



الجمهورية العربية السورية

جامعة دمشق

كلية الهندسة الزراعية

قسم علوم التربة

استخدام صور MODIS لدراسة العلاقة بين رطوبة التربة والمؤشرات الطيفية للغطاء النباتي

رسالة قدمت إلى جامعة دمشق لنيل درجة الماجستير في علوم التربة

إعداد الطالبة: ربي اليوسف

إشراف :

المشرف المشارك

الدكتور ناصر ابراهيم

الهيئة العامة للاستشعار عن بعد

المشرف العلمي

الدكتور وسيم المسبر

كلية الهندسة الزراعية

قسم علوم التربة

العام الدراسي 2018-2019م

نوقشت هذه الرسالة الموسومة بعنوان (استخدام صور MODIS لدراسة العلاقة بين رطوبة التربة

والمؤشرات الطيفية للغطاء النباتي) في جلسة علنية بتاريخ 8 / 9 / 2019

وأجيزت من قبل لجنة التحكيم التالية أسماؤهم:

د.محمد سعيد الشاطر (الأستاذ في قسم علوم التربة – كلية الزراعة- جامعة دمشق)

د.وسيم المسبر (المدرس في قسم علوم التربة – كلية الزراعة- جامعة دمشق)

د.سليمان سليم (المدرس في قسم علوم التربة – كلية الزراعة- جامعة دمشق)

تصريح

أصرح بأن الدراسة الموصوفة في الرسالة بعنوان (استخدام صور MODIS لدراسة العلاقة بين رطوبة التربة والمؤشرات الطيفية للغطاء النباتي) لا يوجد أي جزء من هذه الرسالة تم أخذه بالكامل من عمل آخر أو أنجز للحصول على شهادة أخرى في هذه الجامعة أو في أي جامعة أخرى أو في أي معهد تعليمي وأن كافة الأعمال والنتائج المذكورة هي نتيجة جهودي الشخصية وبتوجيه من المشرف والمشرف المشارك، وأن أية معلومات أو نتائج أخرى ذكرت قد نسبت إلى مصادرها ومؤلفيها في النص وفي قائمة المراجع.

المرشح

شهادة المشرف والمشرف المشارك

نشهد بأن العمل الموصوف في هذه الرسالة نتيجة عمل قامت به المرشحة ربي اليوسف تحت إشراف

الدكتور وسيم المسبر جامعة دمشق كلية الزراعة - قسم علوم التربة والدكتور ناصر إبراهيم (مشرفاً

مشاركاً) الهيئة العامة للاستشعار عن بعد وأية مراجع أخرى بحثت في هذه الرسالة موثقة في النص.

المشرف المشارك

المشرف

كلمة شكر

أقدم الشكر الجزيل والامتنان والتقدير

للدكتور ناصر إبراهيم والدكتور وسيم المسبر

لما قدما لي من عون ومساعدة وتوجيه ووقت لإتمام هذه الرسالة.

الإهداء

إلى وطني وائتمائي وملجائي أبي

إلى القلب الحنون والحضن الدافئ أمي

إلى سندي وشريك الدرب وبهجة العمر زوجي

إلى أمان قلبي وتوأم روحي ونجاحي أختي

إلى الغائبة جسداً الحاضرة روحاً وفرحاً بنجاحي جدتي

إلى شموع دربي وعائلي الثانية أصدقائي

قائمة المحتويات List of contents

ز.....	List of contents	قائمة المحتويات
أ.....	List of Figure	قائمة الأشكال
و.....		قائمة الرسوم البيانية :
ط.....	List of Tables	قائمة الجداول
1.....		الملخص
4.....		الفصل الأول
4.....		1- المقدمة وأهداف الدراسة ومبرراتها والدراسة المرجعية
4.....		1-1- المقدمة
7.....		2-1- مبررات الدراسة
7.....		3-1- أهداف الدراسة
8.....		4-1- الدراسة المرجعية:
8.....		1-4-1- الماء في التربة :
10.....		2-4-1- الاستشعار عن بعد ورطوبة التربة
17.....		3-4-1- صور MODIS
18.....		4-4-1- الأدلة الطيفية المستعملة في تقدير رطوبة التربة :
		1-4-4-1- الدليل النباتي (NDVI (Normalized Difference Vegetation Index
18		
		2-4-4-1- دليل درجة حرارة سطح الأرض LST (Land Surface Temperature) :
23.....		
30.....		الفصل الثاني

