخ 17 كانون الثاني: يمثل الشكل (6) خريطة لمتوسط قيم الـ NDVI لسورية من عام 2010 إلى عام 2015 لتاريخ 17 كانون ثاني.

تم أخذ متوسطات قيم الـ NDVI للصور في هذا التاريخ ، لوحظ تغيرات في هذه القيم من عام إلى آخر، فقد سُجلت القيم 0.236، 0.176، 0.192، 0.208، 0.197، 0.226 على التوالي من عام 2010 إلى 2015. ولدى المقارنة مع قيمة NDVI للسنة القياسية (متوسط السنوات المدروسة) لهذا التاريخ والمسجلة للقيمة 0.185. يمكننا عد 2011 سنة جافة كونها مسجلة لقيم NDVI أقل من القيمة القياسية لهذا الدليل وأن باقي السنوات ضمن السلسلة كانت خصبة لتسجيلها قيمة NDVI أعلى من القيمة القياسية لهذا الدليل. كما لوحظ أن أعلى قيمة قد سجلت لهذه القرينة كانت في عامي 2010 و2015 وبلغت 0.236 و0.226 على التوالي ،وبالعودة إلى الصفوف الـثلاثة عشرة المصنفة وفقاً لقيم الـ NDVI لوحظ أن أعلى مساحة ضمن هذه السلسلة الزمنية لهذه القيم في سورية كانت للصفين الرابع والخامس الموافقين لقيم الـ NDVI من 0 إلى

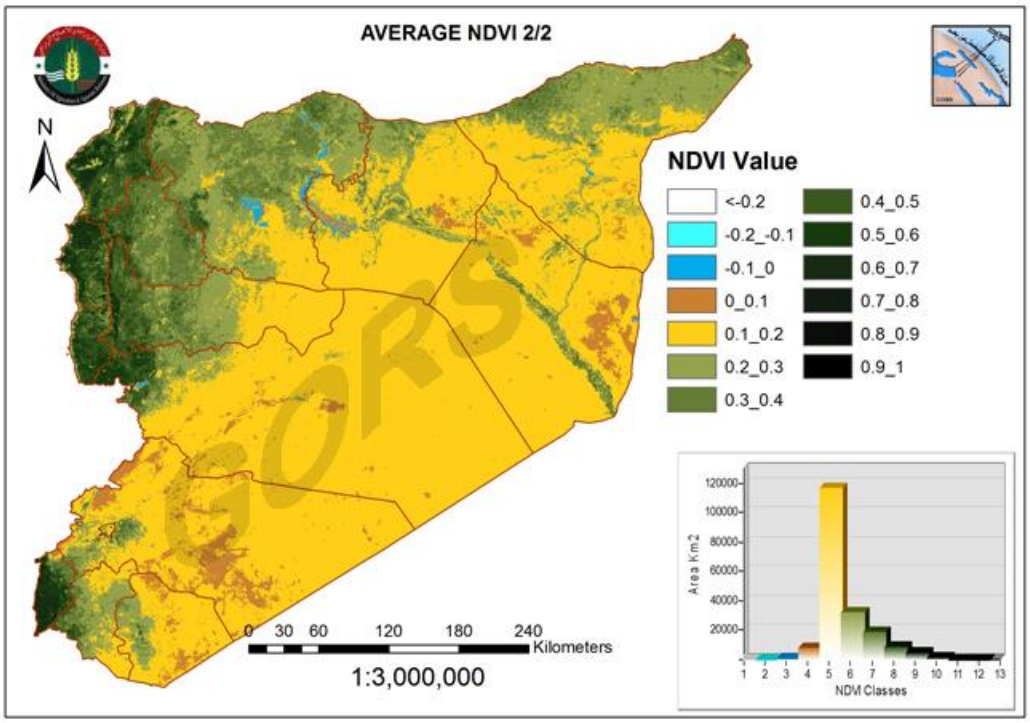
0.1 للصف الرابع و من 0.1 إلى 0.2 للصف الخامس وهما يمثلان مساحة البادية السورية حيث يكون الغطاء النباتي ضعيفًا جداً إلى معدوم كما يمكن أن ينضم لهذه المساحة أماكن الزراعات البعلية في السنوات الجافة مما ينعكس زيادة على مساحة هذين الصفين في السنوات الجافة ونقصاً في السنوات الخصبة أو غير الجافة وبالتالي تزداد مساحة هذين الصفين وتنقص بناءً على درجة الجفاف السنوية ، فقد سجل هذين الصفين مساحة تقدر بـ 111554 و116169 كم2 بين عامي2015 و2010 على التوالي بنسبة قدرها 58.1 و60.5 % من مساحة سورية .



الشكل رقم (6) خريطة متوسط قيم ال NDVI لسورية من عام 2010 إلى 2015 لتاريخ 17 كانون الثاني

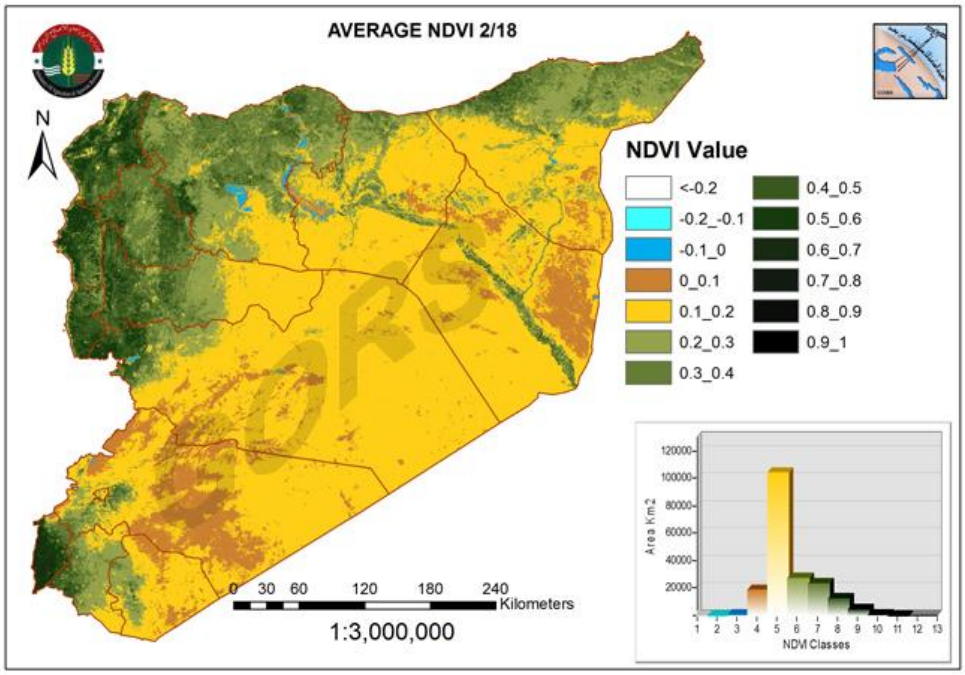
3 دليل NDVI لتاريخ 2 شباط: يمثل الشكل (7) خريطة لمتوسط قيم الـ NDVI لسورية من عام 2010 إلى عام 2015 لتاريخ 2 شباط. لوحظت تغيرات في هذه القيم من عام إلى آخر، فقد سُجلت القيم 0.229، 0.194، 0.2، 0.141، 0.195، 0.233 على التوالي من عام 2010 إلى 2015. ولدى المقارنة مع قيمة NDVI للسنة القياسية لهذا التاريخ والمسجلة للقيمة 0.198 يمكننا عد السنوات 2011 و2013 و2014 سنوات جافة كونها مسجلة لقيم NDVI أقل من

القيمة القياسية لهذا الدليل وأن باقي السنوات ضمن السلسلة كانت خصبة لتسجيلها قيمة NDVI أعلى من القيمة القياسية لهذا الدليل. كما لوحظ أن أعلى قيمة قد سجلت لهذه القرينة كانت في 2015 بقيمة 0.233. وكانت مساحة الصف 4 و 5 تقدر بـ 106130 و110528 كم2 ما بين عامي 2013 و2015 على التوالي بنسبة قدرها 43.5 و55 و55 و57.6% من مساحة سورية على التوالي.



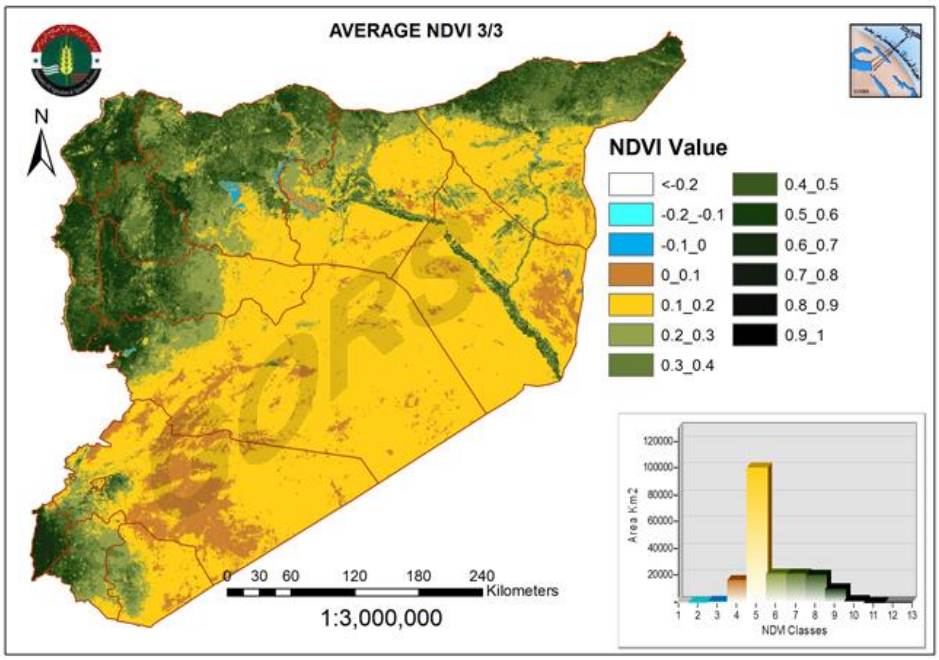
الشكل رقم (7) خريطة لمتوسط قيم الـ NDVI لسورية من عام 2010 إلى 2015 لتاريخ 2 شباط

4-دليل NDVI لتاريخ 18 شباط: يمثل الشكل (8) خريطة لمتوسط قيم الـ NDVI لسورية من عام 2010 إلى عام 2015 لتاريخ 18 شباط. كانت القيم 0.204، 0.211، 0.2، 0.272، 0.207، 0.267 على التوالي من عام 2010 حتى 2015. لوحظ أن أعلى قيمة قد سجلت لهذه القرينة كانت بين عامي 2013 و2015 وبلغت 0.272 و0.267 .



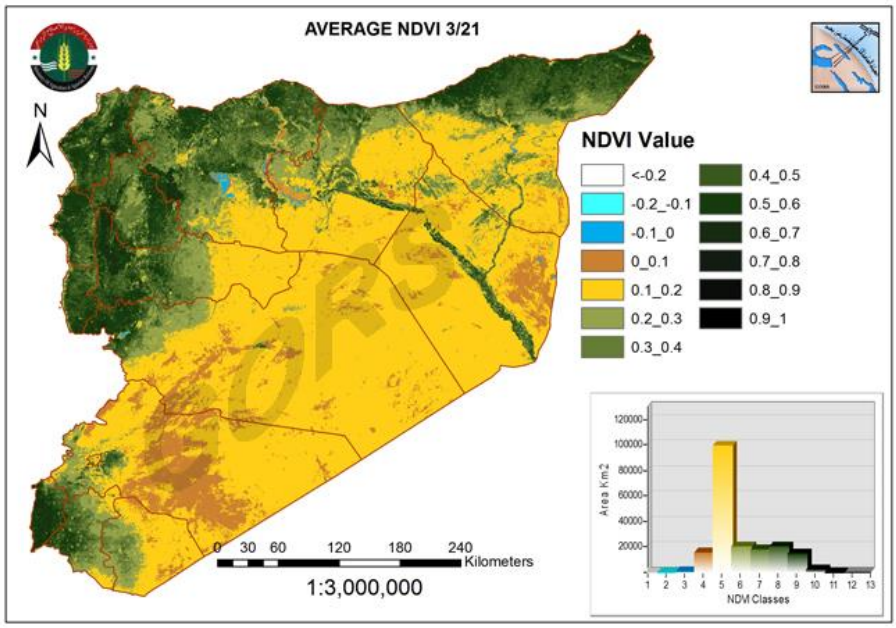
الشكل رقم (8) خريطة لمتوسط قيم الـ NDVI لسورية من عام 2010 إلى عام 2015 لتاريخ 18 شباط

5-دليل NDVI لتاريخ 3 آذار: يمثل الشكل (9) خريطة لمتوسط قيم الـ NDVI لسورية من عام 2010 إلى عام 2015 لتاريخ 3 آذار.سجلت القيم 0.283، 0.228، 0.213، 0.29، 0.55، 0.281 على التوالي من عام 2010 إلى 2015. ويمكن عد 2010 سنة جافة كونها مسجلة لقيم NDVI أقل من القيمة القياسية .



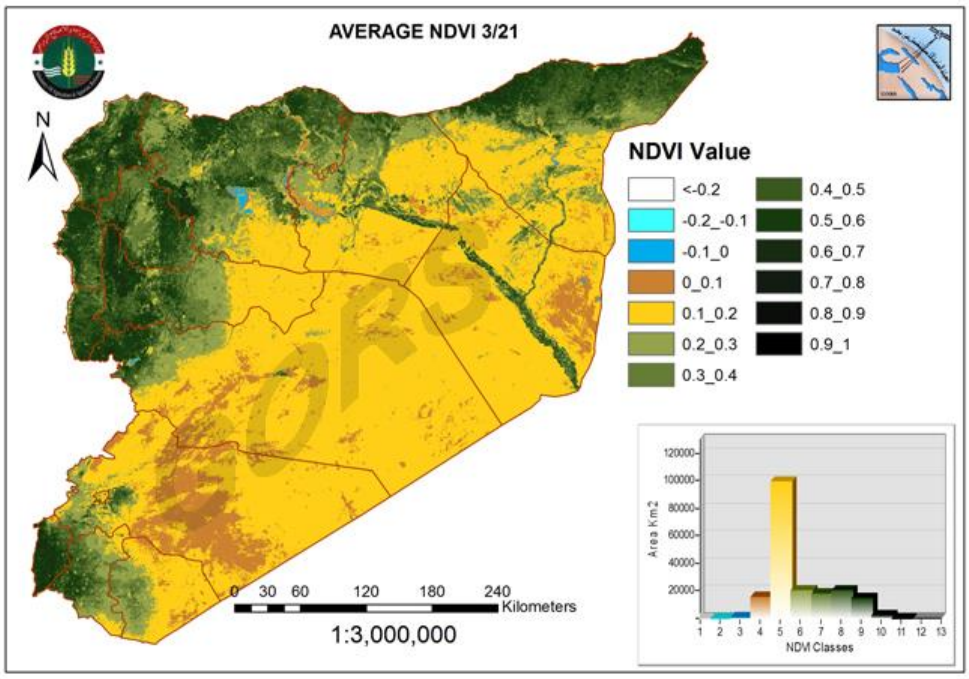
الشكل رقم (9) خريطة لمتوسط قيم الـ NDVI لسورية من عام 2010 إلى عام 2015 لتاريخ 3 آذار

6-دليل NDVI لتاريخ 21 آذار: يمثل الشكل (10) خريطة لمتوسط قيم الـ NDVI لسورية من عام 2010 إلى عام 2015 لتاريخ 21 آذار. سجلت القيم 0.276، 0.234، 0.233، 0.279، 0.267، 0.293 على التوالي من عام 2010 إلى 2015.



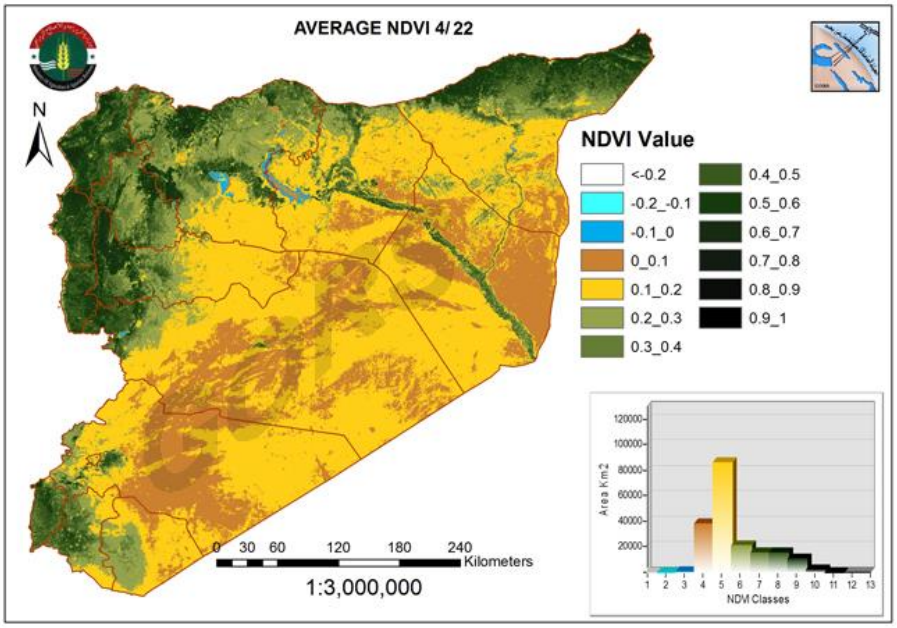
الشكل رقم (10) خريطة لمتوسط قيم الـ NDVI لسورية من عام 2010 إلى عام 2015 لتاريخ 21 آذار

7-دليل NDVI لتاريخ 6 نيسان: يمثل الشكل (11) خريطة لمتوسط قيم الـ NDVI لسورية من عام 2010 إلى عام 2015 لتاريخ 6 نيسان. من دراسة متوسطات قيم الـ NDVI لهذه السلسلة الزمنية في هذا التاريخ، لوحظت تغيرات في هذه القيم من عام إلى آخر، فقد سُجلت القيم 0.231، 0.239، 0.261، 0.246، 0.274 على التوالي من عام 2011 إلى 2015.



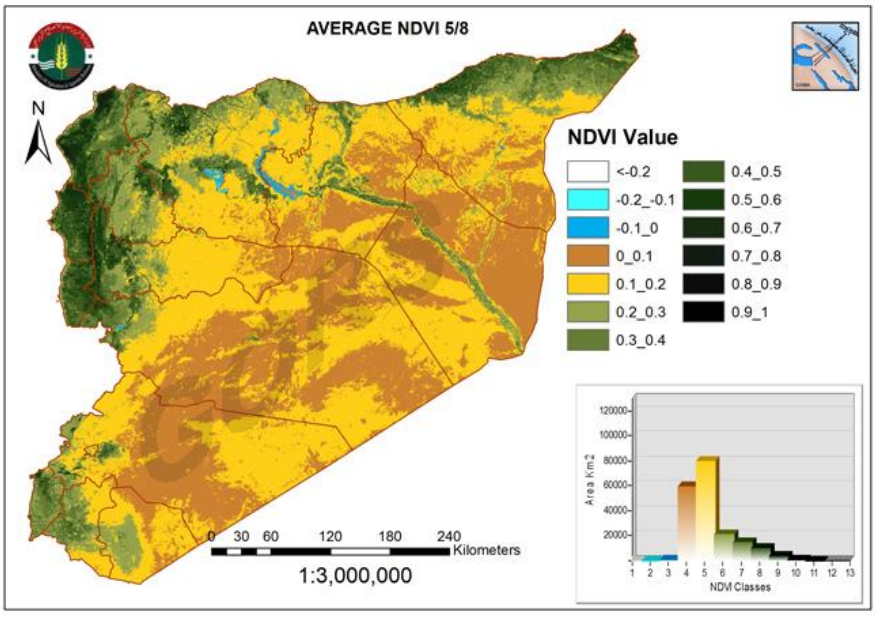
الشكل رقم (11) خريطة لمتوسط قيم الـ NDVI لسورية من عام 2010 إلى عام 2015 لتاريخ 6 نيسان

8-دليل NDVI لتاريخ 22 نيسان: يمثل الشكل (12) خريطة لمتوسط قيم الـ NDVI لسورية من عام 2010 إلى عام 2015 لتاريخ 22 نيسان. من دراسة متوسطات قيم الـ NDVI لهذه السلسلة الزمنية في هذا التاريخ، لوحظت تغيرات في هذه القيم من عام إلى آخر، فقد سُجلت القيم 0.211، 0.218، 0.231، 0.261، 0.238، 0.252 على التوالي من عام 2010 إلى 2015. ولوحظ أن أعلى قيمة قد سجلت لهذه القرينة كانت في 2015 وبلغت 0.252 .



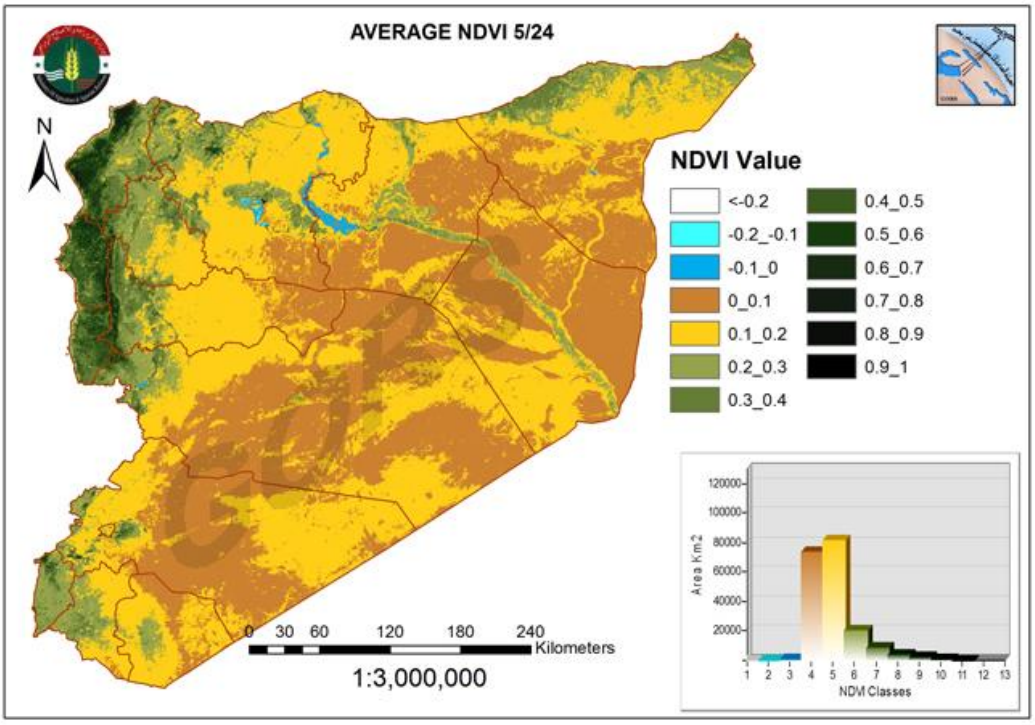
الشكل رقم (12)خريطة لمتوسط قيم الـ NDVI لسورية من عام 2010 إلى عام 2015 لتاريخ 22 نيسان

9-دليل NDVI لتاريخ 8 أيار: يمثل الشكل (13) خريطة لمتوسط قيم الـ NDVI لسورية من عام 2010 إلى عام 2015 لتاريخ 8 أيار. من دراسة متوسطات قيم الـ NDVI لهذه السلسلة الزمنية في هذا التاريخ، لوحظ تغيرات في هذه القيم من عام إلى آخر، فقد سُجلت القيم 0.176، 0.207، 0.188، 0.18، 0.176، 0.191 على التوالي من عام 2010 إلى 2015.



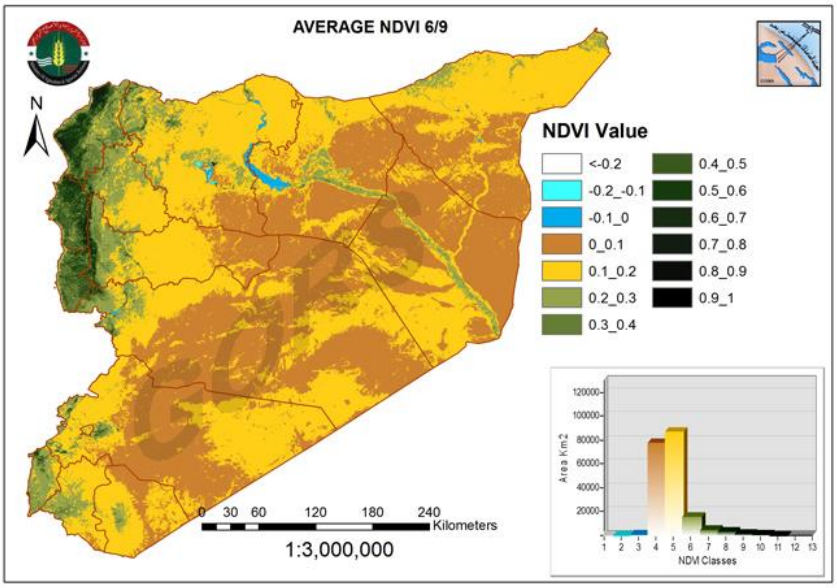
الشكل رقم (13) خريطة لمتوسط قيم الـ NDVI لسورية من عام 2010 إلى عام 2015 لتاريخ 8 أيار

10-دليل NDVI لتاريخ 24 أيار: يمثل الشكل (14) خريطة لمتوسط قيم الـ NDVI لسورية من عام 2010 إلى عام 2015 لتاريخ 24 أيار. سُجلت القيم 0.158، 0.175، 0.168، 0.158، 0.158، 0.166 على التوالي من عام 2010 إلى 2015.



الشكل رقم (14) خريطة لمتوسط قيم الـ NDVI لسورية من عام 2010 إلى عام 2015 لتاريخ 24 أيار

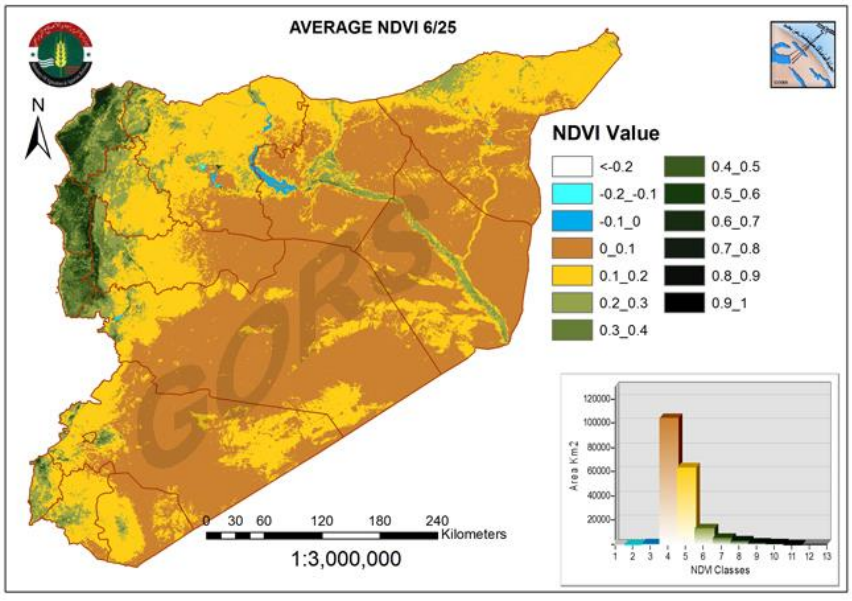
11-دليل NDVI لتاريخ 9 حزيران: يمثل الشكل (15) خريطة لمتوسط قيم الـ NDVI لسورية من عام 2010 إلى عام 2015 لتاريخ 9 حزيران. سُجلت القيم 0.153، 0.159، 0.156، 0.155، 0.153، 0.158 على التوالي من عام 2010 إلى 2015.



الشكل رقم (15) خريطة لمتوسط قيم الـ NDVI لسورية من عام 2010 إلى عام 2015 لتاريخ 9 حزيران

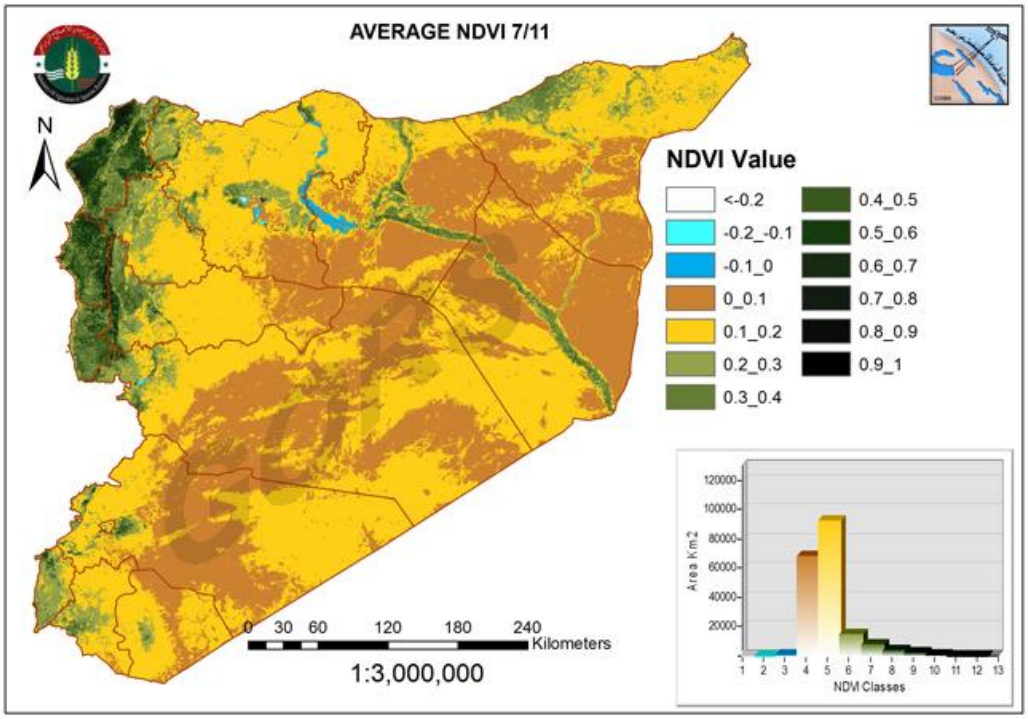
12-1-دليل NDVI لتاريخ 25 حزيران:

يمثل الشكل (16) خريطة لمتوسط قيم الـ NDVI لسورية من عام 2010 إلى عام 2015 لتاريخ 25 حزيران. من دراسة متوسطات قيم الـ NDVI لهذه السلسلة الزمنية في هذا التاريخ، لوحظت تغيرات في هذه القيم من عام إلى آخر، فقد سُجلت القيم 0.161، 0.157، 0.155، 0.153، 0.147، 0.158 على التوالي من عام 2010 إلى 2015.



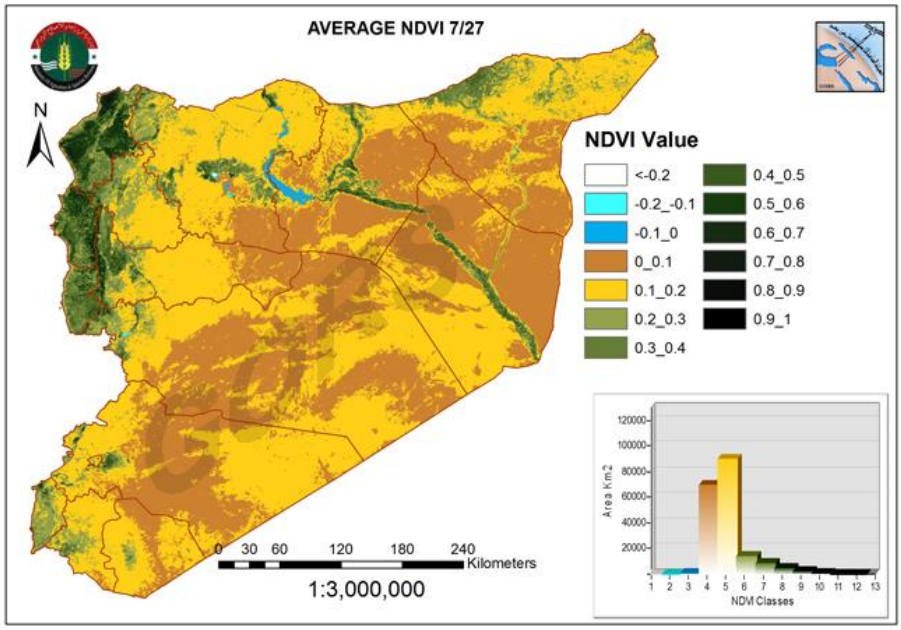
الشكل رقم (16) خريطة لمتوسط قيم الـ NDVI لسورية من عام 2010 إلى عام 2015 لتاريخ 9 حزيران

13-دليل NDVI لتاريخ 11 تموز: يمثل الشكل (17) خريطة لمتوسط قيم الـ NDVI لسورية من عام 2010 إلى عام 2015 لتاريخ 11 تموز. سُجلت القيم 0.146، 0.154، 0.155، 0.154، 0.153، 0.146، على التوالي من عام 2010 إلى 2014.



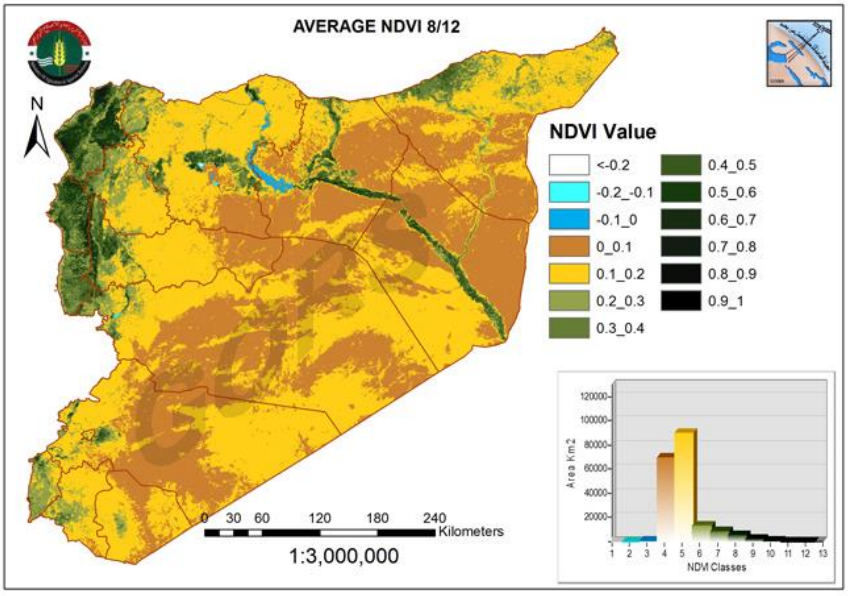
الشكل رقم (17) خريطة لمتوسط قيم الـ NDVI لسورية من عام 2010 إلى عام 2015 لتاريخ 11 تموز

14-دليل NDVI لتاريخ 27 تموز: يمثل الشكل (18) خريطة لمتوسط قيم الـ NDVI لسورية من عام 2010 إلى عام 2015 لتاريخ 27 تموز. سُجلت القيم 0.149، 0.154، 0.157، 0.155، 0.152، 0.148، على التوالي من عام 2010 إلى 2014.



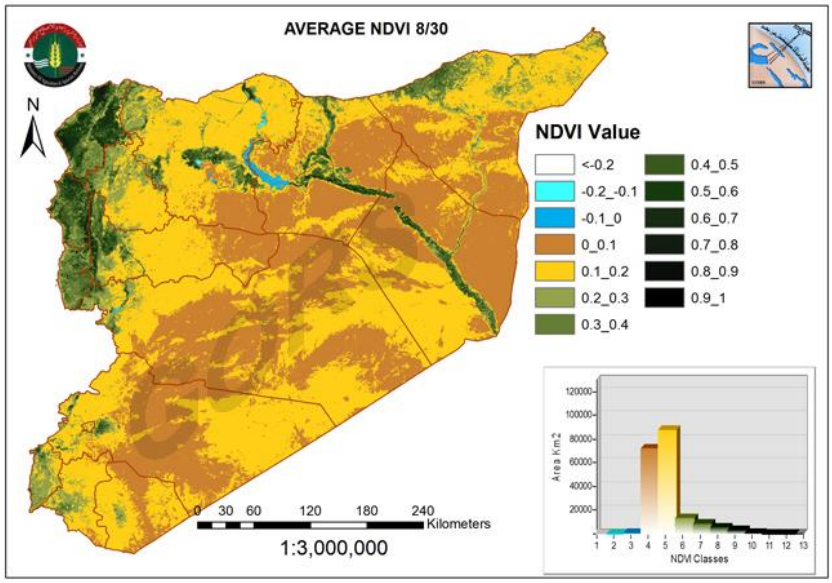
الشكل رقم (18)خريطة لمتوسط قيم الـ NDVI لسورية من عام 2010 إلى عام 2015 لتاريخ 27 تموز

15-دليل NDVI لتاريخ 12 آب: يمثل الشكل (19) خريطة لمتوسط قيم الـ NDVI لسورية من عام 2010 إلى عام 2015 لتاريخ 12 آب. من دراسة متوسطات قيم الـ NDVI لهذه السلسلة الزمنية في هذا التاريخ، لوحظت تغيرات في هذه القيم من عام إلى آخر، فقد سُجلت القيم 0.152، 0.158، 0.159، 0.157، 0.153، 0.15، على التوالي من عام 2010 إلى عام 2014.



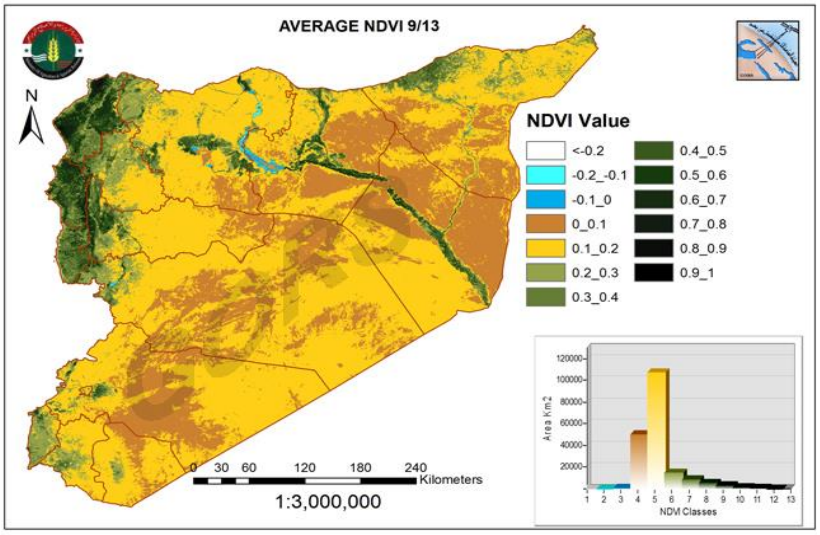
الشكل رقم (19) خريطة لمتوسط قيم الـ NDVI لسورية من عام 2010 إلى عام 2015 لتاريخ 12 آب

16-دليل NDVI لتاريخ 30 آب: يمثل الشكل (20) خريطة لمتوسط قيم الـ NDVI لسورية من عام 2010 إلى عام 2015 لتاريخ 30 آب. سُجلت القيم 0.15، 0.156، 0.159، 0.153، 0.154، 0.146، على التوالي من عام 2010 إلى 2014.



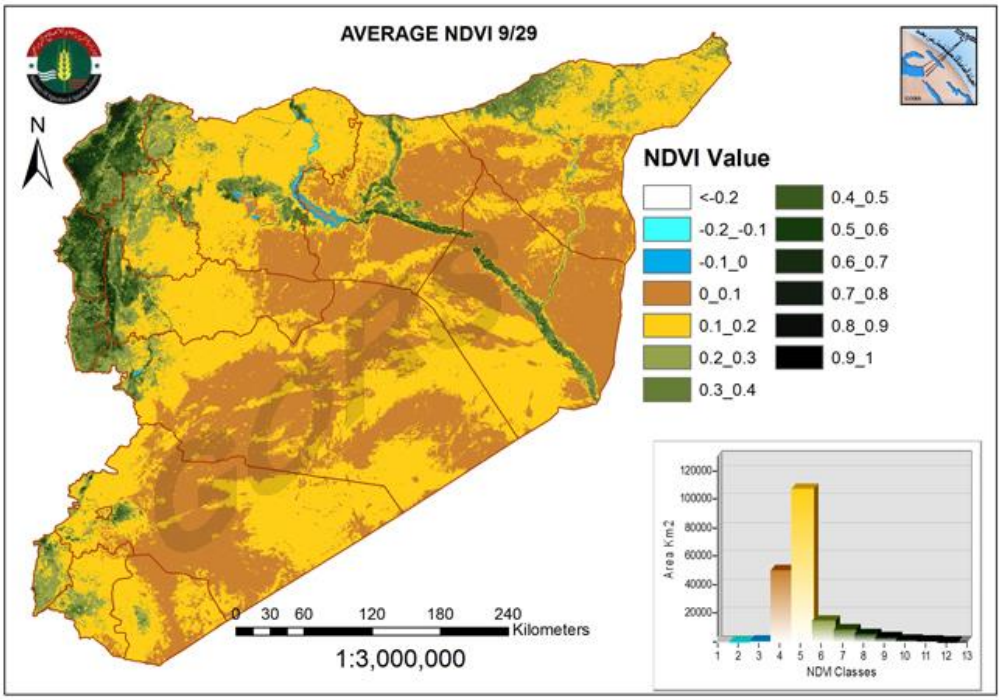
الشكل رقم (20) خريطة لمتوسط قيم الـ NDVI لسورية من عام 2010 إلى عام 2015 لتاريخ 30 آب

17-دليل NDVI لتاريخ 13 أيلول: يمثل الشكل (21) خريطة لمتوسط قيم الـ NDVI لسورية من عام 2010 إلى عام 2015 لتاريخ 13 أيلول.



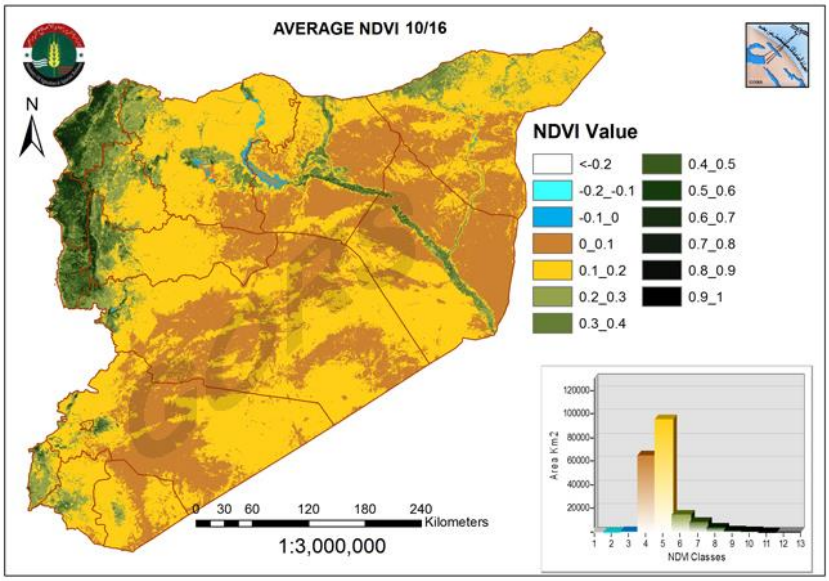
الشكل رقم (21) خريطة لمتوسط قيم الـ NDVI لسورية من عام 2010 إلى عام 2015 لتاريخ 13 أيلول

18-دليل NDVI لتاريخ 29 أيلول: يمثل الشكل (22) خريطة لمتوسط قيم الـ NDVI لسورية من عام 2010 إلى عام 2015 لتاريخ 29 أيلول. من دراسة متوسطات قيم الـ NDVI لهذه السلسلة الزمنية في هذا التاريخ، لوحظت تغيرات في هذه القيم من عام إلى آخر، فقد سُجلت القيم 0.147، .152، 0.16، 0.149، 0.154، 0.148، على التوالي من عام 2010 إلى 2014.



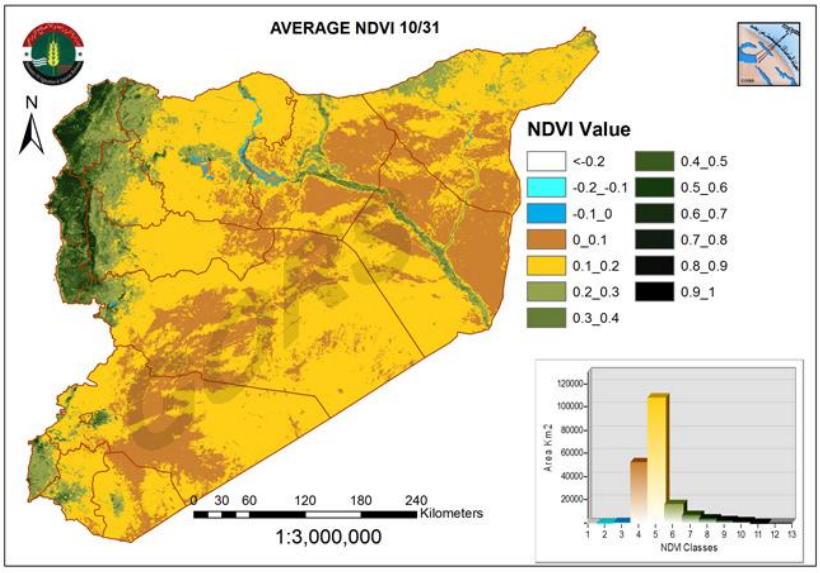
الشكل رقم (22) خريطة لمتوسط قيم الـ NDVI لسورية من عام 2010 إلى عام 2015 لتاريخ 29 أيلول

19-دليل NDVI لتاريخ 16 تشرين أول: يمثل الشكل (23) خريطة لمتوسط قيم الـ NDVI لمنطقة الدراسة من عام 2010 إلى عام 2015 لتاريخ 16 تشرين أول. من دراسة متوسطات قيم الـ NDVI لهذه السلسلة الزمنية في هذا التاريخ، لوحظت تغيرات في هذه القيم من عام إلى آخر، فقد سُجلت القيم 0.147، 0.152، 0.155، 0.154، 0.155، 0.152، على التوالي من عام 2010 إلى 2014.



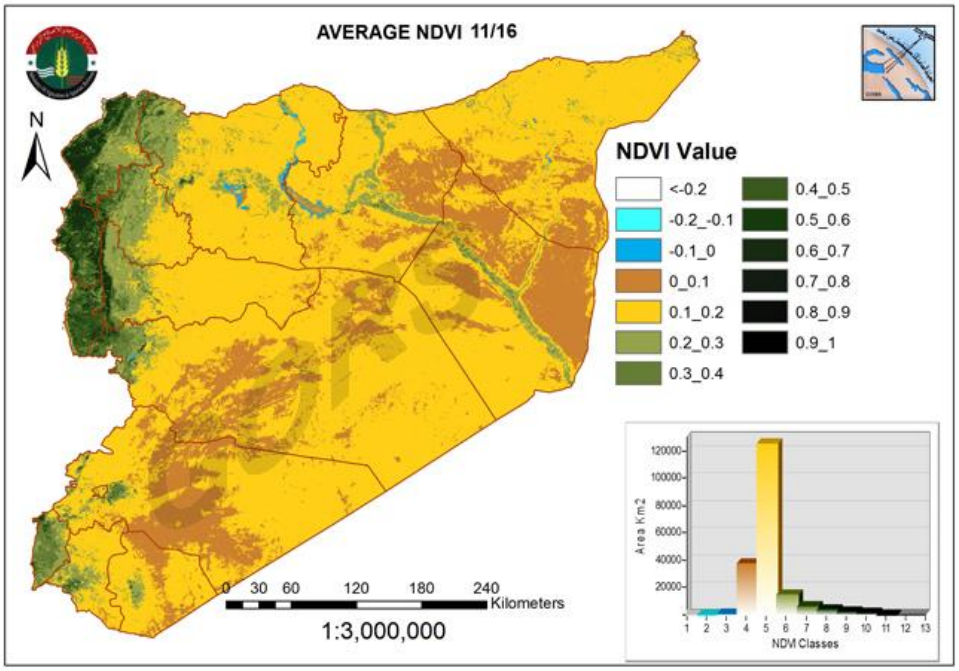
الشكل رقم (23) خريطة لمتوسط قيم NDVI لسورية من عام 2010 إلى عام 2015 لتاريخ 16 تشرين أول

20-دليل NDVI لتاريخ 31 تشرين أول: يمثل الشكل (24) خريطة لمتوسط قيم الـ NDVI لمنطقة الدراسة من عام 2010 إلى عام 2015 لتاريخ 31 تشرين أول. من دراسة متوسطات قيم الـ NDVI لهذه السلسلة الزمنية في هذا التاريخ، لوحظت تغيرات في هذه القيم من عام إلى آخر، فقد سُجلت القيم 0.148، 0.153، 0.161، 0.157، 0.148، 0.162، على التوالي من عام 2010 إلى 2014.



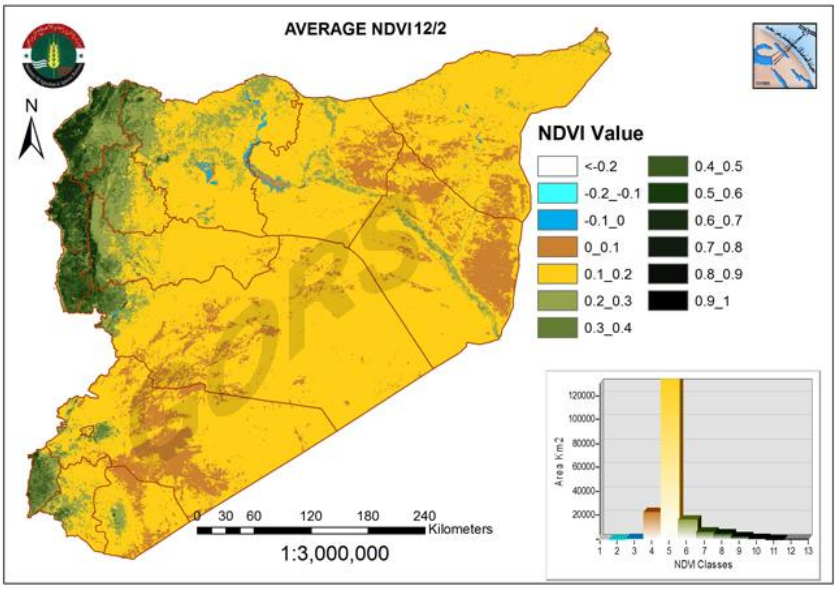
الشكل رقم (24) خريطة لمتوسط قيم NDVI لسورية من عام 2010 إلى عام 2015 لتاريخ 31 تشرين أول

21-دليل NDVI لتاريخ 16 تشرين ثاني: يمثل الشكل (25) خريطة لمتوسط قيم الـ NDVI لسورية من عام 2010 إلى عام 2015 لتاريخ 16 تشرين ثاني. من دراسة متوسطات قيم الـ NDVI لهذه السلسلة الزمنية في هذا التاريخ، لوحظت تغيرات في هذه القيم من عام إلى آخر، فقد سُجلت القيم 0.165، 0.145، 0.162، 0.185، 0.152، 0.170، على التوالي من عام 2010 إلى 2014.