30.....	2-المواد وطرائق الدراسة.
30.....	2-1- منطقة الدراسة.
30.....	2-1-1- الموقع.
31.....	2-1-2- التضاريس
34.....	2-1-3- المناخ.
37.....	2-1-4- الأنهار والسدود
38.....	2-1-5- الزراعة
40.....	2-1-6- الغطاء الحراجي.
42.....	2-2- مواد وطرائق الدراسة.
42.....	2-2-1- البيانات الفضائية.
42.....	2-2-1-2 بيانات رطوبة التربة
43.....	2-2-1-3 البيانات المطرية
44.....	2-2-1-4 بيانات التوصيف الحقلي لاستعمالات الأراضي
45.....	2-2-1-5 النظم والبرمجيات المستخدمة
46.....	2-2-2- منهجية الدراسة :
46.....	2-2-2-1 الأساس العلمي لتقدير رطوبة التربة استشعارياً (طريقة المثلث)
49.....	2-2-2-2 منهجية الدراسة
56.....	2- الرطوبة الحقلية:
57.....	3- الهطلات المطرية:
58.....	4- الغطاء النباتي واستعمالات الأراضي:
60.....	5- اختبار الدقة (نسبة الخطأ الفضائي إلى الحقلي):
60.....	6- إعادة تغذية النماذج الفضائية بثوابت حقلية:

63.....	الفصل الثالث
63.....	النتائج والمناقشة
63.....	1-3 - تقدير رطوبة التربة فضائياً
70.....	2-3 - تقدير رطوبة التربة حقلياً
75.....	3-3 - خرائط الهطل المطري
82.....	4-3 - خرائط الغطاء النباتي/استعمالات الأراضي
92.....	5-3 - دقة تقدير رطوبة التربة فضائياً مقابل الحقلية
128.....	6-3 - علاقة خرائط رطوبة التربة بخرائط الهطل المطري
129.....	7-3 - علاقة خرائط رطوبة التربة بخرائط الغطاء النباتي
137.....	8-3 - تقدير رطوبة التربة فضائياً لسنوات سابقة
151.....	الاستنتاجات والمقترحات
151.....	9-3- الاستنتاجات
153.....	10-3- المقترحات
154.....	المراجع
أ.....	الملحق

قائمة الأشكال List of Figure

شكل (1) منتج الدليل النباتي NDVI	19
شكل (2) منتج دليل درجة حرارة السطح LST	27
شكل (3) موقع منطقة الدراسة	30
شكل (4) منطقة الدراسة في محافظات طرطوس، حماة وحمص	31
شكل (5) الارتفاعات في منطقة الدراسة	32
شكل (6) خطوط التسوية في منطقة الدراسة	33
شكل (7) الميل والانحدار في منطقة الدراسة	33
شكل (8) الظلال في منطقة الدراسة	34
شكل (9) معدل الأمطار 2016	35
شكل (10) مناطق الاستقرار المطري في سورية (IBRAHEM، 2012)	36
شكل (11) مناطق الاستقرار المطري في منطقة الدراسة	37
شكل (12) طريقة المثلث لتقدير رطوبة التربة	46
شكل (13) المخطط المنهجي لدراسة تقدير رطوبة التربة من بيانات الصور الفضائية بطريقة المثلث، وعلاقتها بالغطاء النباتي والهطل المطري	50
شكل (14) تجهيز الصور الفضائية لمنطقة الدراسة	51
شكل (15) الدليل النباتي NDVI من المنتج MOD13Q1	52
شكل (16) الدليل LST من المنتج MOD11A2	52
شكل (17) نموذج استخراج درجات الحرارة لبيانات الصورة الفضائية	53
شكل (18) المخطط البياني لاستخراج ثوابت المعادلات باستخدام طريقة المثلث	54
شكل (19) المقياس العالمي لدرجات تصنيف رطوبة التربة	55
شكل (20) هيكلية نموذج تقدير رطوبة التربة	56
شكل (21) مناطق أخذ عينات رطوبة التربة	56
شكل (22) توزيع المحطات المناخية	58
شكل (23) مواقع التوصيف	59
شكل (24) نموذج إعادة نمذجة تقدير رطوبة التربة من الصور الفضائية بثوابت حقلية	61
شكل (25) توزيع قيم رطوبة التربة المقدرة فضائياً خلال الفترة 1-15 كانون الثاني 2016	63
شكل (26) توزيع قيم رطوبة التربة المقدرة فضائياً خلال الفترة 16-31 كانون الثاني 2016	64
شكل (27) توزيع قيم رطوبة التربة المقدرة فضائياً خلال الفترة 1-15 شباط 2016	64