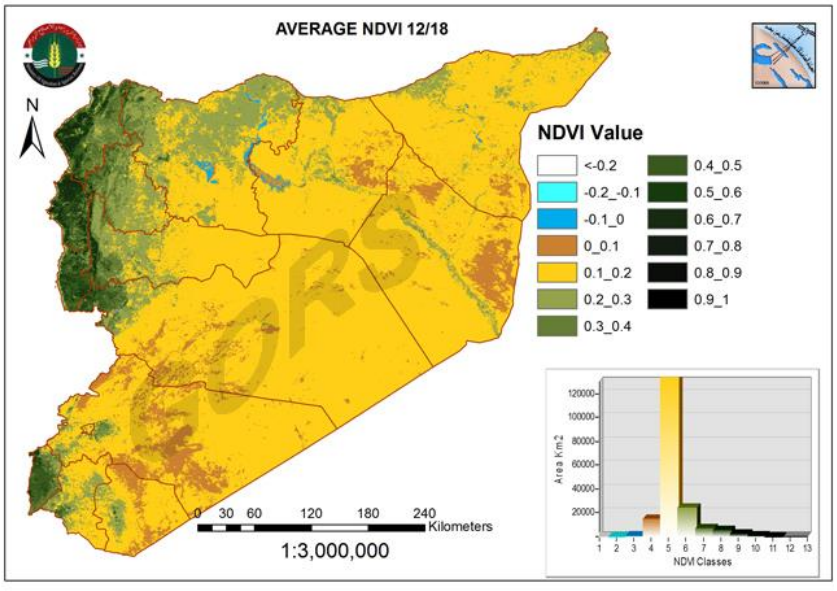
الشكل رقم (25)خريطة لمتوسط قيم الـ NDVI لسورية من عام 2010 إلى عام 2015 لتاريخ 16 تشرين ثاني

21-دليل NDVI لتاريخ 2 كانون أول: يمثل الشكل (26) خريطة لمتوسط قيم الـ NDVI لسورية من عام 2010 إلى عام 2015 لتاريخ 2 كانون أول. من دراسة متوسطات قيم الـ NDVI لهذه السلسلة الزمنية في هذا التاريخ، لوحظت تغيرات في هذه القيم من عام إلى آخر، فقد سُجلت القيم 0.171، 0.143، 0.165، 0.203، .161، 0.214،على التوالي من عام 2010 إلى 2014.



الشكل رقم (26) خريطة لمتوسط قيم الـ NDVI لسورية من عام 2010 إلى عام 2015 لتاريخ 2 كانون أول

22-دليل NDVI لتاريخ 18 كانون أول: يمثل الشكل (27) خريطة لمتوسط قيم الـ NDVI لسورية من عام 2010 إلى عام 2015 لتاريخ 18 كانون أول. من دراسة متوسطات قيم الـ NDVI لهذه السلسلة الزمنية في هذا التاريخ، لوحظت تغيرات في هذه القيم من عام إلى آخر، فقد سُجلت القيم 0.2، 0.152، 0.171، 0.208، 0.164، 0.227، على التوالي من عام 2010 إلى 2014.



الشكل رقم (27) خريطة لمتوسط قيم االNDVI لسورية من عام 2010 إلى عام 2015 لتاريخ 18 كانون أول

2. 1. 7 تردد قيم القرينة النباتية NDVI خلال السلسلة الزمنية 2010-2015:

لُوحظ أن أكثر الأشهر تبايناً في قيمة NDVI شهرا آذار ونيسان ؛ لأن الكتلة الحية للنباتات الرعوية والمحاصيل البعلية والمروية في هذين الشهرين تكون في أوجها، ويكون تأثير الجفاف واضحاً فيهما على كمية الكتلة الحية ، في حين أن أقل الأشهر تباينا في قيمة الـ NDVI تموز وآب وأيلول ؛ إذ تعد أكثر الأشهر جفافاً وحرارة في السنة كما أن جميع النباتات الرعوية تكون قد جفت وحُصدت المحاصيل البعلية والمروية .

3. 1. 7التحليل المطري لدرجة الجفافية في المحطات المطرية في البادية حسب دليل الهطل القياسي:

تم حساب درجة الجفاف لكل محطة مطرية في منطقة البادية وفق دليل الهطل القياسي SPI وحُسبت تكرارية كل درجة جفاف لعدد السنوات المتوفرة، ويبين الجدول (2) تكرارية درجات الجفاف المطري في محطات البادية السورية ويوضح أيضاً النسبة المئوية لتكرار كل درجة جفاف من سنوات المحطة المتوفرة ومن خلال التركيز على محطات منطقة الدراسة يظهر من بيانات محطة تدمر المناخية أن هناك سنتين جافتين بشكل حاد تتكرر كل أربع وستين سنة ما يشكل نسبة 2% من سنوات المحطة المتوفرة بياناتها بينما كان عدد السنوات متوسطة الجفاف عشرة سنوات وتشكل نسبة % 15.6 من سنوات المحطة المتوفرة وأما عدد السنوات خفيفة الجفاف فقد بلغ ستًا وعشرين سنة من كل أربع وستين سنة وهو ما يشكل 40.6 % من سنوات المحطة المتوفرة بينما عدد السنوات الطبيعية ست وعشرون سنة خلال الفترة المقاسة نفسها (أربع وستين سنة) ويشكل أيضاً ما نسبته 40.6 % من السنوات المتوفرة، بينما نجد من بيانات المحطة المناخية في المحطة الرابعة (T4) تكرارية لدرجة الجفاف الخفيف بمعدل أربع عشرة سنة من كل أربع وعشرين أي 58.3% من السنوات المتوفرة والسنوات الطبيعية عشرة من كل أربع وعشرين؛ أي 41.7% من السنوات المتوفرة مع عدم وصول تكرارية الجفاف إلى مستوى تكرارية درجتي الجفاف الحاد والمتوسط خلال عملية التحليل ويعود ذلك إلى طبيعة الهطل المطري وكميته خلال الفترة المدروسة في تلك المحطة.

الجدول (2) تكرارية درجات الجفاف المطري في محطات البادية السورية

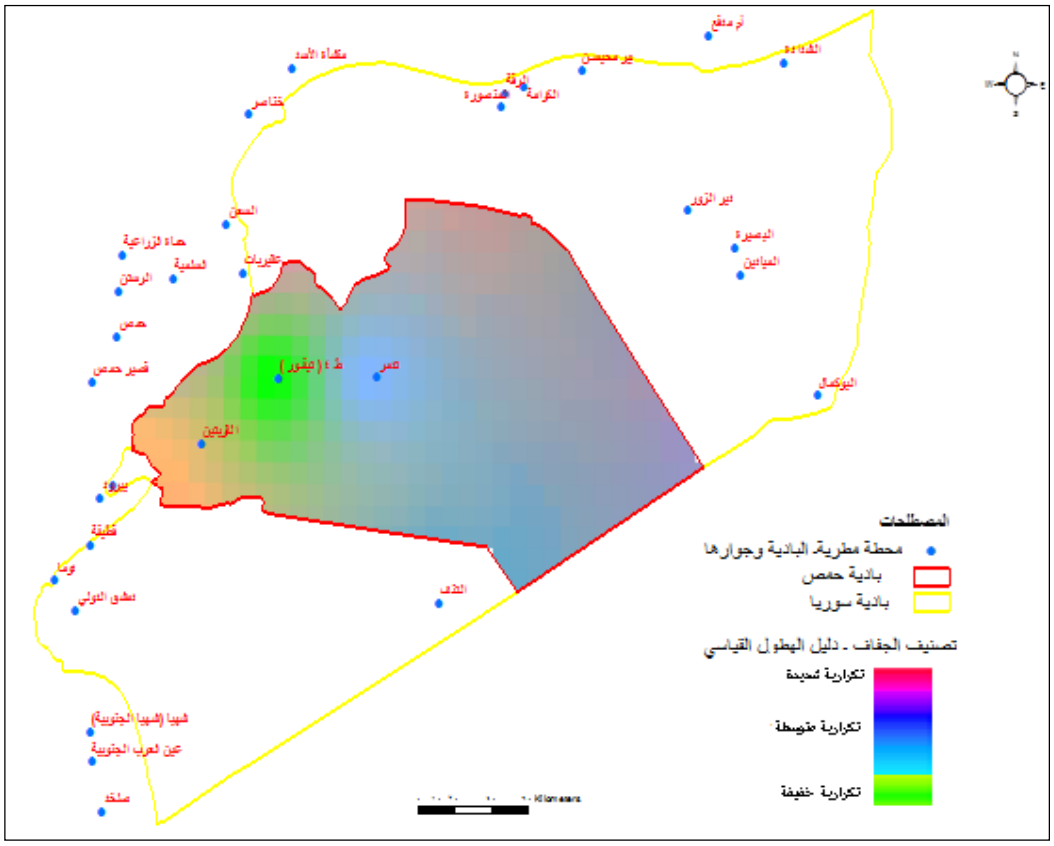
التسلسل	اسم المحطة	عدد السنوات الكلي	السنوات الجافة						السنوات الطبيعية	
			بشكل حاد		بشكل متوسط		بشكل خفيف			
1	تدمر	64	2	3.1	10	15.6	26	40.6	26	40.6
2	الرقة	53	0	0.0	4	7.5	25	47.2	24	45.3
3	البو كمال	51	1	2.0	8	15.7	20	39.2	22	43.1
4	المنصورة	20	1	5.0	2	10.0	5	25.0	12	60.0
5	بير محيسن	20	1	5.0	1	5.0	9	45.0	9	45.0
6	دير الزور	64	0	0.0	8	12.5	26	40.6	30	46.9
7	الميادين	20	1	5.0	2	10.0	5	25.0	12	60.0
8	التنف	52	1	1.9	7	13.5	20	38.5	24	46.2
9	الناصرة	20	1	5.0	1	5.0	8	40.0	10	50.0
10	مطار (تيفور)	24	0	0.0	0	0.0	14	58.3	10	41.7

3. 1. 7التحليل المطري المكاني لدرجات الجفاف:

نقلت قدرة التحليل المكاني على تمثيل الهطل في المحطات المطرية من نقاط محددة فقط إلى كامل المنطقة، وذلك باستخدام تقنية التحليل المكاني (Geostatical analysis) في برنامج نظام المعلومات الجغرافية (GIS) ؛ إذ يطبق البرنامج عملية حسابية تقديرية تعمم على المنطقة المدروسة كلها بناءً على تكامل بيانات النقاط المجاورة، و هنا تأتي أهمية الأدلة الاستشعارية ؛ بسبب تسجيلها البيانات المكانية الفعلية التفصيلية والزمنية المتسلسلة - كما هي دون أي عملية حسابية - التي ترصد الغطاء النباتي كناتج تفاعلي بين عناصر المناخ وعوامل التربة.

تحددت بنتيجة التحليل ثلاثة درجات للجفاف (حادة ومتوسطة وخفيفة)، إضافة إلى المناخ الطبيعي وتم تركيب درجات الجفاف الثلاثة الخفيفة والمتوسطة والحادة لدليل الهطل القياسي ضمن مرئية مركبة من الألوان الثلاثة الرئيسة المكونة للصور الطبيعية، إذ تم تمثيل الجفاف الشديد باللون الأحمر ثم الجفاف المتوسط باللون الأزرق بينما مُثل الجفاف الخفيف باللون الأخضر ليتكون بذلك مركب لوني جديد هو حصيلة تكرارية درجات الجفاف الثلاثة في وحدة المساحة المسجلة كل 100سنة.

يبين الشكل (28) تكرارية درجات الجفاف الخفيفة والمتوسطة والحادة وفق دليل الهطل القياسي في منطقة الدراسة إذ تتركز تكرارية الجفاف في المنطقة الجنوبية الغربية من منطقة الدراسة بالقرب من القريتين وأقلها في محيط منطقة المحطة الرابعة وبشكل خاص من جهة الغرب وتركزت تكرارية الجفاف المتوسط في وسط منطقة الدراسة وجنوبها وبخاصة في محيط مدينة تدمر.



الشكل رقم (28) تكرارية درجات الجفاف وفق دليل الهطل القياسي

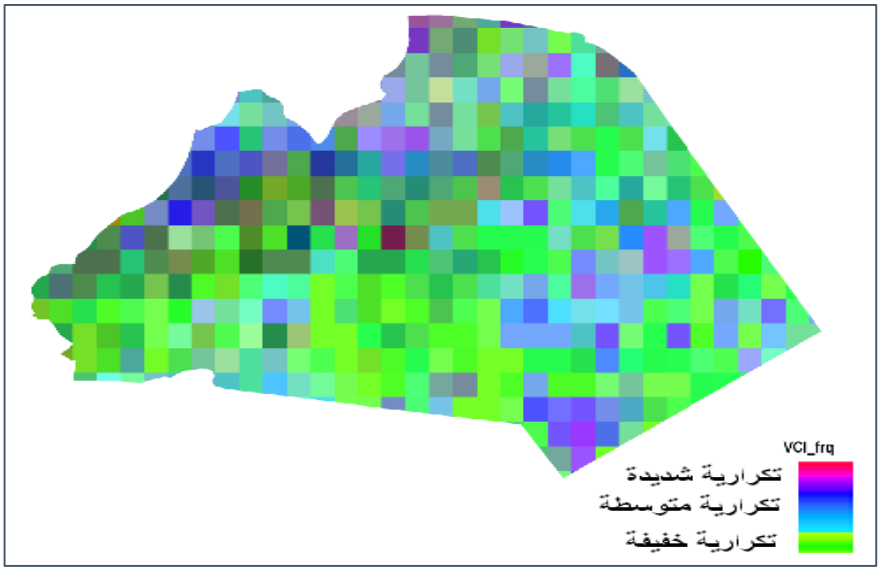
4. 1. 7 التحليل الاستشعاري لدرجات الجفاف:

تم حساب الأدلة الاستشعارية الجفافية VCI،AA، SNI وNA وفق الفئات التصنيفية خلال السلسلة الزمنية المدروسة، ثم حساب تكرارية كل حالة جفافية، حيث تم إنتاج صور تبين تكرارية الحالات الجفافية الثلاثة المدروسة ابتداءً بحالة الجفاف الخفيف فالمتوسط فالحاد للمؤشرات الجفافية ؛ إذ يتبين من الشكل سيادة تصنيف المنطقة ضمن فئة الجفاف الخفيف بشكل عام ، الشكل

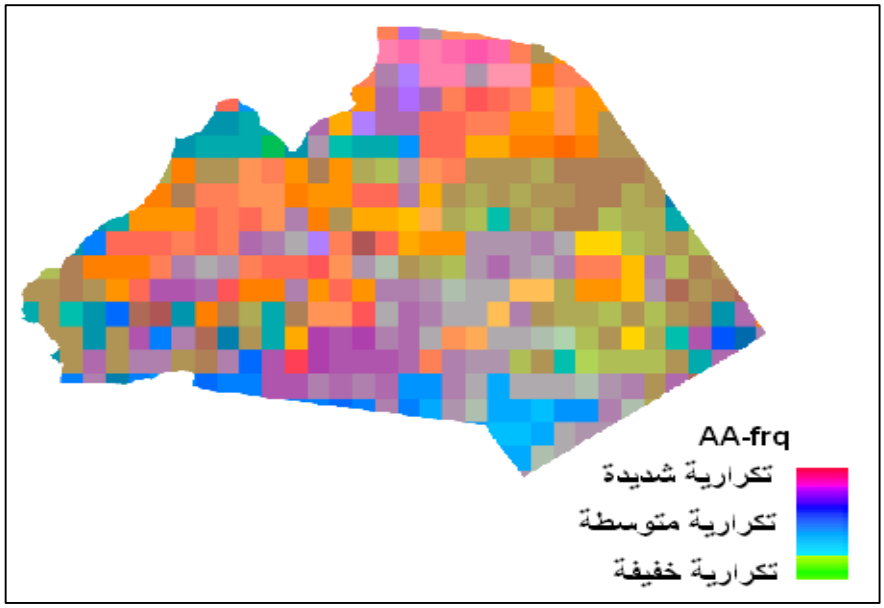
(29) والأقل ضمن فئة الجفاف الحاد مع انتشار متفرق للمناطق المتأثرة بالجفاف المتوسط وذلك حسب حساسية الدليل (VCI) في تسجيل تأثر الغطاء النباتي (Kogan، 2000) وهذا يتوافق مع التقرير المعد من قبل أكساد (ACSAD، 2011) لدراسة الحالة الجفافية في المنطقة العربية، ويبين الشكل (30) تقارب تكرارية الحالات الجفافية الثلاثة المدروسة وفق مؤشر الحالة الجفافية AA ويمكن أن نلاحظ وضوح تكرارية درجة الجفاف الحاد في الجزء الشمالي والغربي من منطقة الدراسة بينما تتركز تكرارية درجة الجفاف الخفيف في الجزء الشرقي منها.

ويمكن أن نلاحظ حسب دليل القيم الشاذة للدليل النباتي NA الشكل(31) وضوح تكرارية درجة الجفاف الحاد في الجزء الشمالي والوسط الغربي من منطقة الدراسة بينما تتركز تكرارية درجة الجفاف الخفيف في الجزء الأوسط الجنوبي منها أما تكرارية درجة الجفاف المتوسط فهي الأقل وضوحاً.

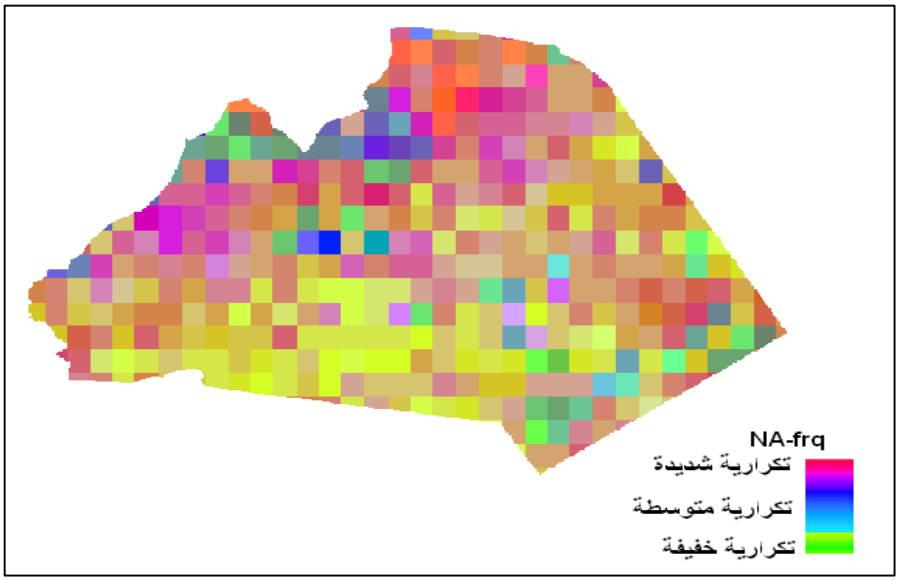
ويظهر الشكل(32) تكرارية درجات الجفاف حسب المؤشر القياسي للدليل النباتي SNI ويمكن أن نلاحظ وضوح تكرارية درجة الجفاف الحاد في الجزء الشمالي والوسط الغربي من منطقة الدراسة بينما تتركز تكرارية درجة الجفاف الخفيف في الجزء الشرقي منها أما تكرارية درجة الجفاف المتوسط فهي الأقل وضوحاً؛ إذ تظهر في أجزاء صغيرة متفرقة وقليلة من منطقة الدراسة.



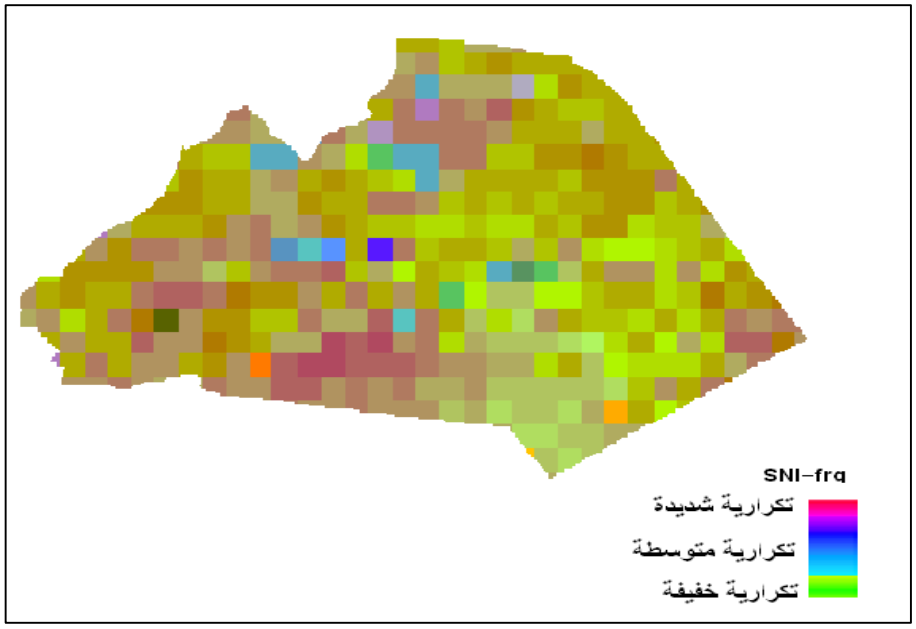
الشكل رقم (29) تكرارية درجات الجفاف وفق دليل حالة الغطاء النباتي VCI



الشكل رقم (30) تكرارية درجات الجفاف وفق دليل الحالة الجفافية AA



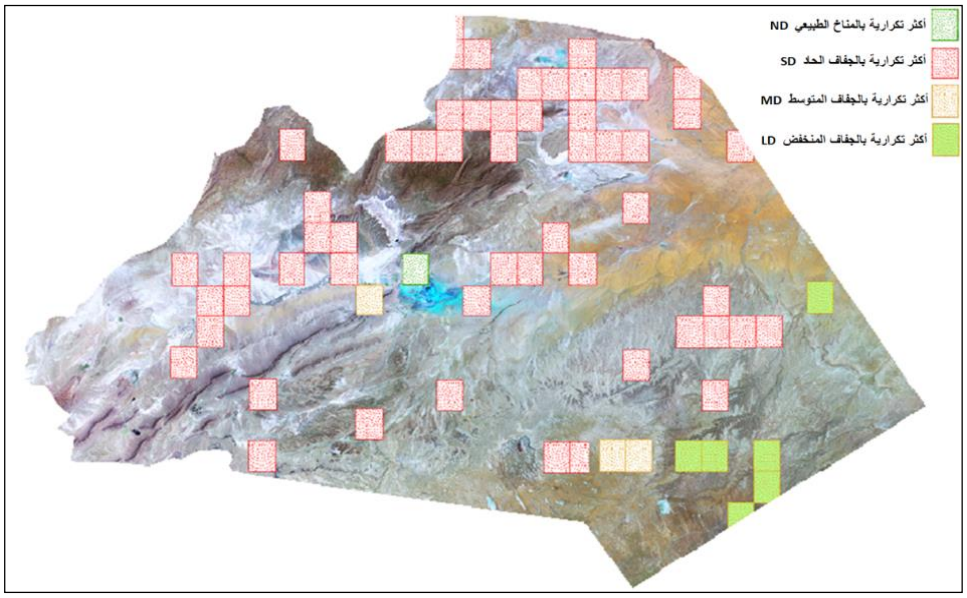
الشكل رقم (31) تكرارية درجات الجفاف وفق دليل القيم الشاذة للدليل النباتي NA



الشكل رقم (32) تكرارية درجات الجفاف حسب المؤشر القياسي للدليل النباتي SNI

5. 1. 7 التحليل المركب للبيانات الاستشعارية والمطرية في مراقبة الجفاف:

يهدف التحليل المركب للبيانات الاستشعارية والمطرية إلى تحديد مكان الجفاف ودرجته وتكراريته في منطقة الدراسة بتكامل نتيجتي التحليل الاستشعاري والمطري بشكل أدق ؛ لأنه يُدخل بالحسبان دليل الهطل القياسي SPI مع الأدلة الطيفية الموضعية بتسلسل زمني يؤدي إلى تحديد تلك المناطق ضمن درجات الجفاف الأربعة المدروسة (Ibrahem، 2014)، اعتماداً على القيم التصنيفية لجميع مؤشرات الجفاف المدروسة SPI,VCI, NA, AA, SNI وباستخدام تقنيات التقييم المعياري المتعدد Multy criteria evaluation (M.C.E) تم تحديد المناطق حسب تكرارية كل حالة جفافية، يبين الشكل (33) المناطق الأكثر تكرارية بكل درجة جفافية خلال المدة 1982-2001 ؛إذ تتضح قلة المساحات التي لم تعانِ من تكرار حدوث ضرر الجفاف مثل غيرها نسبيا ويليها تلك المتضررة بدرجة خفيفة إلى متوسطة، بينما الأكثر انتشاراً للمساحات التي تعاني من تكرار حدوث الجفاف الحاد عليها.



الشكل رقم (33) المناطق الأكثر تكرارية لكل درجات الجفاف.

7 . 1 . 2 الغطاء النباتي:

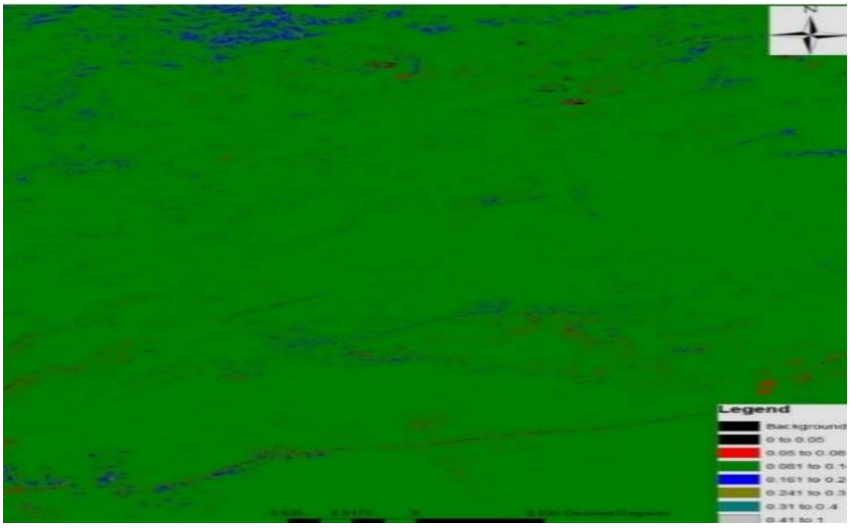
دراسة تغيرات الدليل النباتي NDVI خلال سنوات الدراسة في البادية السورية

7 .1 .2 .1 تحليل قيم الدليل النباتي NDVI على مستوى منطقة الدراسة:

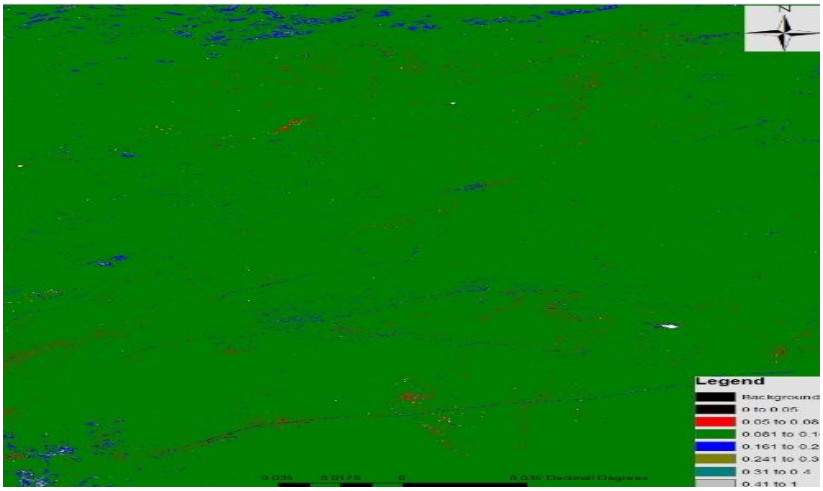
يبين الشكل رقم (34) تغيرات الغطاء النباتي للأعوام :(2016-2017-2018-2019) وذلك خلال شهر الربيع (يأخذ الغطاء النباتي اللون الأزرق). حيث سيطرت قيم الدليل المتوسطة نسبياً على الأعوام :(2016-2017-2018) الشكل رقم (B,C,D-35)، فلم تتجاوز قيم الدليل 0.15 لمعظم المساحة المدروسة وإن ارتفعت في بعض المساحات المحدودة نتيجة تجمع مياه أو عوامل أخرى، فمثلاً نجد التعدي واضحاً جداً على جانبي الطرق الرئيسية والفرعية وعلى أطراف بعض التجمعات السكانية وحسب توفر مصادر المياه لكن خلال هذه الأعوام كان الغطاء النباتي عبارة عن غطاء متفرق بالإضافة إلى وجود عملية الرعي والتي غالباً ما تكون في أوقات غير مناسبة للرعي (مثلاً عند بداية النمو) حيث يعمد المربون إلى توفير بعض الكلأ للقطعان باكراً واحتطاب كميات من الأنجم الأمر الذي يؤدي إلى تدهور الغطاء النباتي بشكل كبير. في حين عند وجود أمطار بشكل وفير نجد التحسن الواضح في قيمة الدليل النباتي في آذار عام 2019 الشكل رقم (D -3) والذي يبدو جلياً من خلال قيم الدليل النباتي والتي تتراوح من 0.15 إلى 0.3 لكلا

الصفين الموضحين باللون الأزرق والأخضر وتقابلهما على أرض الواقع قيم مرتفعة من الإنتاجية النباتية مع ارتفاع قيم الدليل في مساحات أخرى لقيم تجاوزت 0.4 ويعود هذا التفاوت الكبير نسبياً بالقيم لعدة عوامل أهمها التنوع التضاريسي للمنطقة من سهول ومرتفعات بالإضافة إلى تنوع الغطاء النباتي بشكل كبير، فنجد الأنجم والشجيرات في المرتفعات والأعشاب الحولية والدائمة في السهول.

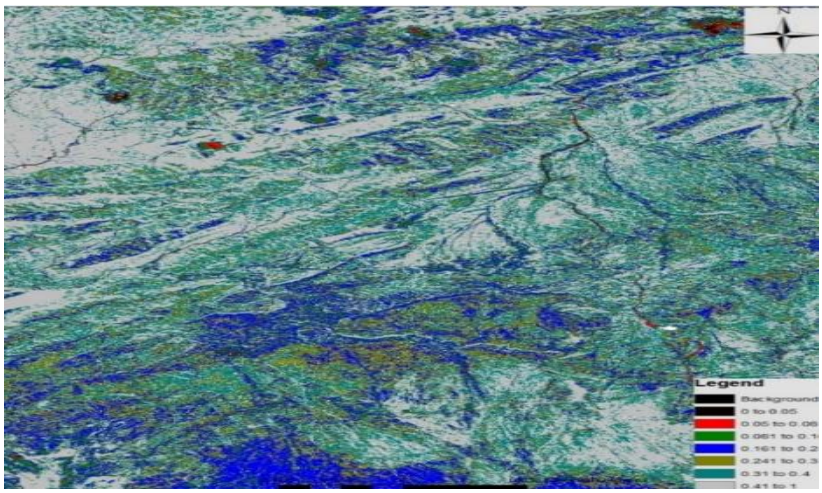
الشكل(A-34)



الشكل رقم (B-34)



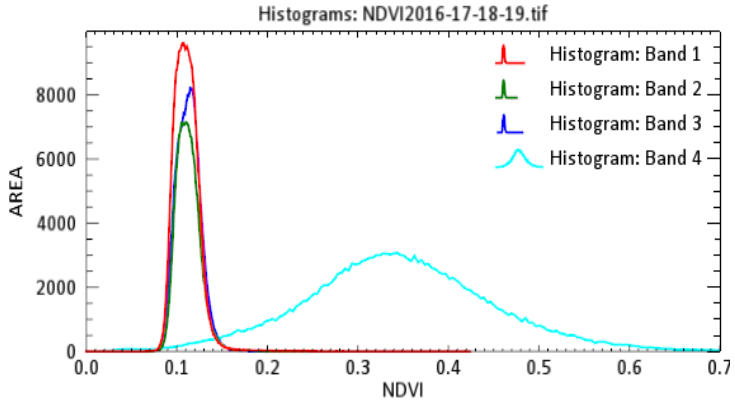
الشكل رقم (C-34)



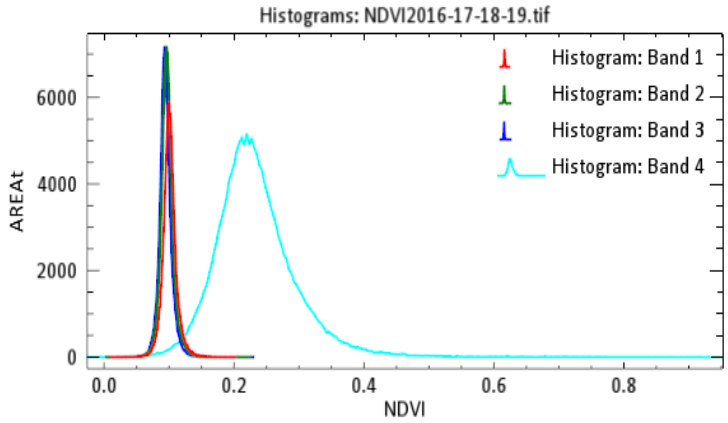
الشكل رقم (D-34)

كما يبن الشكل رقم (35) ست مناطق متفرقة تم اختبارها من المنطقة السابقة للتحقق، من خلال العلاقة بين المساحة وقيم الدليل النباتي، ففي الشكل (A-35) تراوحت قيمة الدليل في عام 2019 من 0.1 وإلى 0.6 بأغلبية المساحة للقيم من 0.22 إلى 0.4 لتدل على غطاء نباتي كثيف نسبياً (مراعٍ مغلقة) وعدم دخول القطعان إلى هذه المنطقة حتى تاريخ التقاط الصورة الفضائية.

في حين تراوحت قيم الدليل للأعوام السابقة المذكورة ما بين 0.08 إلى 0.15 لتوضح وجود غطاء نباتي متفرق قليل الكثافة ناتج عن رعي هذه المنطقة وغالباً هذه القيمة ناتجة عن الأعشاب والأنجم غير المستساغة. تراوحت قيمة الدليل النباتي في المنطقة المختبرة الثانية الشكل (B-35) في عام 2019 من 0.15 وإلى 0.36 بأغلبية المساحة للقيم من 0.15 حتى 0.25 وبمتوسط 0.22 لتدل على غطاء نباتي جيد جداً نسبياً (مراعٍ شبه مغلقة) وعدم رعي هذه المنطقة أيضاً. في حين انعدم الغطاء النباتي في مثل هذه الفترة للأعوام السابقة فتراوحت قيم الدليل للأعوام المذكورة ما بين 0.08 إلى 0.13 وبأغلبية المساحة لقيم 0.09 لتوضح عدم وجود غطاء نباتي.



الشكل رقم (A-35)

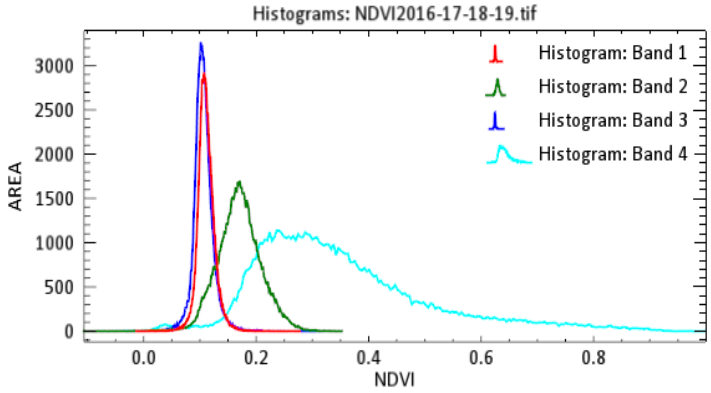


الشكل رقم (B-35)

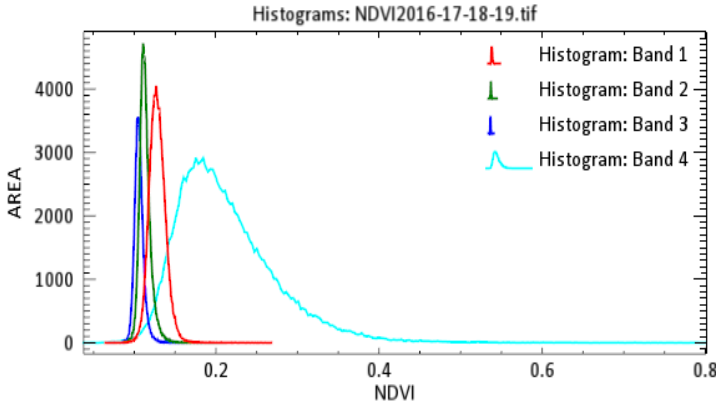
أما في الشكل (C-35) فتراوحت قيمة الدليل في عام 2019 من 0.18 وإلى 0.65 بأغلبية المساحة للقيم من 0.18 إلى 0.38 لتدل على غطاء نباتي كثيف نسبياً أيضاً (مراعٍ مغلقة) وغطاء نجمي وشجيري جيد أيضاً نظراً لارتفاع قيم الدليل النباتي لقيم تماثل مثيلتها من

الشجيرات، في حين تراوحت قيم الدليل للأعوام السابقة المذكورة ما بين 0.1 إلى 0.14 لتوضح وجود غطاء نباتي متفرق قليل الانتاجية ورعي لهذه المنطقة مسبقاً.

ونحت المنطقة المختبرة الرابعة الشكل (D-35) نحو سابقتها ما عدا عام 2017 فكان هناك تحسن بقيمة الدليل والذي يدل على عدم رعي هذه المنطقة حتى تاريخ التقاط الصورة فتراوحت قيمة الدليل النباتي ففي عام 2017 من 0.15 وإلى 0.25 بأغلبية المساحة للقيمة 0.18.



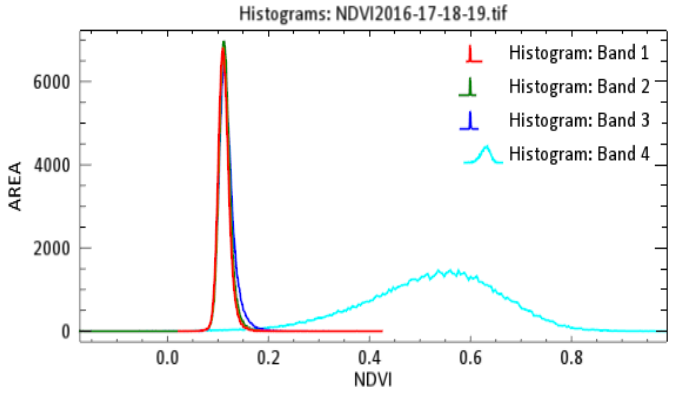
الشكل رقم (C-35)



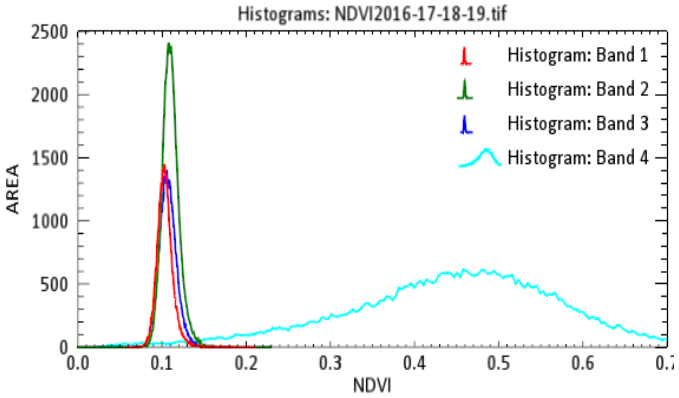
الشكل رقم (D-35)

أما منطقتي الاختبار الخامسة والسادسة الشكل (E-F-35) فقد بدا جلياً التفاوت في القيم ما بين عام 2019 والأعوام الأخرى مع الإشارة إلى وجود رعي جائر للمنطقة الأخيرة؛ بسبب تدني قيم الدليل النباتي بشكل كبير نسبياً الأمر الذي لم يحصل في المنطقة الخامسة لسببين إما بسبب عدم الرعي الجائر وإما لوجود نباتات غير مستساغة وكلا السببين يؤدي إلى تدهور البادية.

هذا وإن ارتفاع قيم الدليل النباتي عام 2019 بشكل كبير يدل على عدة أمور أهمها استفادة الغطاء النباتي من الهاطل المطري الكبير في البادية هذا العام، وعدم وجود رعي أو رعي بشكل مقبول لم ينتج عنه تدهور للغطاء النباتي، بالإضافة إلى تحسن الغطاء الأخضر للأشجار والشجيرات والأنجم وعدم إقبال الإنسان عليه كما في السنوات السابقة بشكل جائر أو قطعان المواشي لتوفر المرعى البديل.



الشكل رقم (E-35)



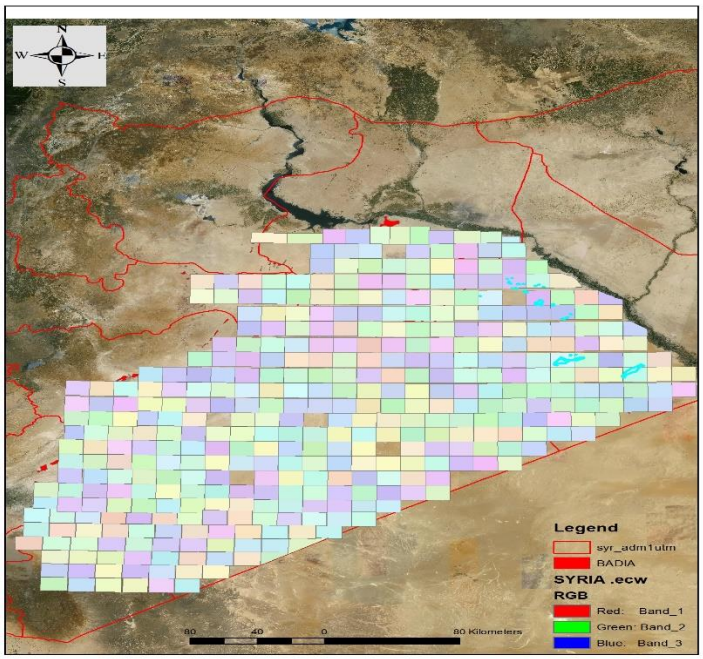
الشكل رقم (F-35)

2. 2. 1. 7 تحليل قيم الدليل النباتي الـ NDVI على مستوى 200 كم^2:

تم تقسيم المنطقة المستهدفة من البادية السورية إلى عدة مناطق اهتمام لسهولة الدراسة وكل منطقة مساحتها حوالي 200 ±1 كم^2 وكل منطقة من هذه المناطق تمت دراسة حالة الغطاء النباتي فيها بشكل منفصل عن المناطق الأخرى؛ إذ تم حصر جميع الصور الفضائية من نوع

سينتينل -2 من عام 2015 إلى آذار 2019 وحساب الدليل النباتي NDVI ورسم المنحنيات الخاصة بكل منطقة.

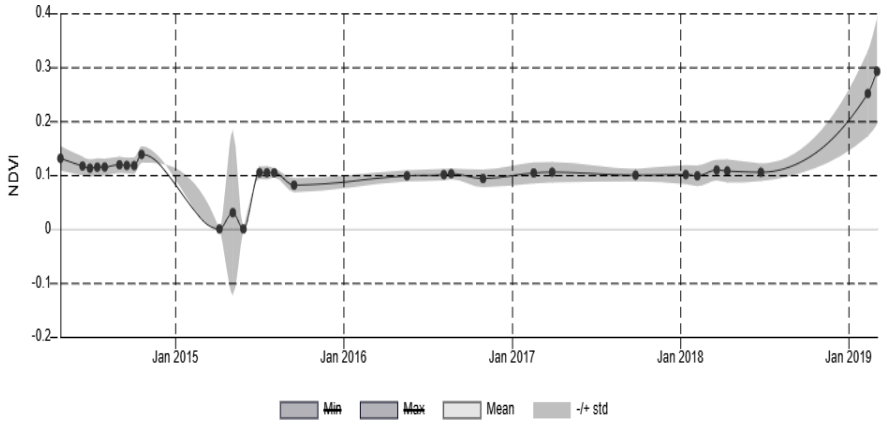
بلغ عدد المناطق المدروسة حوالي مئة واثنتين وخمسين منطقة الشكل (36)، تشمل منطقة البادية المستهدفة في هذه الدراسة كاملةً، وسنستعرض نتائج بعض المناطق فقط لسبب رئيسي؛ أنه عندما تم دراسة المناطق لوحظ التقارب الكبير نسبياً في قيم الدليل النباتي للبادية السورية والذي يدل على تجانس نسبي للغطاء النباتي لها لذلك تم اختيار منطقة من بادية حمص وأخرى من الرقة وثالثة من دير الزور كأمثلة تعبرعن كامل المنطقة.



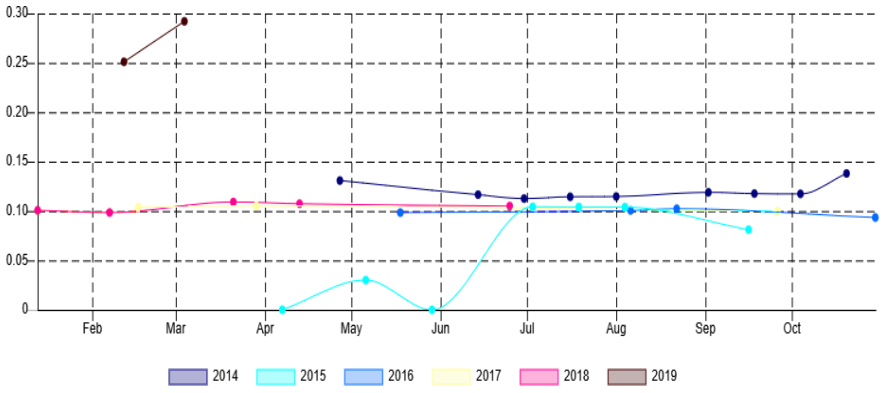
الشكل رقم (36) تقسيم منطقة الدراسة إلى مئة واثنتين وخمسين قسماً

1. **2. 2. 1. 7منطقة وادي المسرب في بادية حمص Wadi al Masrab :** نلاحظ من الشكل رقم (A-37) أن قيم الدليل النباتي لم تتجاوز 0.15 في أفضل الأحوال من بداية عام 2013 حتى عام 2018، وبشكل سريع في هذه المنطقة والتي تعبر عن استفادة الغطاء النباتي من الهطل المطري بشكل جيد، ويدل أيضاً على تجانس كبير نسبياً ؛ وذلك بسبب

انخفاض الانحراف المعياري (التشتت)، أما في الشكل رقم (B-37) فنجد أن الأعوام المدروسة عدا (2019) بالمتوسط هي سنوات قاحلة لمنطقة البادية باستثناء الأشهر الأخيرة من عام 2018 في حين بدا تحسن الوضع بشكل كبير جداً بالنسبة للغطاء النباتي حتى وصلت إلى مرحلة المساحات الخضراء المغلقة في عام 2019 ووصلت قيم الدليل في هذه المنطقة إلى قيم مرتفعة نسبياً 0.3، مع الأخذ بعين الاعتبار تفاوت المنطقة في الارتفاع من 300 - 750م.

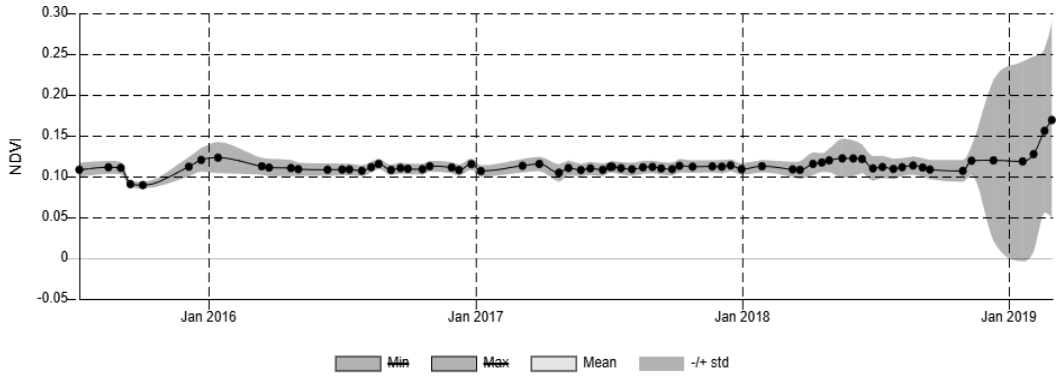


الشكل رقم (A-37)

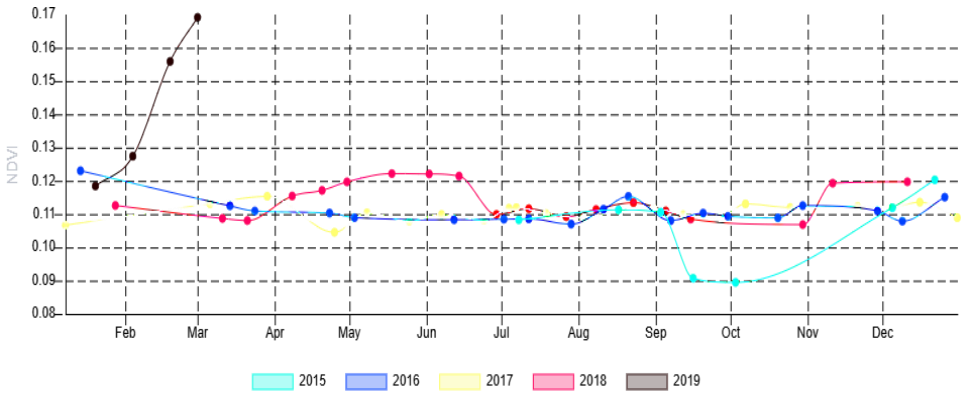


الشكل رقم (B-37)

2. 2. 2. 1 .7 منطقة كباجب بادية دير الزور Kabajib: تعبر المنطقة المدروسة عن ارتفاعات متفاوتة من 300 حتى 750 م بالإضافة إلى وجود أراضٍ مزروعة وبخاصة القريبة منها من المناطق العمرانية ضمن البادية وهي من التعديات على خط البادية ووجود المسيلات المائية من المرتفعات نحو المنخفضات والذي شجع على ظهور نمو خضري مميز عن باقي المناطق المجاورة في عام 2019 مما أدى إلى زيادة التباين كما هو موضح في الشكل (A-38). كما يوضح أن أسوء الأعوام من ناحية الغطاء النباتي هوعام 2015 وأفضلها بامتيازعام 2019 الشكل (B-39).

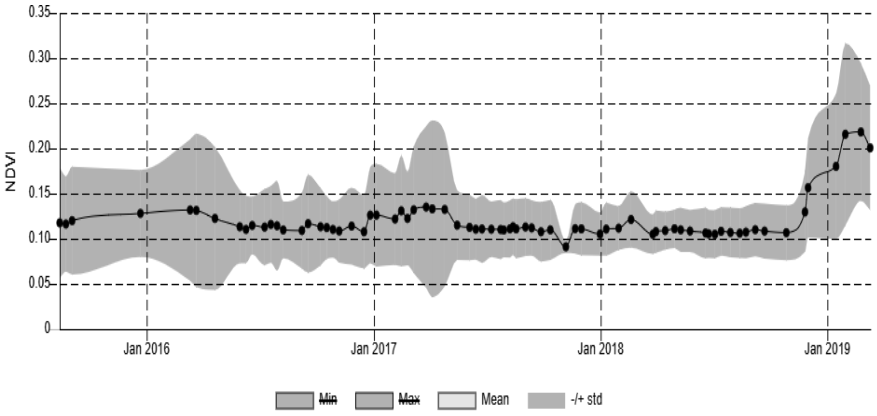


الشكل رقم (A-38)

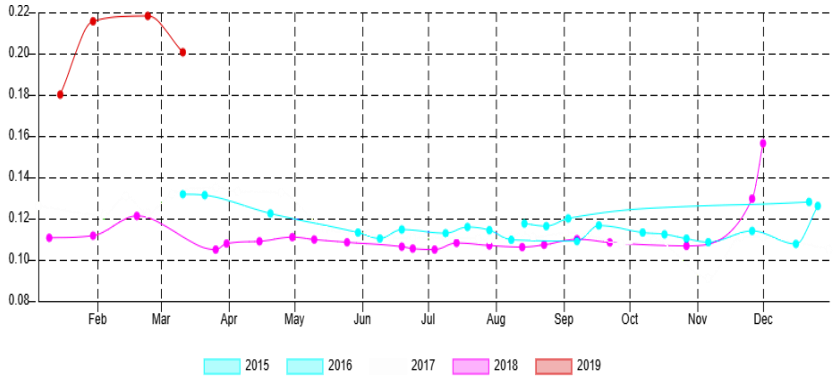


الشكل رقم (B-38)

3. 2. 2. 1. 7 منطقة قصر ام سبا في بادية دير الزور Qusur Umm Saba : يبين الشكل رقم (A-39) قيم الدليل النباتي في منطقة أم سبأ والتي اتخذت منحى مماثلا لسابقتها مع وجود اختلاف كبير نسبياً في هذه المنطقة من حيث توزع الغطاء النباتي والذي يظهره مقياس التشتت أو الانحراف المعياري ، ويعود ذلك نتيجة التعديات على البادية والموجودة في هذه المنطقة وبالتالي أدى إلى ارتفاع قيم الدليل لبعض بيكسلات الصورة عن مجاوراتها وازدياد تبعثر القيم، مع العلم أن المنطقة سهلية لم يتجاوز الارتفاع فيها 300م وبالتالي فهي منطقة متجانسة من حيث الظروف الطبيعية ولكن بالنسبة إلى الظروف الأخرى غير متجانسة. أما في الشكل رقم (B-39) فيتبين ارتفاع قيمة الدليل النباتي مع بداية شتاء عام 2018 واستمر حتى ربيع 2019 مع العلم أن الغطاء النباتي في السنوات التي قبلها كان غطاءً متفرقاً ولم يتعدَّ عن كونه نباتاتٍ مبعثرةً وغيرَ مستساغة غالباً؛ لأنها إن لم تكن كذلك لما تركتها قطعان الأغنام التي تجوب البادية بشكل مبكر منذ فصل الربيع.