- شكل (28) توزيع قيم رطوبة التربة المقدرة فضائياً خلال الفترة 16-28 شباط 2016 65
- شكل (29) توزيع قيم رطوبة التربة المقدرة فضائياً خلال الفترة 1-15 آذار 2016 65
- شكل (30) توزيع قيم رطوبة التربة المقدرة فضائياً خلال الفترة 16-31 آذار 2016 66
- شكل (31) توزيع قيم رطوبة التربة المقدرة فضائياً خلال الفترة 1-15 نيسان 2016 66
- شكل (32) توزيع قيم رطوبة التربة المقدرة فضائياً خلال الفترة 16-30 نيسان 2016 67
- شكل (33) توزيع قيم رطوبة التربة المقدرة فضائياً خلال الفترة 1-15 أيار 2016 67
- شكل (34) توزيع قيم رطوبة التربة المقدرة فضائياً خلال الفترة 16-31 أيار 2016 68
- شكل (35) توزيع قيم رطوبة التربة المقدرة فضائياً خلال الفترة 1-15 حزيران 2016 68
- شكل (36) توزيع قيم رطوبة التربة المقدرة فضائياً خلال الفترة 16-30 حزيران 2016 69
- شكل (37) توزيع قيم رطوبة التربة المقدرة حقلياً خلال الفترة 1-15 كانون الثاني 2016 70
- شكل (38) توزيع قيم رطوبة التربة المقدرة حقلياً خلال الفترة 16-31 كانون الثاني 2016 71
- شكل (39) توزيع قيم رطوبة التربة المقدرة حقلياً خلال الفترة 1-15 شباط 2016 71
- شكل (40) توزيع قيم رطوبة التربة المقدرة حقلياً خلال الفترة 16-28 شباط 2016 71
- شكل (41) توزيع قيم رطوبة التربة المقدرة حقلياً خلال الفترة 1-15 آذار 2016 72
- شكل (42) توزيع قيم رطوبة التربة المقدرة حقلياً خلال الفترة 16-31 آذار 2016 72
- شكل (43) توزيع قيم رطوبة التربة المقدرة حقلياً خلال الفترة 1-15 نيسان 2016 73
- شكل (44) توزيع قيم رطوبة التربة المقدرة حقلياً خلال الفترة 16-30 نيسان 2016 73
- شكل (45) توزيع قيم رطوبة التربة المقدرة حقلياً خلال الفترة 1-15 أيار 2016 73
- شكل (46) توزيع قيم رطوبة التربة المقدرة حقلياً خلال الفترة 16-31 أيار 2016 74
- شكل (47) توزيع قيم رطوبة التربة المقدرة حقلياً خلال الفترة 1-15 حزيران 2016 74
- شكل (48) توزيع قيم رطوبة التربة المقدرة حقلياً خلال الفترة 16-30 حزيران 2016 75
- شكل (49) توزيع الهطل المطري (مم) خلال الفترة 1-15 كانون الثاني 2016 76
- شكل (50) توزيع الهطل المطري (مم) خلال الفترة 16-31 كانون الثاني 2016 76