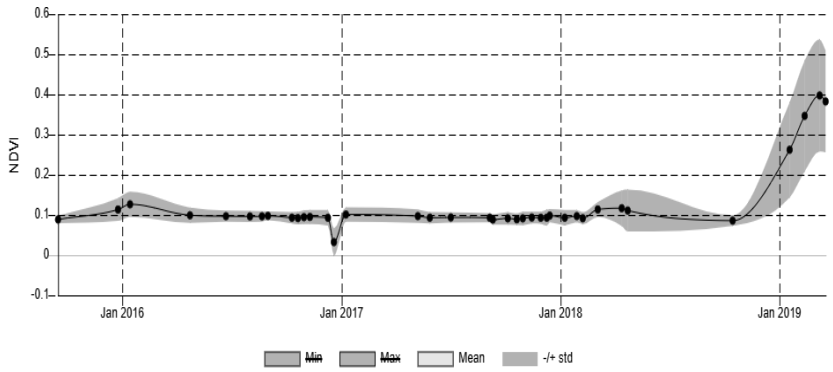
الشكل رقم (A-39)



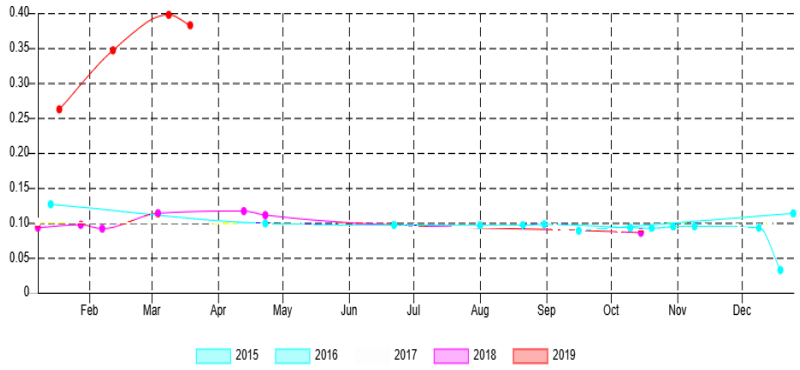
الشكل رقم (B-39)

4. 2. 2. 1. 7 منطقة بيت حسون الأحمد بين بادية حمص والدير BAYT HASSUN AL AHMAD:

تعبر المنطقة المدروسة عن تجانس في الارتفاعات من 500 إلى 750م عدا بعض المساحات الصغيرة نسبياً التي كان ارتفاعها 300م وبالتالي كان وجود المسيلات المائية محدوداً، هذا كله أدى إلى تجانس في النمو الخضري للأعوام المدروسة عدا (2019)؛ إذ لم تتجاوز قيمة الدليل النباتي في أفضل الأحوال 0.14 في حين أنه في عام 2019 تجاوز 0.25 وإلى 0.4 في بعض البيكسلات والذي أدى بدوره إلى وضوح التباين بين المناطق حسب الارتفاع كما هو موضح في الشكل رقم (A,B-40).



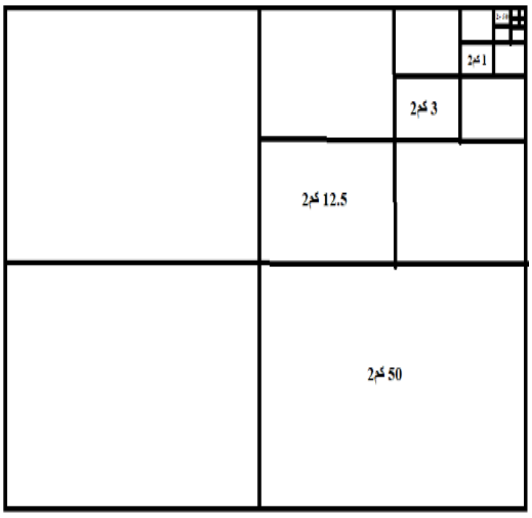
الشكل رقم (A-40)



الشكل رقم (B-40)

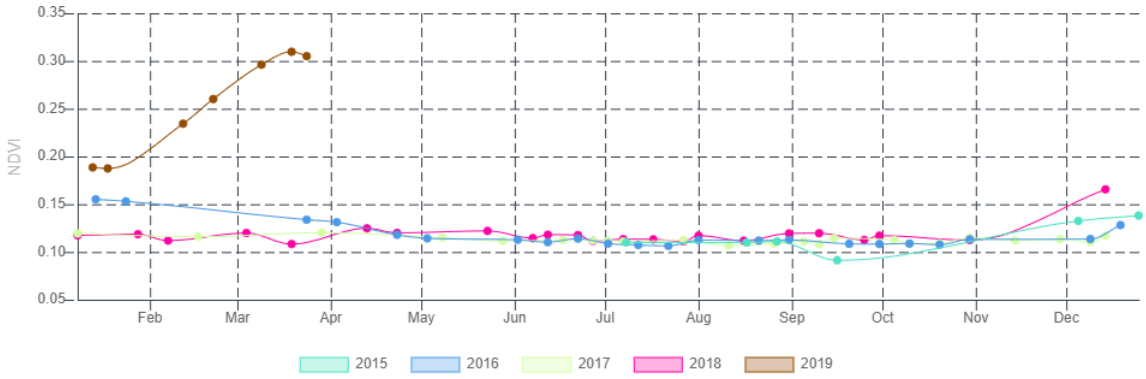
3. 2. 1. 7 تحليل قيم الدليل النباتي الـ NDVI على مستويات مختلفة من 200 كم^2 إلى 200 م:

تم خلال هذه المرحلة إعادة تقسيم مناطق الـ 200كم^2 إلى مناطق أقل مساحة كل منها 50كم^2 ثم كل منطقة 50كم^2 إلى مساحات أصغر (4 مناطق مساحة كل منها 12.5 كم^2). وبعدها كل من المناطق 12.5 كم^2 إلى 4 كل منها 1 كم^2 ثم إلى مساحات أصغر 4 مناطق 500م^2 وأخيراً إلى 4 مناطق 200 م^2 كما هو موضح وحسب الدليل النباتي من الصور الفضائية المتوفرة للمنطقة لمدة خمس سنوات متتالية. وتمت المقارنة لتوضيح أهمية المساحة المستهدفة في دراسة الغطاء النباتي باستخدام الدقة المكانية نفسها للصور الفضائية في الشكل رقم (41). ولتضع لبنة باتجاه العوامل الأخرى المتعلقة بالصورالفضائية وأهميتها في دراسة الغطاء النباتي .



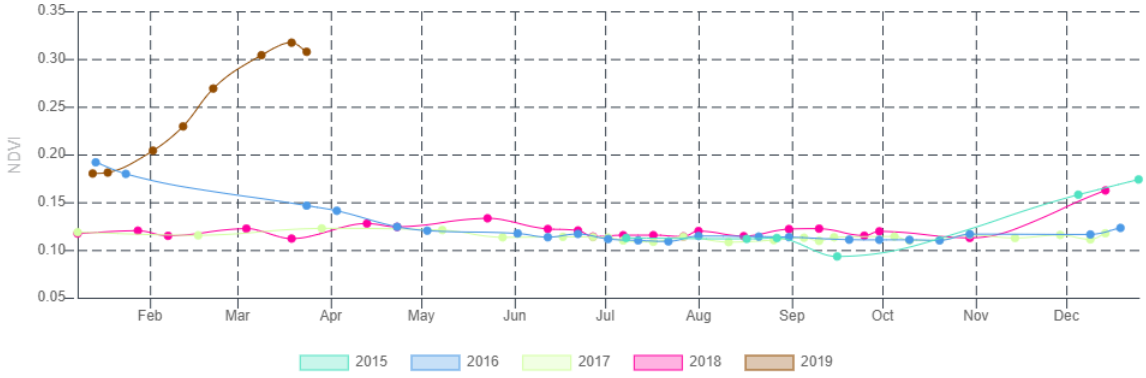
الشكل رقم (41)

فنلاحظ من الشكل (A،42) أن قيم الدليل النباتي للأعوام ما بين 2015 إلى 2018 لم تتجاوز 0.12، هذا يدل على وجود غطاء نباتي متدني الإنتاجية نسبياً عدا شهري كانون الثاني وشباط من عام 2016 ؛ إذ تجاوزت قيمته 0.15 وبالتالي ينعكس على غطاء نباتي متوسط الإنتاجية ، وشهر كانون الثاني لعامي 2015 و2018 حيث بلغت القيمة أكثر من 0.14 ، أما في عام 2019 فسلكت قيم الدليل النباتي سلوكاً مختلفاً بقيم مرتفعة نسبياً تدل على وجود غطاء نباتي ممتاز حيث تجاوزت القيم بالمتوسط 0.24.



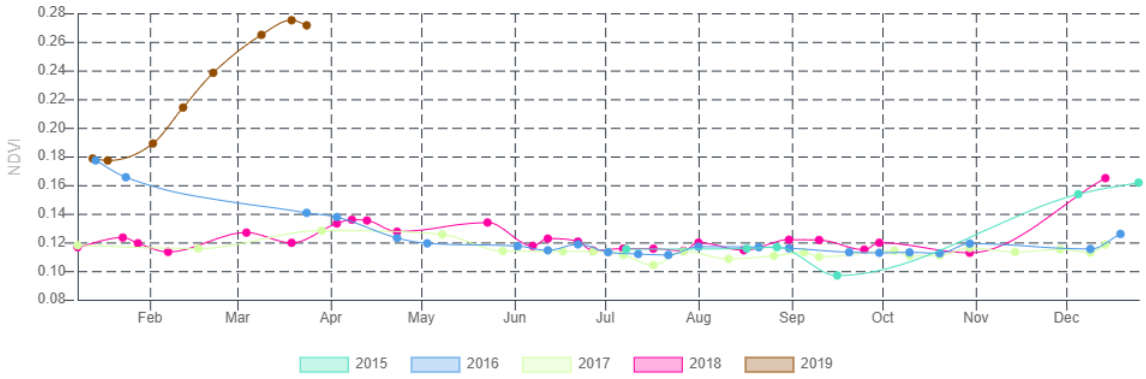
الشكل رقم (A-42)

كما نلاحظ عند دراسة المنطقة ذاتها بمقياس أقل (50 كم^2) ففي الشكل ذاته رقم (B،42) سلك سلوك المنطقة العامة حيث تفوقت سنة 2019 على باقي الأعوام بمتوسط لقيمة الدليل النباتي إذ بلغ 0.25 ولم تتجاوز بقية الأعوام 0.12. وفي المنطقة الثانية الشكل رقم (C ،43) وجدنا الأمر نفسه فقد بلغ متوسط قيمة الدليل في عام 2019 قيمة مرتفعة نسبياً 0.24 وأعلى قيمة لهذا العام في نهاية شهر آذار 0.285 وأدنى قيمة 0.18، في حين لم تتجاوز في بقية الأعوام بالمتوسط (0.11، 0.13، 0.11، 0.13) للأعوام السابقة على التوالي.



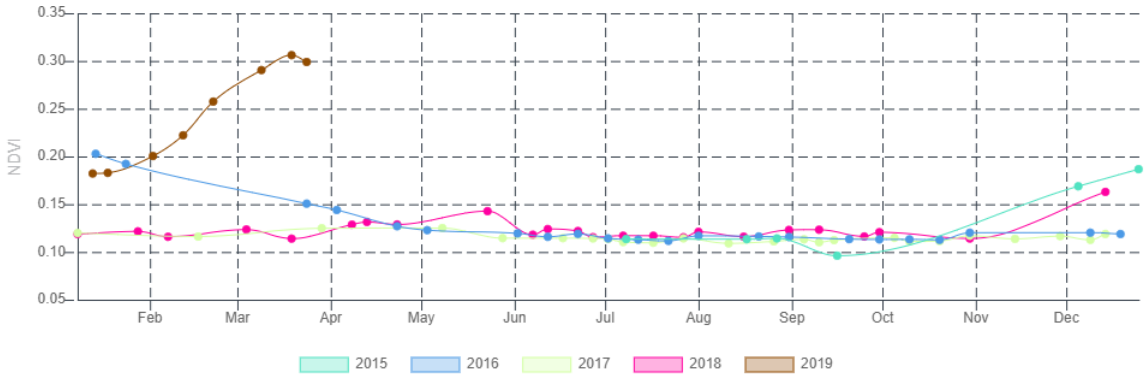
الشكل رقم (B-42)

وفي المنطقة الثانية الشكل رقم (C ،42) وجدنا الأمر نفسه فبلغ متوسط قيمة الدليل لعام 2019 قيمة مرتفعة نسبياً 0.24 وأعلى قيمة لهذا العام في نهاية شهر آذار 0.285 وأدنى قيمة 0.18، في حين لم تتجاوز في بقية الأعوام بالمتوسط (0.11، 0.13، 0.11، 0.13) للأعوام السابقة على التوالي.



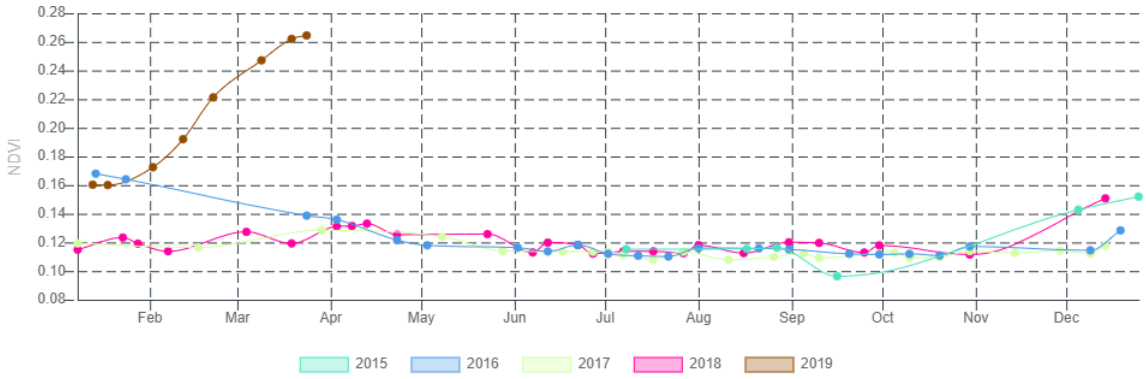
الشكل رقم (C-42)

كما نلاحظ من الشكل (D،42) أن متوسط قيمة الدليل للأعوام عدا عام 2019 بلغ 0.125، في حين كان 0.26 عام 2019، وبالتالي يمكن القول بأن الغطاء النباتي في البادية لم يكن بحالة جيدة إلى عام 2019.



الشكل رقم (D-42)

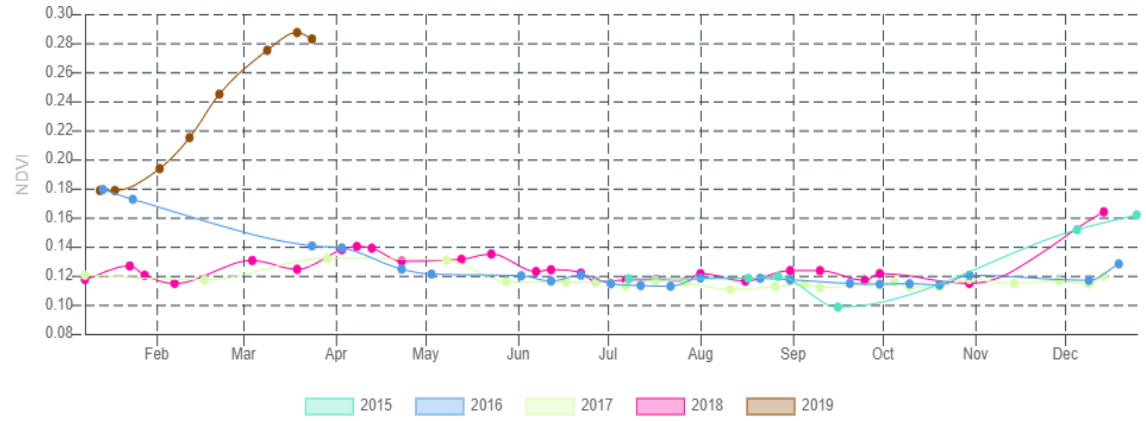
وفي الشكل رقم (E،42) بلغت أعلى قيمة للدليل 0.265 في شهر آذار عام 2019 وأدنى قيمة 0.164 في شهر كانون الثاني للعام نفسه وبمتوسط 0.22، في حين بلغت أدنى قيمة 0.09 في آب 2015 وأعلى قسمة 0.16 لكانون الثاني 2018 وبمتوسط بين (0.11 -0.13) للأعوام السابقة المدروسة.



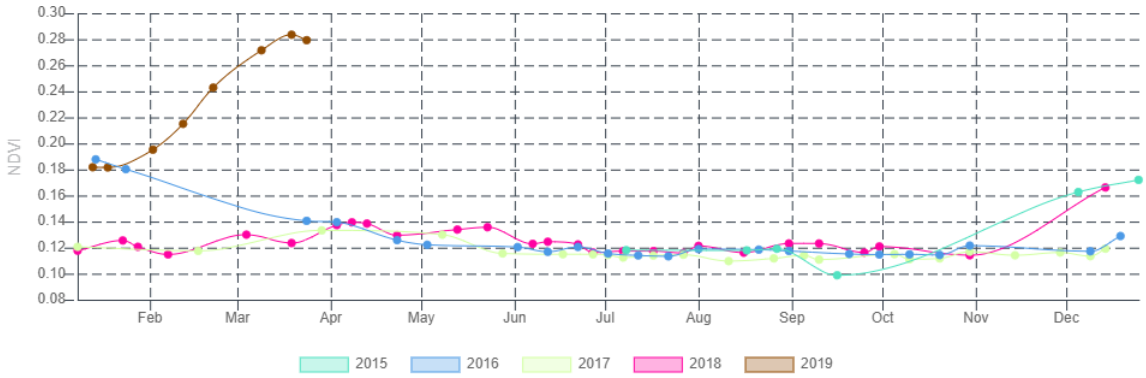
الشكل رقم (E-42)

وتبين الأشكال (F،42 G، H، I) متوسط الدليل النباتي للأعوام المدروسة للمناطق الأربعة التي تشكل باجتماعها المنطقة الموضحة في الشكل (E،42) فنجد من الشكل الأول (F،42) أن أعلى قيمة للدليل النباتي بلغت 0.26 في عام 2019 والتي تعد أفضل السنوات من حيث قيمة الدليل، وأدناها 0.09 في عام 2015، وأسوء السنوات بالمتوسط في عام 2017 فلم تتجاوز قيمة الدليل فيها في أفضل الشهور 0.125. كما نجد من الشكل (G،42) أن القيم من آذار إلى كانون الأول للأعوام جميعها عدا عام 2019 لم تتجاوز 0.12 وبالتالي تعبر عن غطاء نباتي متدهورة نسبياً، في حين تحسنت قيم الدليل في موسم الأمطار من كانون الثاني إلى شباط لتبلغ بالمتوسط قيم 0.17 والتي تعبر عن غطاء نباتي متوسط الكثافة.

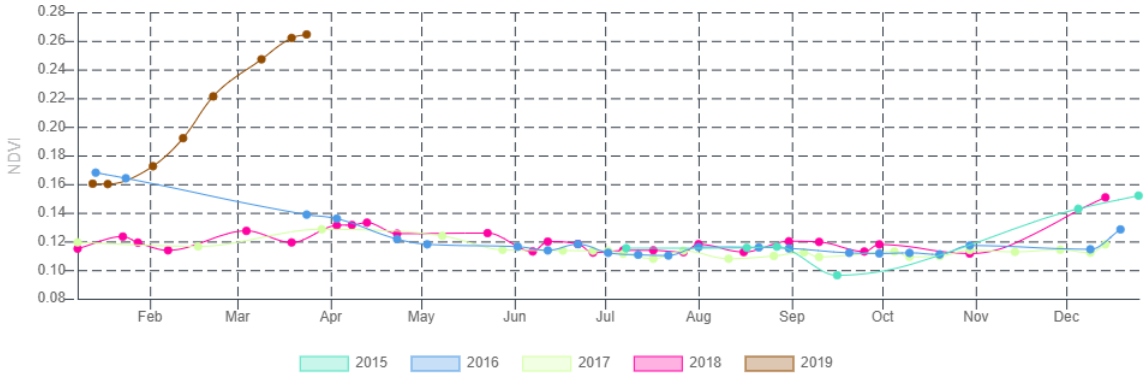
أما في المنطقتين الأخيرتين في الشكلين (42، H،I) فنجد أنه في عام 2019 بلغت أدنى القيم 0.18 وأعلاها 0.3، وكان شهرا كانون الثاني وشباط في عام 2016 بقيمة دليل بلغت تقريباً 0.16، في حين لم تتجاوز قيمته في بقية الأشهر 0.14.



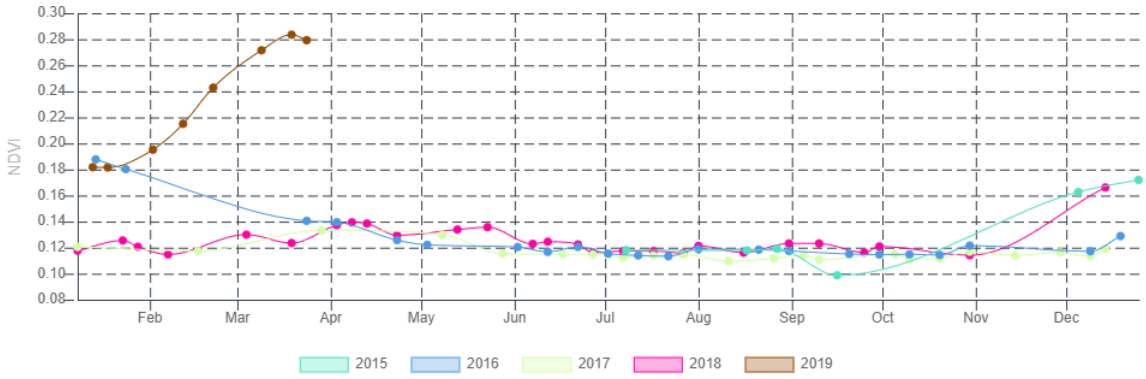
الشكل رقم (F-42)



الشكل رقم (G-42)

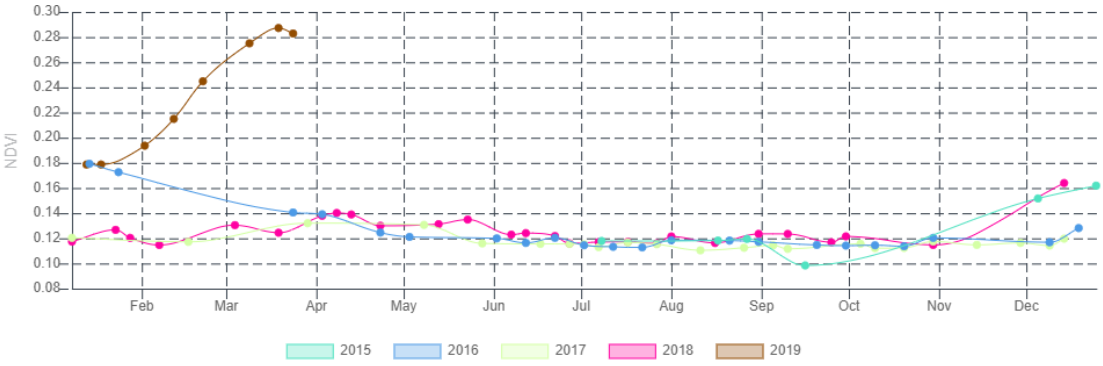


الشكل رقم (H-42)

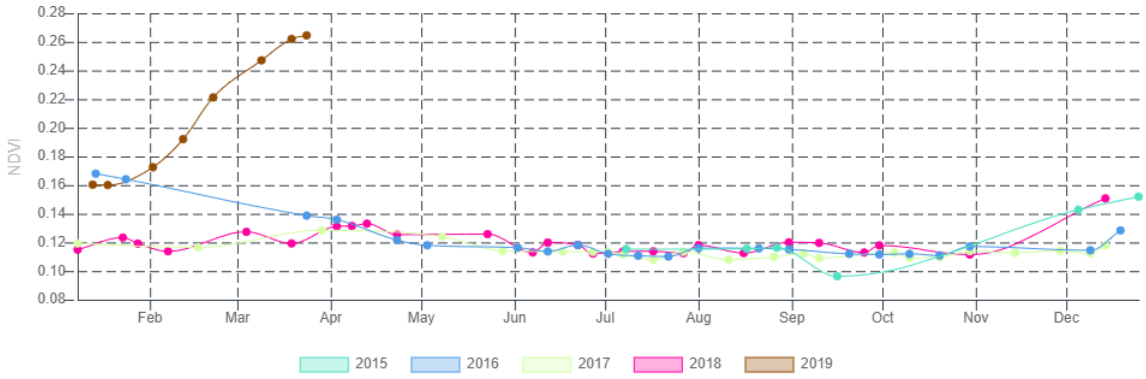


الشكل رقم (I-42)

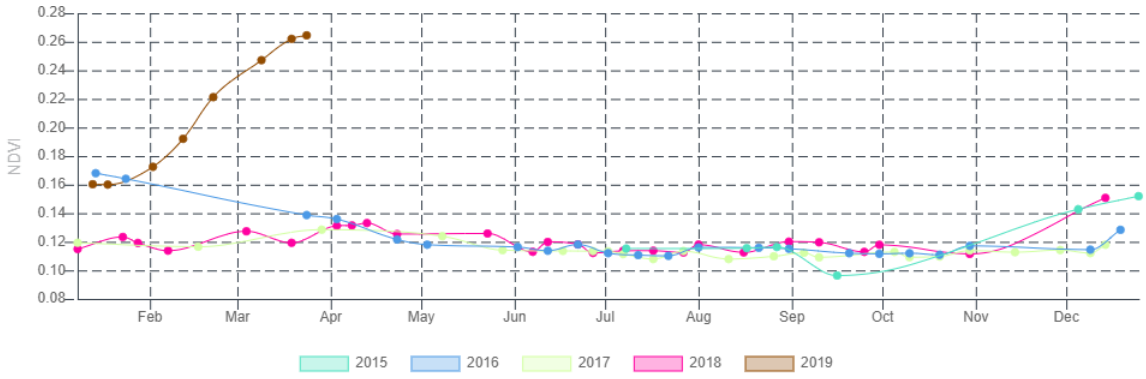
ولم يكن هناك فرق معنوي لدى تقسيم كل من المناطق المدروسة بالأشكال السابقة إلى أربع مناطق كل منها 3 كم^2 لتشكل باجتماعها المنطقة السابقة (الشكل 42، I) فمثلاً كان متوسط قيمة الدليل في الشكل (42، J) 0.24 لعام 2019 وبلغت 0.114 لعام 2018، و0.135 لعام 2016، و0.121 لعام 2015. في حين كانت في الشكل (42، L) 0.234، و0.124، 0.11، 0.114، و0.12 للأعوام على التوالي.



الشكل رقم (J-42)

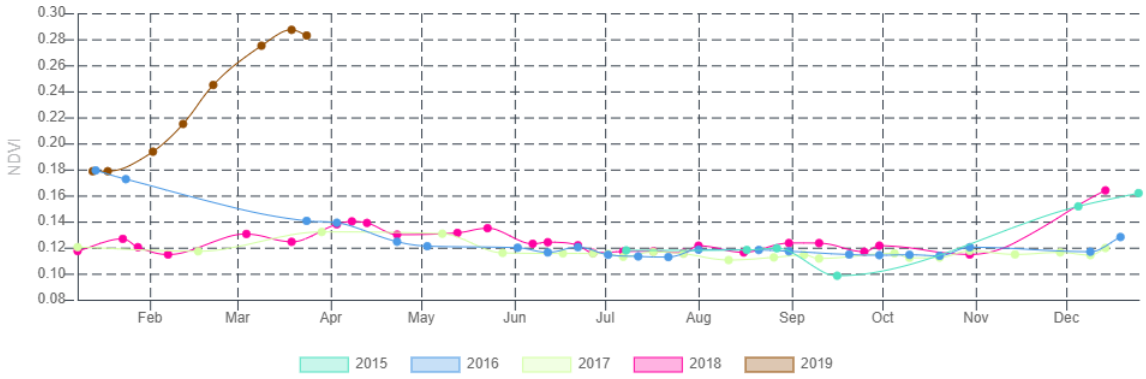


الشكل رقم (K-42)

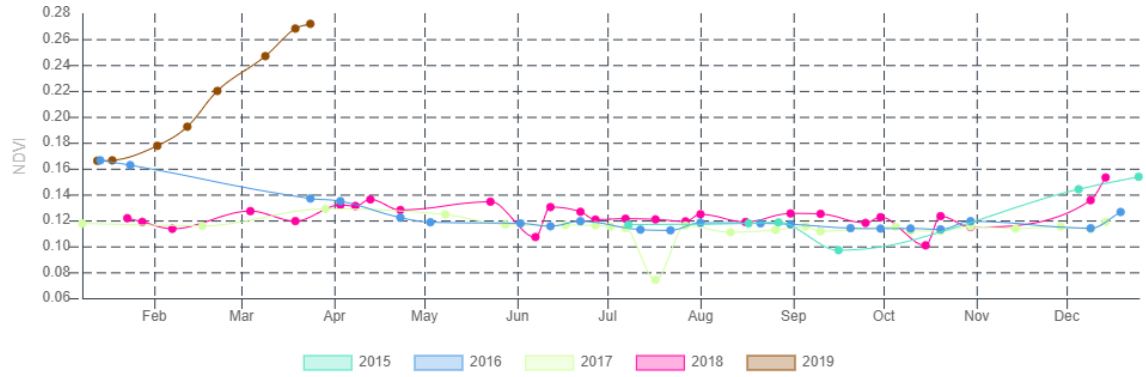


الشكل رقم (L-42)

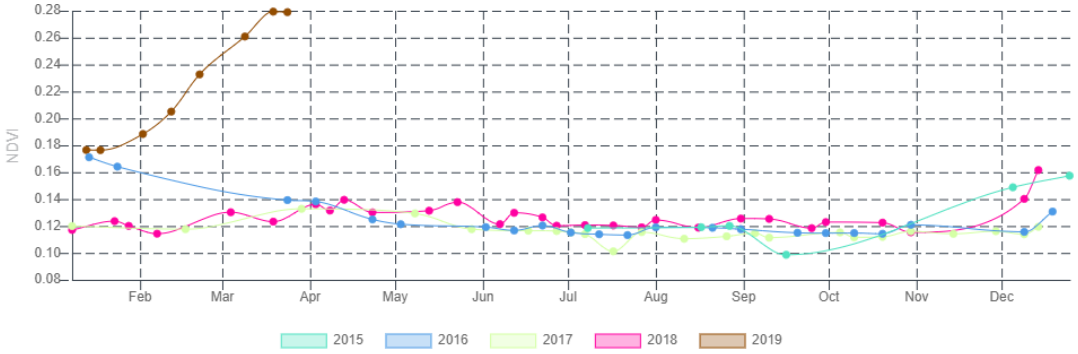
وفي الشكل (42، M) كانت أعلى قيمة 0.284 لعام 2019 وأدناها 0.18 لشهر شباط في العام نفسه، وكانت قيم الدليل في باقي الأعوام متدنية نسبياً فلم تتجاوز بالمتوسط بين 0.12 و0.14 لجميع الأعوام. وفي المناطق المشكلة للمنطقة المدروسة بالشكل (42، M) نجد أن المناطق الموضحة بالأشكال (42، M، N، O، P) بلغت أعلى قيمة للدليل حوالي 0.264 بالمتوسط للمناطق الأربعة لأفضل الشهور عام 2019 وأدناها 0.16 للعام نفسه، في حين كانت بين 0.12 و0.14 لبقية الأعوام وهي نتائج مماثلة للمنطقة المشكلة باجتماع المناطق الأربعة المذكورة. وتعبران في الشكلين (43، R،S) عن المخطط البياني لقيمة الدليل النباتي لمساحتي 500 و200 م^2 على التوالي، فنجد الأمر ذاته ومطابقة النتائج للمناطق الأكبر مساحة لعدم وجود فروق معنوية بين النتائج المتحصل عليها.



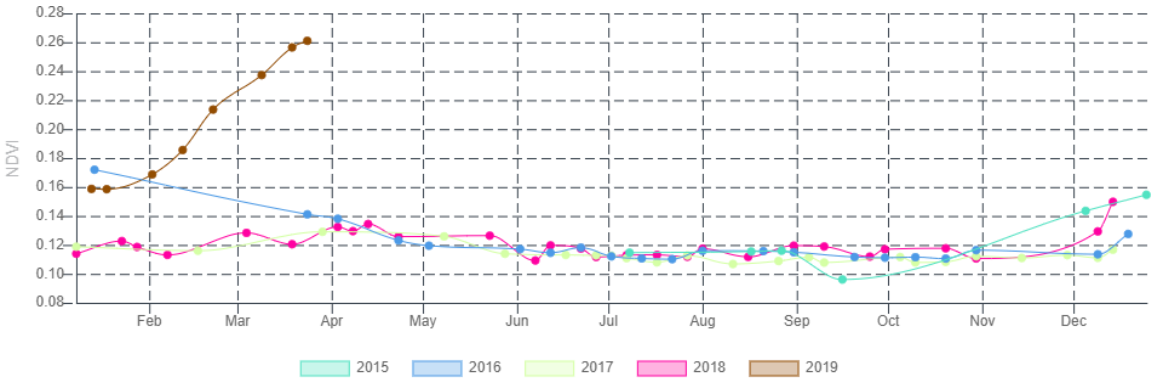
الشكل رقم (M-42)



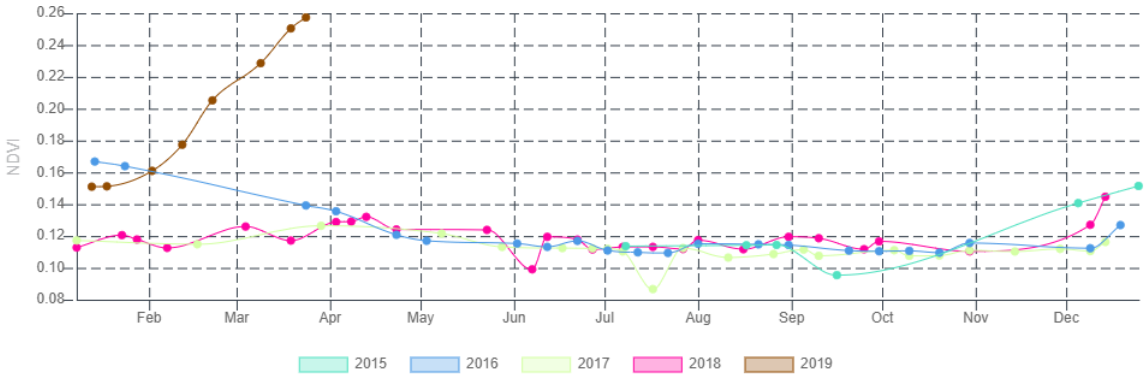
الشكل (N-42)



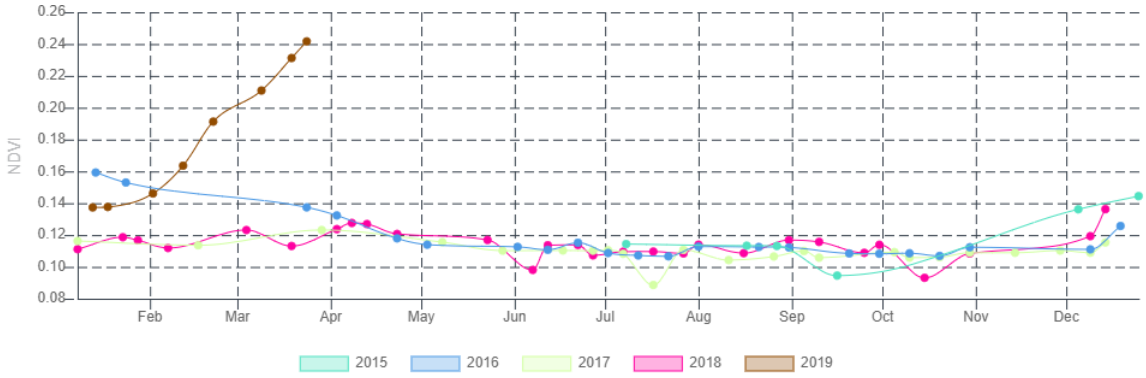
الشكل رقم (O-42)



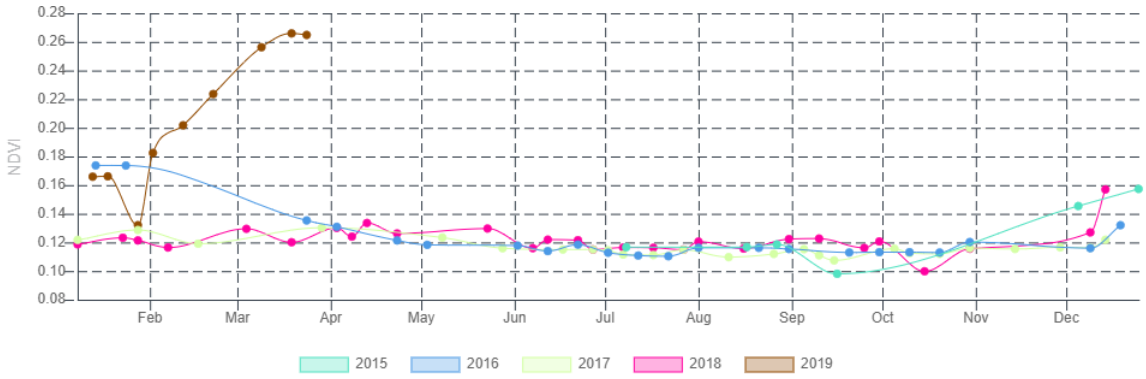
الشكل رقم (P-42)



الشكل رقم (Q-42)



الشكل رقم (R-42)



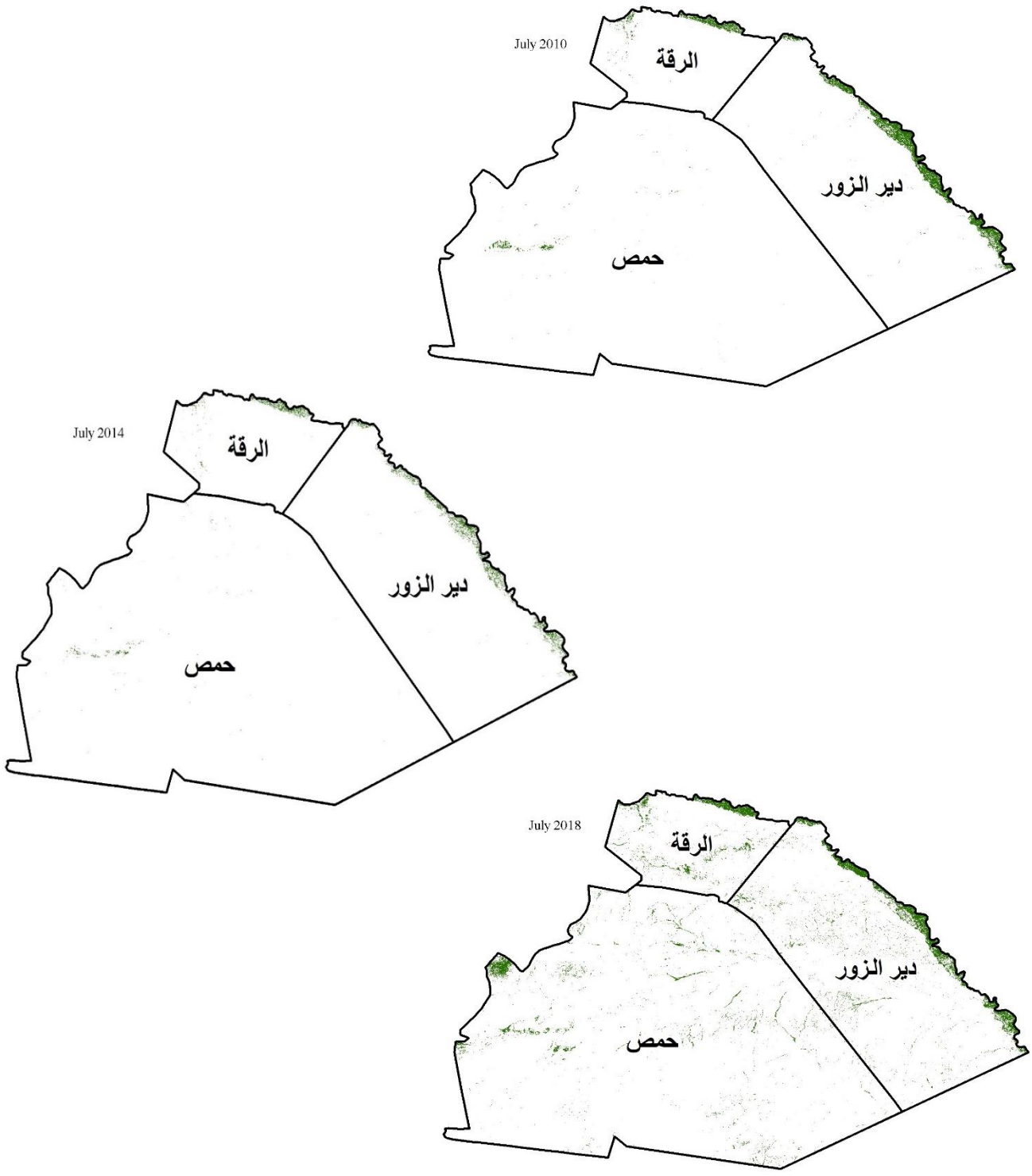
الشكل رقم (S-42)

تم حساب المساحة التي يشغلها الغطاء النباتي في كل من السنوات(2010-2014-2018) ومقارنتها بمساحة منطقة الدراسة جدول (3) فكانت المساحة المغطاة بالنبات في عام 2014 متناقصة إلى درجات متنوعة بالمقارنة مع تلك في عام 2010؛ إذ إن نسبة التدهور في التغطية النباتية بلغت 48.04 % من مساحة المنطقة المدروسة، والتي تظهر واضحة في الشكل(43) حيث يظهر توزع الغطاء النباتي في المنطقة باللون الاخضرخلال سنوات الدراسة. من جانب آخر فإن هناك تزايداً ملحوظًا في الغطاء النباتي مقدرا بـ 292.76 %. هذا التزايد يعود إلى تحسن كبير في المراعي المغلقة بالإضافة إلى تحسن ملحوظ على جوانب الأنهار والمسيلات المائية.

إن تقييم درجة التدهور حسب مؤشر التغطية النباتية% (Glasod,1987) كانت متوسطة في عام 2010 وحادة جدا في عام 2014 حيث بلغت نسبة التغطية النباتية على التوالي 16.02% و8.33% بينما في عام 2018 ظهر تحسن في التغطية النباتية وكانت درجة التدهور حسب المؤشر بسيطة.

جدول (3). الغطاء النباتي في منطقة الدراسة خلال الفترة ما بين 2010 إلى 2018

منطقة الدراسة	المساحة	الغطاء النباتي 2010		الغطاء النباتي 2014		معدل التدهور السنوي	الغطاء النباتي 2018		معدل السنوي للتدهور
	km^2	km^2	%	km^2	%	km^2/year 2014	km^2	%	km^2/year 2018
بادية الشام	46997.94	7529.49	16.02	3912.65	38.3		15367.31	32.70	
2010-2018				3616.84	48.08	-401.9	11454.66	292.76	1272.7



الشكل (43). التوزع المكاني للغطاء النباتي في منطقة الدراسة بين عامي 2010 و2018

3 . 1 . 7 التغطية الرملية:

أظهرت نتائج الدراسة (جدول4) ,الشكل (A-B-C.44) المعبران عن تغيرات التغطية الرملية خلال السنوات من2010-2018 ،أن هناك زيادة ملحوظة في تراكم التغطية الرملية ومستوى حركتها باتجاه المناطق المحيطة في فترتي الدراسة 2010 و2018.

حيث كان التزايد تدريجياً وكبيراً في منطقة الدراسة بنسبة تزايد 10% تقريبا كل أربع سنوات مغطيا مساحة 27542.79 كم^2 في 2018؛ إذ إن حركة الرمال والتغطية الرملية تهدد وتدمر أراضي المحاصيل، وقنوات الري والبنى التحتية بالإضافة إلى تناقص الإنتاجية الزراعية وأوضاع الحياة.

تزامن التزايد في زحف التغطية الرملية مع تناقص في نسبة الغطاء النباتي في الفترة الأولى من الدراسة بين عامي 2010 و2018، ثم يعود الغطاء النباتي للتحسن في عام 2018 ولكن ذلك انحصر في بعض المراعي المغلقة مع ازدياد نسبة زحف الرمال وذلك يعود إلى الممارسات الخاطئة وأهمها الرعي الجائر للغطاء النباتي في البادية، إضافة إلى السماح بحراثة بعض المواقع وزراعتها بالشعير أو القمح في مناطق ذات ظروف غير مستقرة، حيث معدل الأمطار السنوي فيها لا يتجاوز 150مم، مما يجعل الظروف غير ملائمة لأي نوع من أنواع الزراعة.

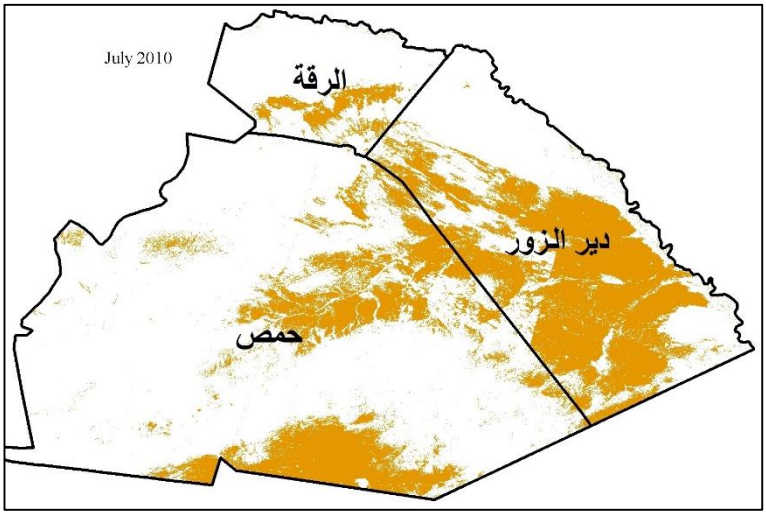
أدت هذه الممارسات البشرية غير المرشدة (رعي جائر، حراثة، احتطاب، وقلع نباتات وغيرها) إلى تدهور البادية بسبب القضاء على الغطاء النباتي من جهة، وتفكك الطبقة السطحية للتربة من جهة ثانية، وجعلها عرضة للرياح وحدوث العواصف الغبارية وزيادة وتيرة تكرارها وضعف في محتوى التربة والنبات من الرطوبة، وهذا واضح جدا من خلال الدراسة الإحصائية لنتائج منطقة الدراسة.

بالإضافة إلى ذلك فإن قطع الشجيرات في مناطق السكان لاستخدامها كوقود أدى إلى تفاقم المشكلة. تقود كل هذه الأسباب إلى تكشف سطح التربة وبالتالي تسهل من تأثير الرياح في عملية الانجراف الريحي، والتي تؤدي في النهاية إلى زيادة التغطية الرملية وحركة الرمال.

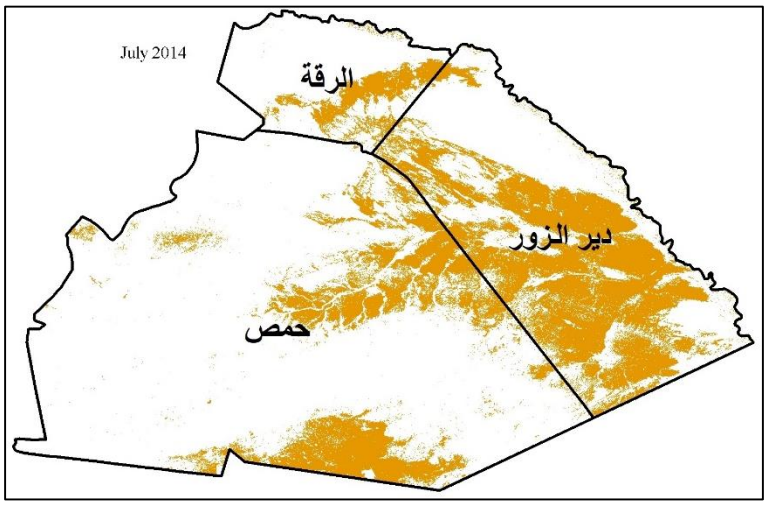
تبين نتائج الجدول (4) أن نسبة التغطية الرملية 30,5% من مساحة منطقة الدراسة في عام 2010 وبذلك تكون درجة التدهور بسيطة بينما في عام 2014 كانت التغطية بالرمل قد وصلت ل 48% من منطقة الدراسة ودرجة التدهور متوسطة، ازدادت هذه التغطية في عام 2018 حيث بلغت 58,6% وتقيم حالة التدهور من متوسطة إلى حادة حسب (Glasod,1987).

منطقة الدراسة	المساحة	مساحة الرمال 2010		مساحة الرمال 2014		مساحة الرمال 2018		2018-2010		معدل الزحف السنوي
	km2	km2	%	km2	%	km2	%	km2	%	km2/year
	46997.94	14329.72	30.5	22561.66	48	27542.79	58.6	13213.07	28.1	1468.12

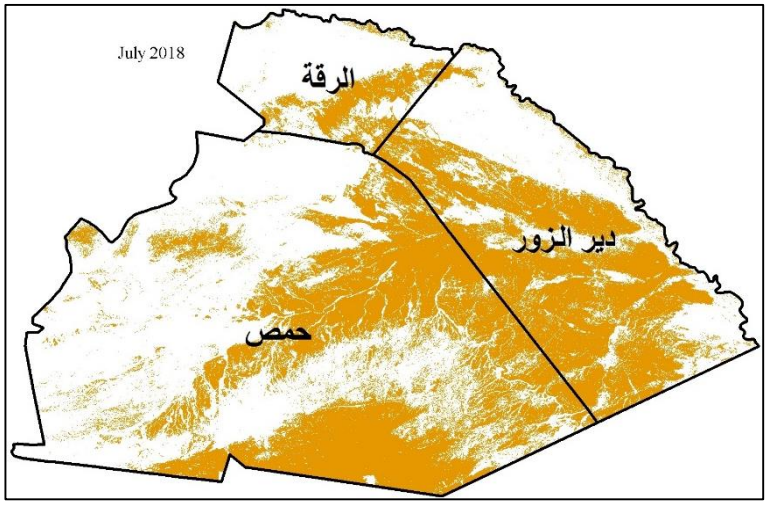
جدول (4). مساحة الرمال في منطقة الدراسة خلال الفترة 2010 حتى 2018



الشكل رقم (A-44) المناطق التي تغطيها الرمال في منطقة الدراسة لعام 2010



الشكل رقم (B-44) المناطق التي تغطيها الرمال في منطقة الدراسة لعام 2014



الشكل رقم (C-44) المناطق التي تغطيها الرمال في منطقة الدراسة لعام 2018

1 .3. 1. 7 تحاليل الارتباط للمؤشرات المدروسة في التغطية الرملية:

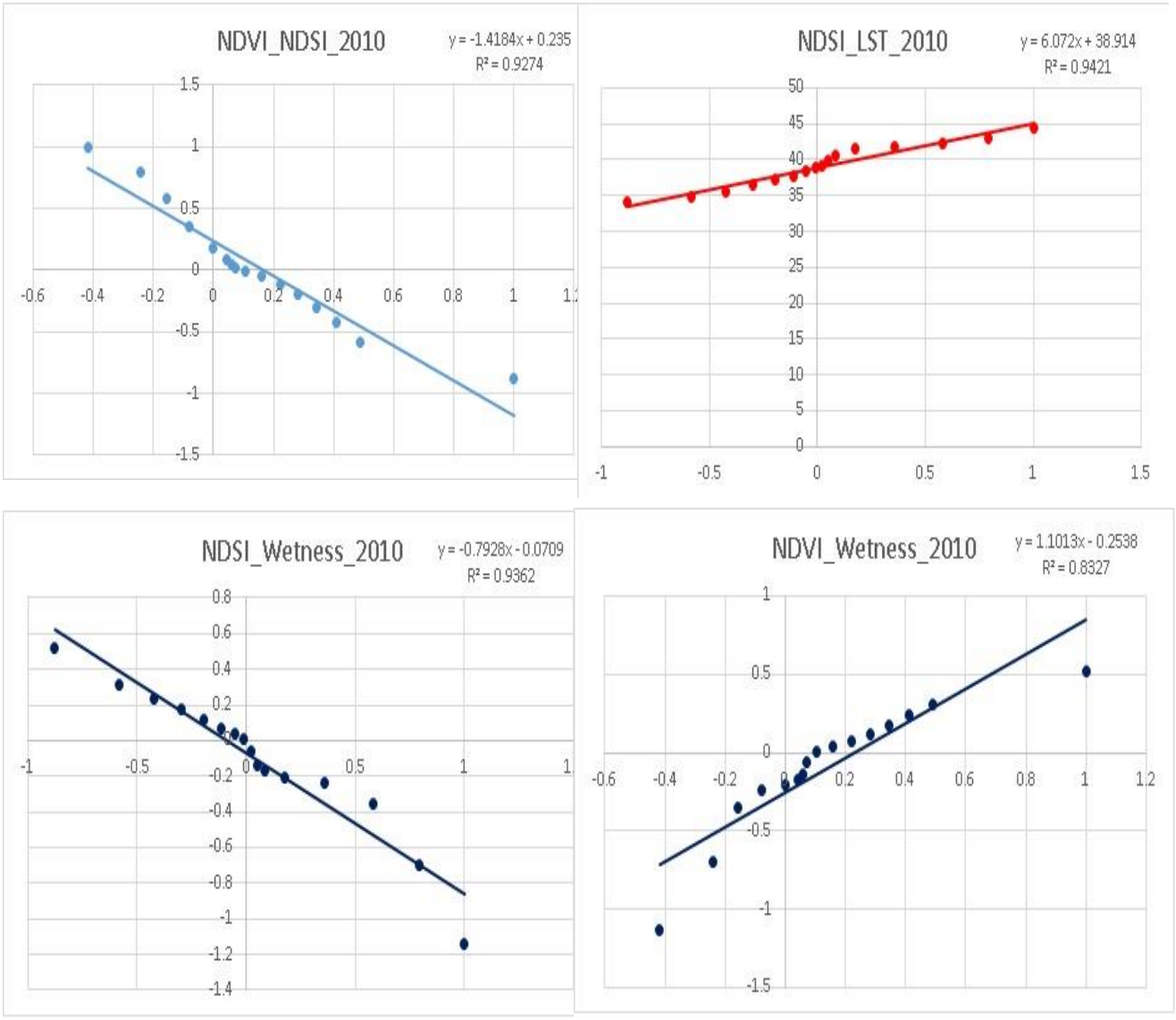
تهدف التحاليل إلى اختبار التقارب بين المؤشرات المستخدمة. يوضح كلٌ من الجدول (5،6،7) وشكل (44,45,46) نتائج التحاليل الإحصائية التي تشمل ثلاث مصفوفات ارتباط بين المؤشرات المدروسة للسنوات 2010، 2014 و2018؛ إذ أظهرت النتائج علاقة ارتباط قوية جدا بين المؤشرات المدروسة.

وقد أظهرت النتائج أن (Wetness) ترتبط ارتباطاً سلبياً قوياً مع كل من (NDSI) (LST) و(Brightness). حيث كانت معاملات الارتباط كالتالي: (0.97-)، (0.93-)، و(0.93-) لسنة 2010 و (0.87-)، (0.95-)، (0.93-) لسنة 2018 على التوالي.

تراكم التغطية الرملية (NDSI) ارتبط ارتباطًا إيجابياً قويًا جدا مع (LST) و(Brightness). نتائج الارتباط تشير إلى أن درجة حرارة الأرض (LST) وتراكم التغطية الرملية(NDSI) كانا العامل الاكثر تأثيرا في مؤشرات الدراسة في السنوات 2010، 2014 و2018 على التوالي.

جدول (5). مصفوفة الارتباط بين المؤشرات المدروسة لعام 2010

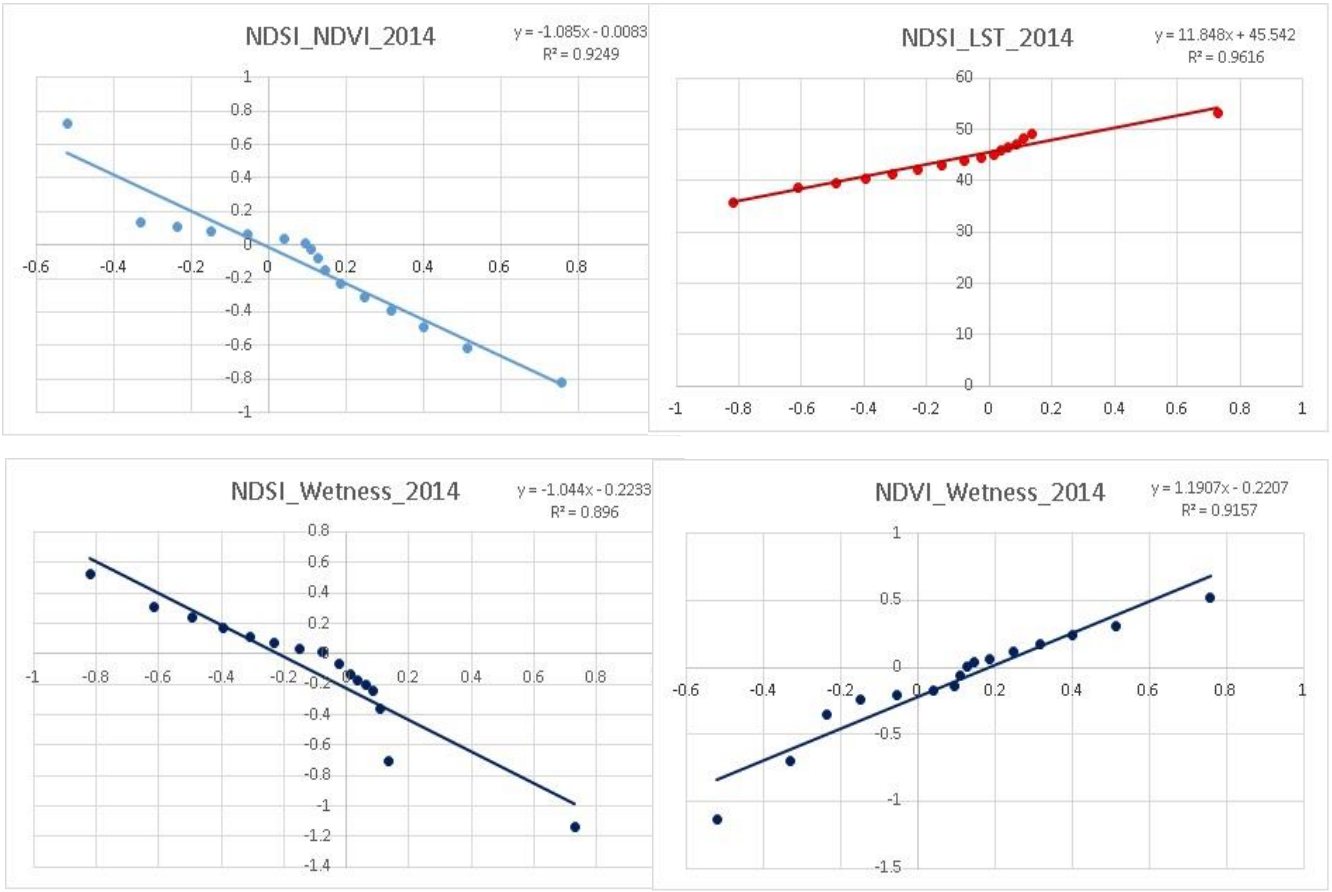
جدول 2010	NDVI	NDSI	LST	Wetness	Brightness
NDVI	**1**	**-0.96**	**-0.94**	**0.91**	**-0.96**
NDSI	**-0.96**	**1**	**0.97**	**-0.97**	**0.96**
LST	**-0.94**	**0.97**	**1**	**-0.93**	**0.97**
Wetness	**0.91**	**-0.97**	**-0.93**	**1**	**-0.93**
Brightness	**-0.96**	**0.96**	**0.97**	**-0.93**	**1**



الشكل رقم (45) العلاقة الخطية بين المؤشرات المدروسة لعام 2010

جدول (6). مصفوفة الارتباط بين المؤشرات المدروسة لعام 2014

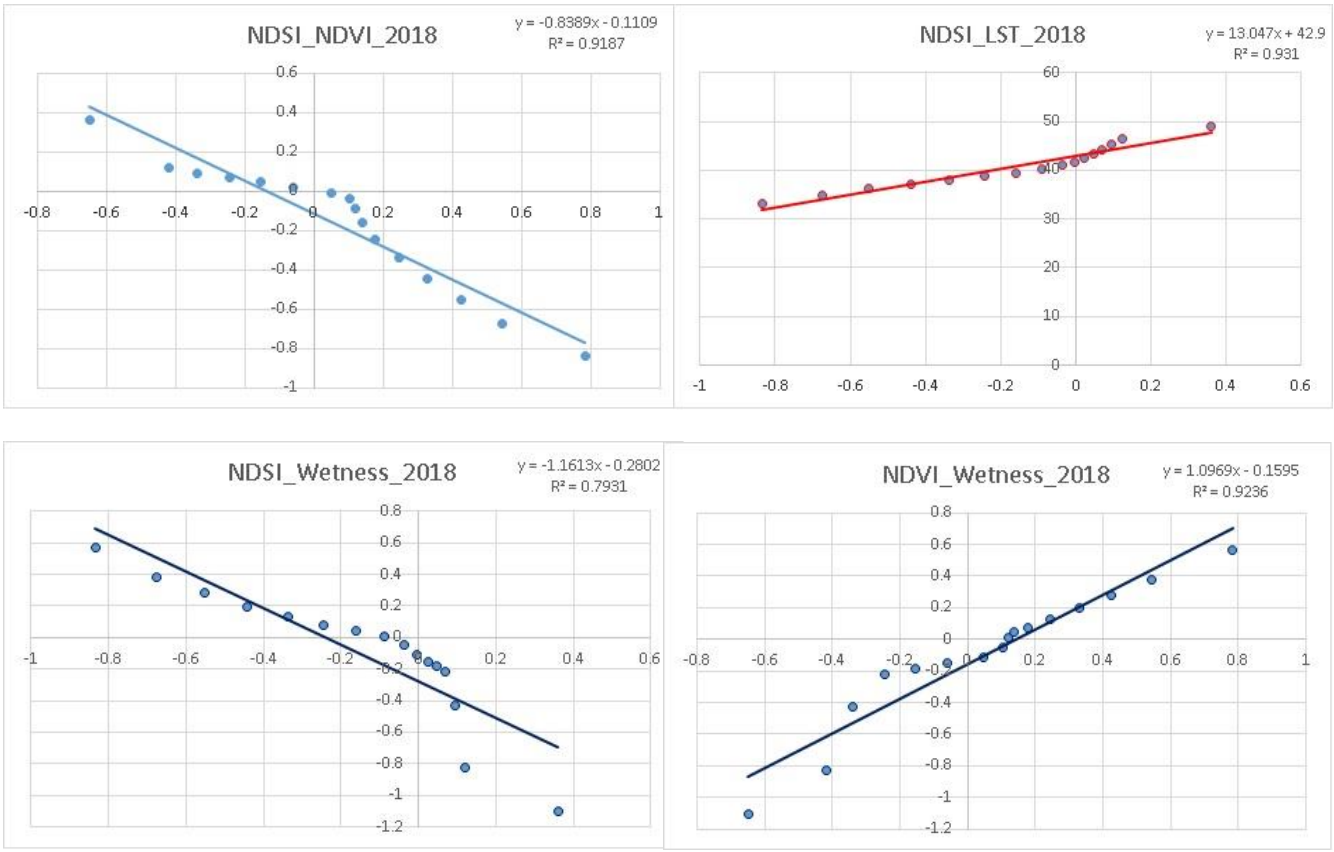
جدول 2014	NDVI	NDSI	LST	Wetness	Brightness
NDVI	1	-0.96	-0.98	0.96	-0.97
NDSI	-0.96	1	0.98	-0.94	0.98
LST	-0.98	0.98	1	-0.96	0.97
Wetness	0.96	-0.94	-0.96	1	-0.93
Brightness	-0.97	0.98	0.97	-0.93	1



الشكل (46) العلاقة الخطية للمؤشرات المدروسة لعام 2014

جدول (7). مصفوفة الارتباط بين المؤشرات المدروسة لعام 2018

جدول 2018	NDVI	NDSI	LST	Wetness	Brightness
NDVI	1	-0.94	-0.99	0.95	-0.96
NDSI	-0.94	1	0.96	-0.87	0.98
LST	-0.99	0.96	1	-0.95	0.96
Wetness	0.95	-0.87	-0.95	1	-0.93
Brightness	-0.96	0.98	0.96	-0.93	1



الشكل (47). العلاقة الخطية بين المؤشرات المدروسة لعام 2018

4 . 1 .7 العواصف الغبارية:

تم الحصول على بيانات المديرية العامة للأرصاد الجوية، لمعرفة الأيام التي حدثت فيها ظاهرة العواصف الغبارية بتاريخ 2017/4/23، وتم كتابة نص برمجي ضمن منصة (Google Earth Engine). تضمن عملية البرمجة عمليات معالجة للصورة الفضائية من إرجاع مكاني وتصحيح هندسي واقتطاع لمنطقة الدراسة، ثم تم استخدام القنوات الحرارية المشعة (قناة 4 و5) لتطبيق معادلة خاصة بالعواصف الغبارية وذلك لإنتاج خريطة توضح العواصف الغبارية، ثم مطابقتها مع صورة (MODIS) لمراقبة العواصف الغبارية الشكل (48). وبالتالي المساعدة في مراقبتها والتنبؤ بها لاحقا (Tsolmon et al., 2008; Ochirkhuyag and Tsolmon, 2006; Sokolik, 2002). الشكل (49) يوضح الصورة الناتجة للعواصف الغبارية وقد تم استخدام المعادلة التالية:

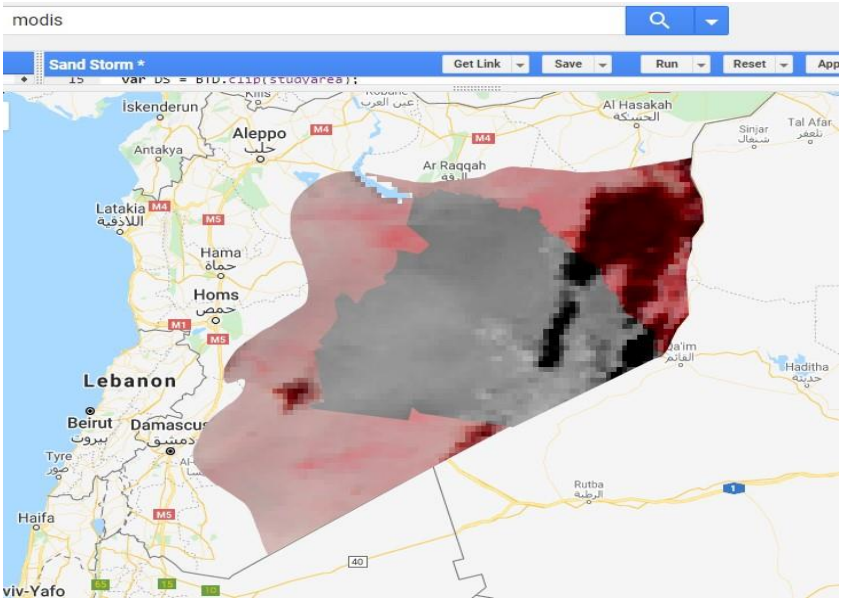
BTD = CH4 - CH5

حيث إن:

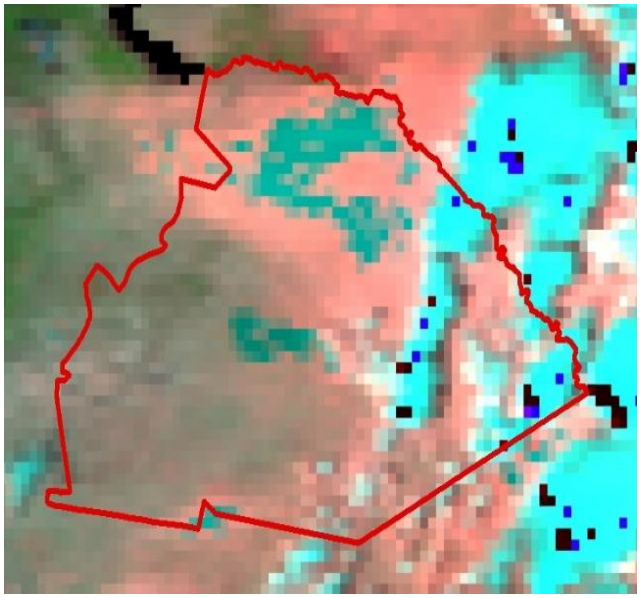
BTD: Brightness Temperature Difference (B-Difference)

CH4 : (10.3μm～11.3μm)

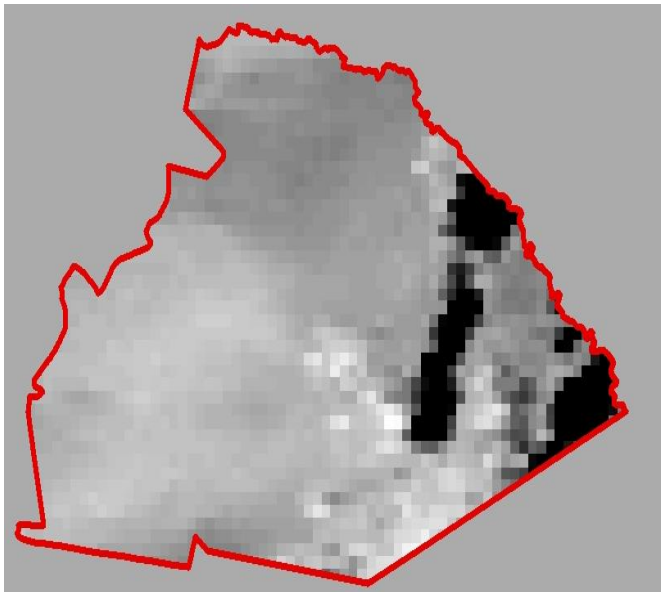
CH5 : (11.5μm～12.5μm)



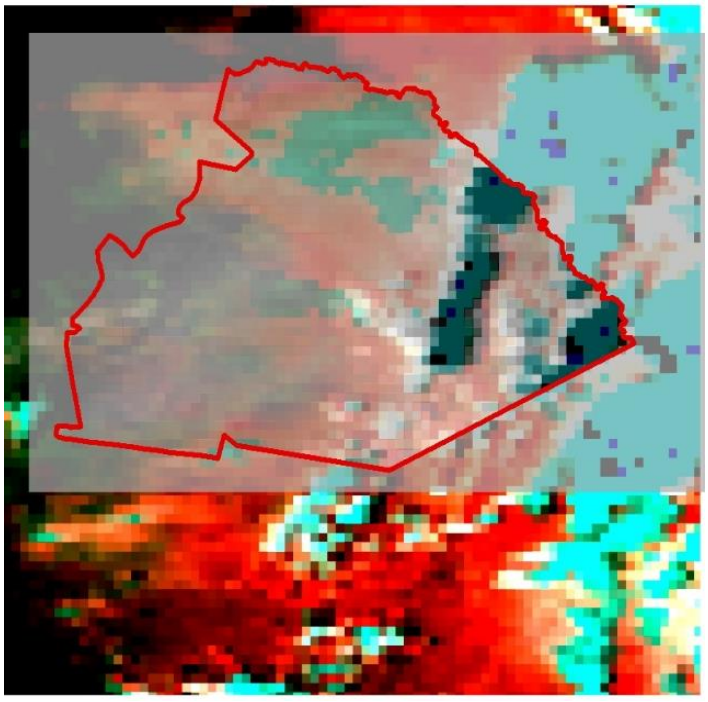
الشكل رقم (48) عاصفة غبارية للقمر MODIS تمر بمنطقة الدراسة



الشكل (A-49): العواصف الغبارية لصور MODIS



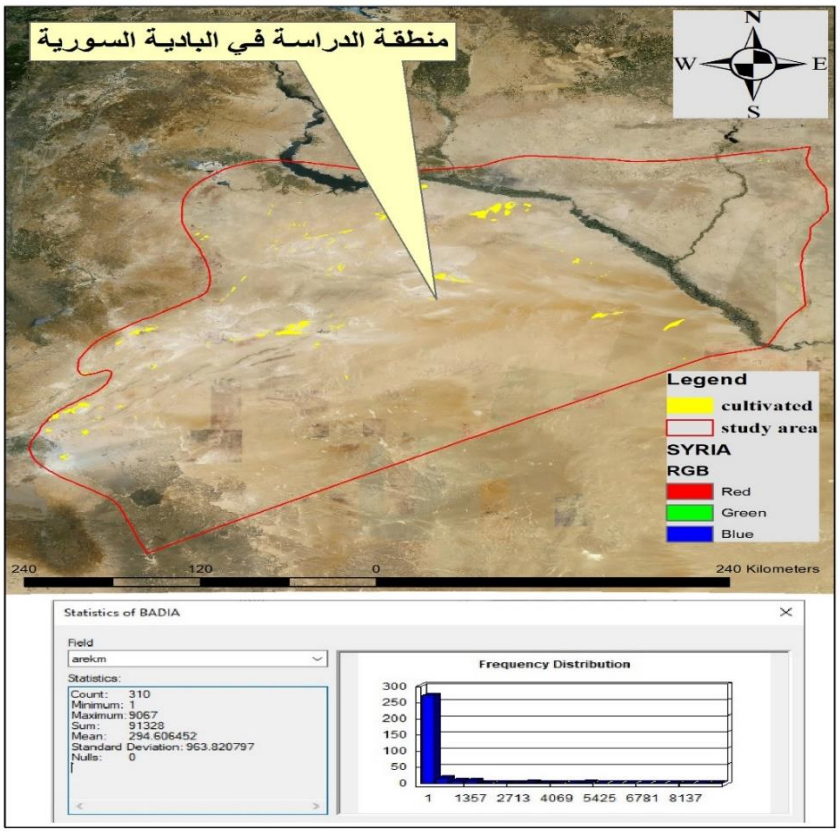
الشكل (B-49): العواصف الغبارية لصور NOAA



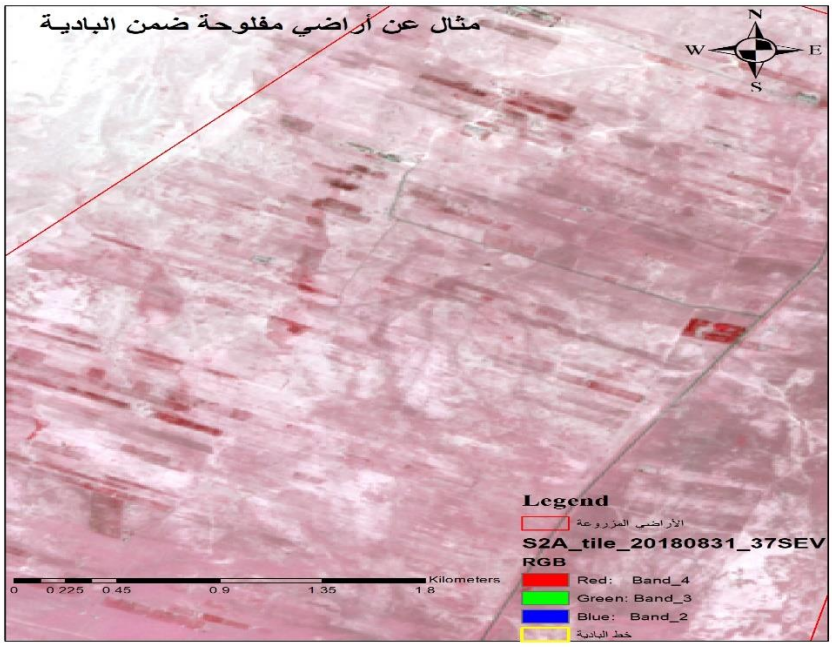
الشكل (C-49): العواصف الغبارية لصور NOAA & MODIS

5. 1 . 7 الأراضي المفلوحة :

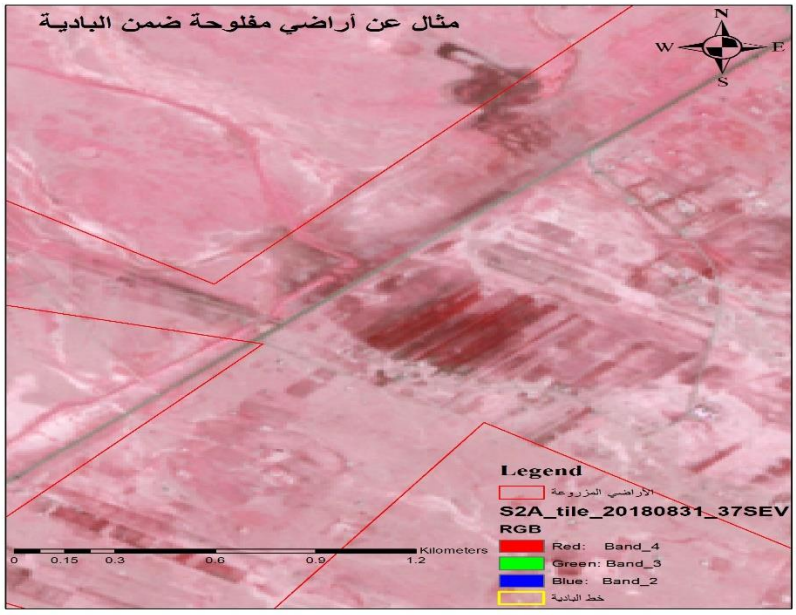
تم حساب مساحة الأراضي المفلوحة في منطقة الدراسة وقدرت ب9132 كم 2 لعام 2019 الشكل (50) ، حيث تركزت المناطق المفلوحة على جانبي الطرقات الرئيسية والفرعية ؛وذلك لسهولة الوصول إليها وتبين الخريطة أماكن الفلاحة الملونة باللون الأصفر أخُذت ثلاثة صور لمناطق مفلوحة في المنطقة بمواعيد مختلفة ، الأولى في فترة بداية نمو المحاصيل المزروعة في المنطقة الشكل (51)، والثانية في متوسط فترة النمو الشكل (52) ، والثالثة في نهاية فترة النمو وفلاحة الأراضي من جديد الشكل (53) .



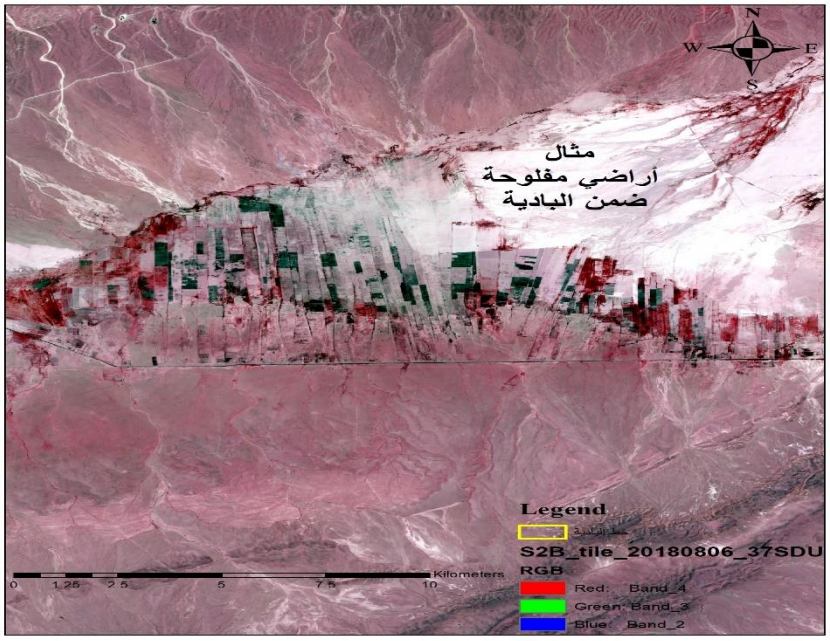
الشكل رقم (50) الأراضي المفلوحة في منطقة الدراسة



الشكل رقم (51) صورة لأراضٍ مفلوحة في بداية طور نمو المحاصيل



الشكل رقم (52) صورة لأراضٍ مفلوحة في متوسط طور نمو المحاصيل

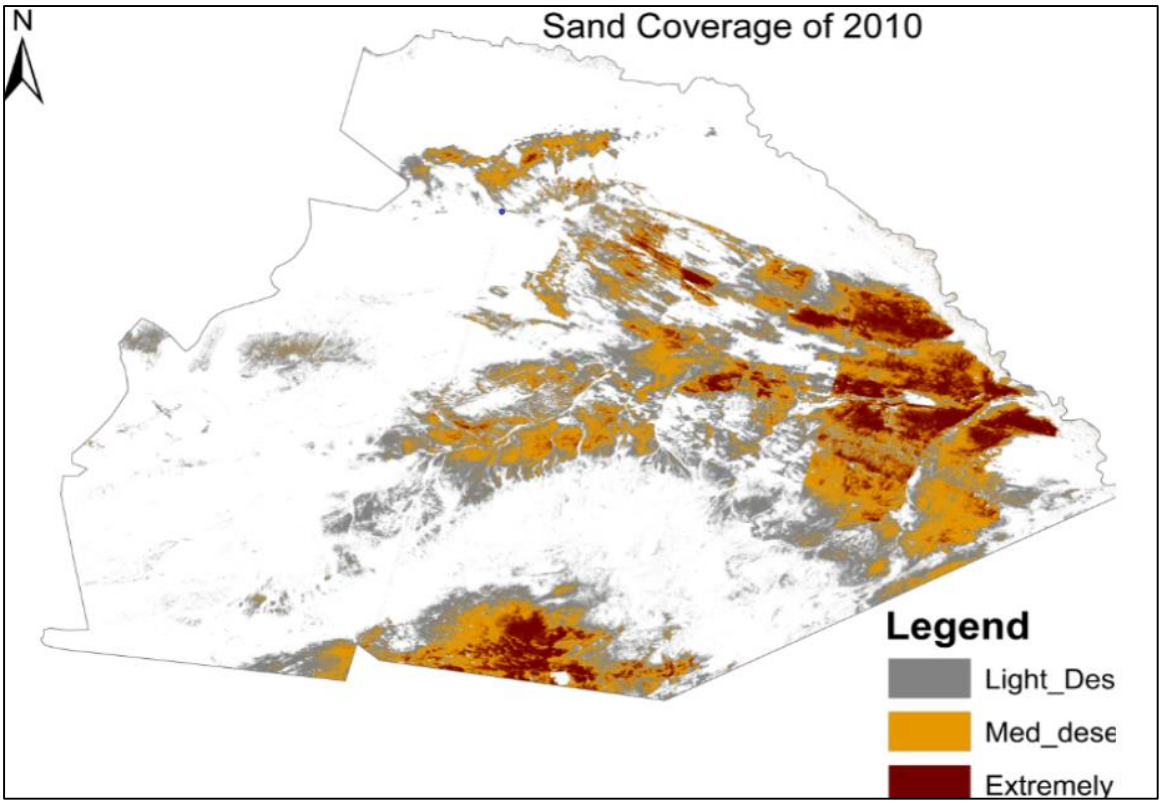


الشكل رقم (53) صورة لأراضٍ مفلوحة في نهاية طور نمو المحاصيل وفلاحة الأراضي من جديد

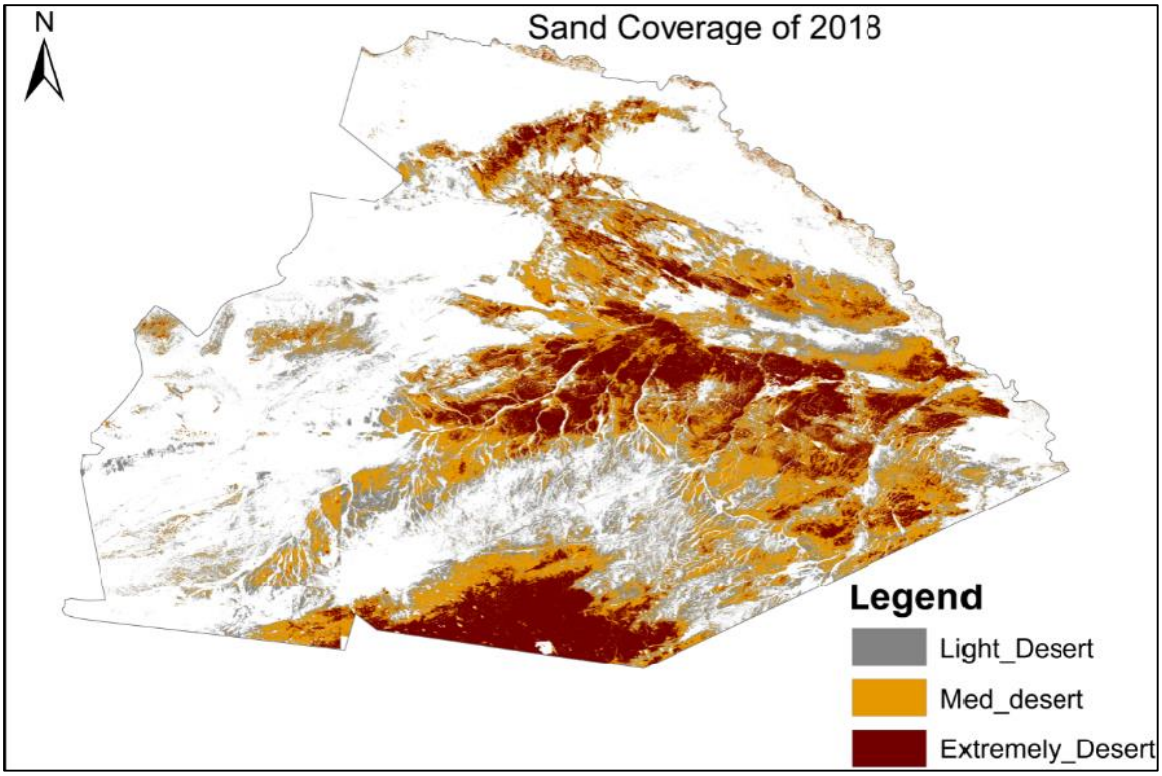
6. 1. 7 تقدير درجة التصحر في منطقة الدراسة من خلال الموشرات السابقة:

تم ربط المؤشرات المدروسة السابقة من خلال برنامج GIS ، وإنتاج خرائط تبين درجات التصحر خلال 8 سنوات في منطقة الدراسة، فقد تدرجت بين الخفيفة الى المتوسطة فالشديدة، حسب تقيممؤتمر الأمم المتحدةعن التصحر نيروبي عام (1977).

حيث لوحظ اختلاف درجات التصحر في منطقة الدراسة لعام 2010 الشكل (54)، وازديادها بشكل ملحوظ في عام 2018 الشكل (55) نتيجة التغيرات الحاصلة على الغطاء النباتي، وزيادة مساحة التغطية الرملية، ودرجات الجفاف وتعرض المنطقة للانجراف الريحي نتيجة العواصف الغبارية وغيرها من العوامل التي أدت بدورها الى تعاظم مظاهر التصحرفي مساحات واسعة في المنطقة.



الشكل (54) خريطة تبين درجات التصحر في منطقة الدراسة في عام 2010 حسب تقيم الأمم المتحدة عام 1977



الشكل (55) خريطة تبين درجات التصحر في منطقة الدراسة في عام 2018 حسب تقريرتقيم الأمم المتحدة عام 1977

2 . 7 الاستنتاجات:

1- تعد السنوات (2011 -2012- 2014-) سنوات جافة، أما باقي السنوات ضمن السلسلة فقد كانت خصبة ذات خصائص فيزيائية وكيمائية وحيوية جيدة، وتدرجت مستويات الجفاف بين الخفيف فالمتوسط فالحاد حسب ظروف المنطقة.

2- اختلفت الأدلة الجفافية الطيفية (SNI،AA، VCI، NA) فيما بينها أحياناً في تحديد درجة الجفاف في وحدة المساحة المزروعة.

3- يعد شهرا آذار ونيسان من أكثر الأشهر تبايناً في درجة الجفاف حيث يكون أثر الجفاف واضحاً في الكتلة الحية من خلال دليل التغطية النباتي(NDVI) ، وأقل الأشهر تبايناً تموز وآب وأيلول فهي الأشهر الأكثر جفافا في السنة.

4- حدوث ارتفاع في قيمة دليل التغطية النباتية (NDVI) في بداية فصل الربيع وانخفاضها بعد هذه الفترة خلال الأعوام من 2015 إلى شهر أيلول 2018.

3- تصنف قيمة الدليل (NDVI) في مواقع الدراسة من متدني القيمة الإنتاجية إلى المتوسط نسبياً.

4- وجود تجانس في الغطاء النباتي والإنتاجية نتيجة لارتفاع قيمة دليل اخضرار الغطاء النباتي (NDVI) خلال الفترة من نهاية عام 2018 وبداية عام 2019.

5- تؤكد النتائج فعالية استخدام الدليل (NDVI)في تقنية كشف التغيير.

6- يمكن الاستنتاج أن بيانات القمر الصناعي Sentinel-2A لها القابلية الفريدة والمتميزة لكشف التغيرات في غطاء الأرض بسرعة وبدقة .

7- ازدياد في المساحة المغطاة بالتغطية الرملية؛ إذ إن ترب المنطقة الجافة من أكثر الترب عرضةً للتصحر نظرا لطبيعة بنائها الهش وقوامها الخفيف، وبينت نتائج الدراسة أن معدل زحف االتغطية الرملية حوالي 10 % من مساحة التغطية في منطقة الدراسة كل أربع سنوات مغطيا مساحة 27542.79 كم^2 في 2018.

8- بينت نتائج تقسيم مؤشرات التدهور بالتغطية الرملية والنباتية باستخدام منهجية (Glasod,1987) خلال فترة الدراسة كالاتي:

- أن حالة التدهور كانت حسب التغطية الرملية بسيطة في عام 2010 وكانت نسبة التغطية الرملية 30,5%.

- كانت حالة التدهور في الأعوام 2014 ، 2018 متوسطة إلى حادة وبلغت نسبة التغطية الرملية 48% و58,6%.

وأن مؤشر التغطية النباتية مطابق لما سبق حسب منهجية (Glasod,1987)، ماعدا عام 2018 فكانت التغطية النباتية عالية، وكان مؤشر التدهور بسيطاً حسب هذا المؤشر.

9-فعالية المؤشرات وكفاءتها واعتبارها طرقاً واعدة في دراسة التغطية الرملية في منطقة الدراسة، إذ أعطت انطباعاً جيدًا في قدرتها على مراقبة زحف الرمال ورسمها في منطقة الدراسة.

10- إمكانية مراقبة العواصف الغبارية وحركتها من خلال الصور الفضائية، وإنتاج خرائط يومية مع الاستفادة من المعطيات المتوفرة لهذا الغرض.

11- فهم الانجراف الريحي ومراقبته وامتداد تراكم الرمال؛ لأنه الأساس في اختيار إجراءات الوقاية المناسبة والحد من زيادة مساحة التغطية الرملية في المنطقة.

12- قلة التغطية العشبية في البادية مع وجود تغطية قليلة بالشجيرات المعمرة، وهذا يؤدي إلى تعاظم الانجراف الريحي، بسبب انخفاض التغطية النباتية خصوصا في المواقع التي تم استثمارها بالفلاحات والرعي الجائر، وكذلك تبين وجود علاقة عكسية بين وجود ظاهرة العواصف الغبارية ومساحة الغطاء النباتي.

13- أظهرت المؤشرات المدروسة لتقيم حالة التصحر في منطقة الدراسة، أن درجة التصحر تراوحت مابين الخفيف الى المتوسط فالشديد، وزيادة المساحة المتعرضة للتصحر للفترة مابين 2010-2018 بشكل ملحوظ.وذلك للارتباط الوثيق بين المؤشرات المدروسةوتأثريها المباشر في الحالة البيئية للمنطقة.

8 . المقترحات والتوصيات:

1. اعتماد أسلوب الزراعات المتحملة للجفاف، وأسلوب تأمين استهلاك مياه الري وترشيدها كطرائق للتخفيف من الآثار السلبية للجفاف في المناطق المأهولة بالسكان، في منطقة الدراسة.

2. استخدام البيانات الاستشعارية في توجيه الدراسات الاقتصادية والاجتماعية المتعلقة بآثار الجفاف وطرائق تخفيفه في بادية حمص ثم البادية السورية.

3. اعتماد تكامل البيانات الاستشعارية والمناخية في تحديد المناطق المتأثرة بالجفاف.

4. العمل على تطوير نماذج استشعارية ومناخية؛ لمراقبة أثر الجفاف الزراعي وتقديره في منطقة الدراسة بالتكامل مع احتياجات النشاط الاقتصادي والاجتماعي للتجمعات السكانية.

6. التقليل من تعرض سطح التربة للقوى الميكانيكية الناجمة عن الحراثة والحركة العشوائية للآليات، ووط ء حوافر الحيوانات؛ لتجنب تدهور بناء التربة الهش أصلا.

7. الإدارة السليمة للأراضي والمحافظة على المراعي الطبيعية ومنع فلاحة أراضي البادية.

8. إعادة تكثيف الغطاء النباتي في الأراضي المتدهورة بالطرائق المعروفة لتكوين غطاء حيوي وقائي يحمي التربة من عوامل التعرية.

9. تواجه نتائج الدراسة في تطبيقها صعوبة في كيفية إيجاد طرق في الإنقاص من حركة الرمال من خلال تثبيتها في منطقة الدراسة، ويعد وضع التربة وحالتها من أهم العوامل من حيث تثبيتها وتوقف حركة الرمال.

10. المحافظة على المراعي الموجودة والعمل على استصدار قوانين تحمي هذه المراعي وتختص بالإدارة السليمة لأراضي البادية.

11. مراقبة العواصف الغبارية وحركتها من خلال الصور الفضائية وإنتاج خرائط يومية مع الاستفادة من المعطيات المتوفرة لهذا الغرض.

12. العمل على تطبيق إجراءات تثبيت التربة المفككة وإعادة الغطاء النباتي الطبيعي وذلك من خلال اتخاذ إجراءات استراتيجية للحد من انجراف التربة وحركة الرمال.

13. العمل على إنشاء منصة تنبؤ مبكر بالعواصف الغبارية والرملية ورصدها ومراقبة حركة الرمال من خلال استخدام معطيات الاستشعار عن بعد وتقانات حقلية حديثة مع العمل على تطوير الخوارزميات الرياضية الخاصة بالتنبؤ بالعواصف الغبارية وحركة التغطية الرملية.

14. ان تقلص الغطاء النباتي امام التمدد الرملي الزاحف، وتكرارية العواصف الغبارية، وممارسة الزراعات البعلية في المنطقة، يؤدي لأضرار كبيرة على المستوى البيئي والسكاني ويهدد التنوع الحيوي في المنطقة، لذلك فان الأمر يتطلب اتخاذ إجراءات لتطبيق برنامج طويل الأمد يهدف الى مقاومة وإيقاف انتشار ظاهرة التصحر في المنطقة المدروسة.

9 . المراجع العلمية:

9 .1 المراجع العربية:

1- أسعد، عبد الخالق. 2000. تطوير البادية السورية. ندوة الجفاف والتنمية الزراعية المستدامة، حلب.

2- أكساد. المركز العربي لدراسات المناطق الجافة والأراضي القاحلة. 2004. مسح الموارد الطبيعية في البادية السورية، دمشق.

3- الجيلاني، عبد الجواد وحسن حبيب، وعبد الرحيم لولو.2003. دليل تقييم الأراضي المتدهورة في الوطن العربي. الدورة التدريبية حول مكافحة التصحر واعادة تأهيل الأراضي المتدهورة، أكساد، المفرق الأردن.

4- الخالد، إياد أحمد وإدريس، يونس والأحمد، رزان ورسوق، أروى (2017). استخدام القرينة النباتية NDVI من الصور الفضائية MODIS لتتبع التغيرات الزمانية والمكانية للكتلة الحية في المحافظات السورية خلال السلسلة الزمنية 2000-2012. مجلة الاستشعار عن بعد. العدد (28): 42 – 63.

5- الخالد، إياد أحمد والحاج، عبد الله وأحمد، غصون (2016). التغيرات المكانية والزمانية للكتلة الحية في سورية للسلسلة الزمنية 2000 إلى 2012 باستخدام القرينة النباتية NDVI من صور MODIS. مجلة البيئات الجافة. قبول للنشر بالموافقة رقم 5/626 تاريخ 2015/10/22.

6- الرواس، رهف. 2012. الظاهرات الغبارية في سورية، مجلة بحوث جامعة دمشق، سلسلة الآداب والعلوم الإنسانية.

7- المديرية العامة للأرصاد الجوية، المعطيات المطرية للسنوات 1982 إلى 2001، دمشق.

8- المركز العربي لدراسة المناطق الجافة والقاحلة أكساد.2004 "تقرير مشروع مسح الموارد الطبيعية في البادية السورية باستخدام تقنيات الاستشعار عن بعد ونظام المعلومات الجغرافي " دراسة أعدت لصالح وزارة الزراعة والإصلاح الزراعي في الجمهورية العربية السورية. المركز العربي لدراسات المناطق الجافة والمناطق القاحلة أكساد، جامعة الدول العربية، دمشق، سورية.

9- تقارير المعطيات المناخية للفترة من عام 1956. مديرية الارصاد الجوية، قسم المناخ، محطة دير الزور.

10- حبيب وزملاؤه. 2012. رصد وتحليل سلوك العواصف الترابية العنيفة في المملكة العربية السعودية باستخدام صور الأقمار الصناعية، الندوة الوطنية السابعة لنظام المعلومات الجغرافية في المملكة العربية السعودية بعنوان "الطريق لبناء نظام المعلومات الجغرافي السعودي"، الدمام، المملكة العربية السعودية، 29 نيسان – 1 أيار.

11- شحادة، نعمان. 1991. مناخ الأردن، الطبعة الأولى، دار البشير، عمان.

12- عسكر محمود .1991 . الانجراف الريحي في البادية السورية .مجلة بحوث جامعة حلب، سلسلة العلوم. 180 – الزراعية، العدد 17 ص 16.

13- عسكر، محمود. 1999. دراسة تكرارية العواصف الترابية وعوامل ظهورها في البادية السورية، مجلة جامعة دمشق للعلوم الزراعية، 15: 165-157.

14- عسكر، محمود. التقرير النهائي لدراسة الانجراف الريحي في دير الزور. منشورات وزارة البيئة،2016.

15- عليوي محمد. 1991. خريطة تدهور الترب في الجمهورية العربية السورية، أسبوع العلم الواحد والثلاثون-دمشق، سورية.

16- كيلاني، صفاء. نفيع شلبي، وجميل عباس. 2000. تحليل ظاهرة الجفاف وعلاقته بالإنتاج الزراعي في وسط وشمال سورية عن الفترة ما بين عام 1972 و1998. ندوة الجفاف والتنمية الزراعية المستدامة، حلب.

2. 9 المراجع الأجنبية:

1- Bagnold, R. A., [The physics of blown sand and desert dunes], London, Methuen, pp. 265 (1941).

2- Blumberg, D.G., 2006. Analysis of large Aeolian (wind-blown) bedforms using Shuttle Radar Topography Mission (SRTM) digital elevation data. Remote Sensing of Environment, 100, pp.179-189.

3- Crist, E. P., "A thematic mapper tasseled cap equivalent for reflectance factor data," Remote Sensing of Environment, 17, 301-306 (1985).

4- El-Askary, H., Gautam, R., & Kafatos, M. 2004. Remote Sensing of Dust Storms over the Indo-Gangetic Basin. Indian Journal of Remote Sensing, 32(2): 121-124.

5- Gong, D., Mao, R., Shi, P., & Fan, Y. 2007. Correlation between East Asian dust storm frequency and PNA. GEOPHYSICAL RESEARCH LETTERS, VOL. 34, L14710, doi: 10.1029/2007GL029944.

6- Goudie, A., & Middleton, N. 2006. Desert dust in the global system, Berlin: Spring.

7- Gullu, A.S. and N.J., Source regions of dust transported to eastern Mediterranean. In: Tuncel G., Proc Int Symp Air Qual Manage Urban Reg Global Scales, 3: 59 – 67. 2005.

8- Hamadallah, G. 2001. Drought preparedness and mitigation plans in the Near East: an overview. Expert consultation and workshop on drought mitigation for the Near East and the Mediterranean. Human and natural Disasters in the Third World, Swedish Red Cross, Stockholm

9- Hoffman, T., "Remote sensing methodologies used for assessment of desertification in Southern Africa,"Capetown Symposium on Desertification in South Africa, p. 13 (2002).

10- Ibrahem, N. 2014. Agricultural drought Assessment and monitoring based on Satellite remote sensing. Technical report. GORS Damascus. pp: 70-75.

11- Kublitay, N., T. Cokacar, and T.Oguz. 2003. Optical properties of mineral dust outbreaks over the northeastern Mediterranean. Journal Geophysical Research 108:D21, doi: 10. 1029/2003JD003798.

12- Lillesand, T. M. and Kiefer, R. W., [Remote sensing and image interpretation], John Wiley and Sons, Inc., New York, P.450 (2000).

13- Middleton, N.J. 1986. Dust storms in the Middle East. Journal Arid Environment, 10: 83-96.

14- Ni. G. and L.Yun. 2006. A Study on Quntitative Identification of Sand and Dust Storm Using MODIS Data. Arid Meteorology, 24(1): 1-6.

15- Qing, L., W. Qiao and W. Wang. 2006. The Application of the Operational Storm Monitoring Based on Terra/MODIS. Remote Sensing for Land and Resources, 1:43-45.

16- Qu, J.J., and M. Kafatos. 2006. Asian dust storm monitoring combining Terra and Aqua MODIS SRB measurements. Geosciences and Remote Sensing letters, 3 (4): 484-486.

17- Shofiyati.S.Darmawan, W.Takeuchi.IOP Conference Series; Earth and Environmental Science.2014.

18-Thenkabail. P., S. Gamageand, and V. U. Smakhtin, 2004. The use of remote sensing data for drought assessment and monitoring in southwest Asia. International water management institute, research report 85, P1-22. Colombia, Sri Lanka.

19- Tsoar, H., 2001. Types of Aeolian sand dunes and their formation. In: Geomorphological Fluid Mechanics. Springer Verlag, Berlin, vol. DLI, pp. 403-429.

20- UN (United Nations), 1994. UN Earth Summit. Convention on Desertification. UN Conference in Environment and Development, Rio de Janeiro, Brazil, June 3–14, 1992. DPI/SD/1576. United Nations, NewYork.

21- Yan. M. 2014. Metal- insulator- metl light absorber: a continuous structure j. Opt. 15 025006.