شكل (51) توزيع الهطل المطري (مم) خلال الفترة 1-15 شباط 2016	77
شكل (52) توزيع الهطل المطري (مم) خلال الفترة 16-28 شباط 2016	77
شكل (53) توزيع الهطل المطري (مم) خلال الفترة 1-15 آذار 2016	78
شكل (54) توزيع الهطل المطري (مم) خلال الفترة 16-31 آذار 2016	78
شكل (55) توزيع الهطل المطري (مم) خلال الفترة 1-15 نيسان 2016	79
شكل (56) توزيع الهطل المطري (مم) خلال الفترة 16-31 نيسان 2016	79
شكل (57) توزيع الهطل المطري (مم) خلال الفترة 1-15 أيار 2016	80
شكل (58) توزيع الهطل المطري (مم) خلال الفترة 16-31 أيار 2016	80
شكل (59) توزيع الهطل المطري (مم) خلال الفترة 1-15 حزيران 2016	81
شكل (60) توزيع الهطل المطري (مم) خلال الفترة 16-30 حزيران 2016	81
شكل (61) أشجار الصنوبر - كفرام	شكل (62) أشجار الصنوبر - بعزرائيل
شكل (63) أشجار الصنوبر - بانياس	84
شكل (64) أشجار السنديان - الطريز	شكل (65) أشجار السنديان بيت عتق
شكل (66) أشجار الزيتون - ضهر الدوير	شكل (67) أشجار الزيتون - المقبلية
شكل (68) محصول القمح - الجماسة / سهل عكار	87
شكل (69) محصول البطاطا - الحميدية / سهل عكار	87
شكل (70) أشجار التفاح - برشين	89
شكل (71) غطاء نباتي متناثر - المسعودية	90
شكل (72) خارطة الغطاء النباتي واستعمالات الأراضي	91
شكل (73) المنحني الطيفي للغطاء النباتي في مناطق أخذ عينات رطوبة التربة	91
شكل (74) توزيع قيم رطوبة التربة المقدرة فضائياً بعد إعادة النمذجة الحقلية (1-15 نيسان 2016) ..	126
شكل (75) توزيع قيم رطوبة التربة المقدرة فضائياً بعد إعادة النمذجة الحقلية (16-30 نيسان 2016)	126
شكل (76) توزيع قيم رطوبة التربة المقدرة فضائياً بعد إعادة النمذجة الحقلية (1-15 أيار 2016)	126
شكل (77) توزيع قيم رطوبة التربة المقدرة فضائياً بعد إعادة النمذجة الحقلية (16-31 أيار 2016) ..	127
شكل (78) توزيع قيم رطوبة التربة المقدرة فضائياً بعد إعادة النمذجة الحقلية (1-15 حزيران 2016) ..	127
شكل (79) توزيع قيم رطوبة التربة المقدرة فضائياً بعد إعادة النمذجة الحقلية (16-30 حزيران 2016)	127

شكل (80) مواقع نقاط رطوبة التربة التراكمية	130
شكل (81) قيم رطوبة التربة التراكمية من الصور الفضائية مقابل تركيبة الغطاء النباتي	136
شكل (82) توزيع قيم رطوبة التربة المقدرة فضائياً خلال الفترة 1-15 كانون الثاني 2015	137
شكل (83) توزيع قيم رطوبة التربة المقدرة فضائياً خلال الفترة 16-31 كانون الثاني	137
شكل (84) توزيع قيم رطوبة التربة المقدرة فضائياً خلال الفترة 1-15 شباط 2015	138
شكل (85) توزيع قيم رطوبة التربة المقدرة فضائياً خلال الفترة 16-28 شباط 2015	138
شكل (86) توزيع قيم رطوبة التربة المقدرة فضائياً خلال الفترة 1-15 آذار 2015	138
شكل (87) توزيع قيم رطوبة التربة المقدرة فضائياً خلال الفترة 16-31 آذار 2015	139
شكل (88) توزيع قيم رطوبة التربة المقدرة فضائياً خلال الفترة 1-15 نيسان 2015	139
شكل (89) توزيع قيم رطوبة التربة المقدرة فضائياً خلال الفترة 16-30 نيسان 2015	139
شكل (90) توزيع قيم رطوبة التربة المقدرة فضائياً خلال الفترة 1-15 أيار 2015	140
شكل (91) توزيع قيم رطوبة التربة المقدرة فضائياً خلال الفترة 16-31 أيار 2015	140
شكل (92) توزيع قيم رطوبة التربة المقدرة فضائياً خلال الفترة 1-15 حزيران 2015	140
شكل (93) توزيع قيم رطوبة التربة المقدرة فضائياً خلال الفترة 16-30 حزيران 2015	141
شكل (94) قيم رطوبة التربة المقدرة فضائياً بعد إعادة النمذجة الحقلية (1-15 نيسان 2015)	141
شكل (95) قيم رطوبة التربة المقدرة فضائياً بعد إعادة النمذجة الحقلية (16-30 نيسان 2015)	142
شكل (96) قيم رطوبة التربة المقدرة فضائياً بعد إعادة النمذجة الحقلية (1-15 أيار 2015)	142
شكل (97) قيم رطوبة التربة المقدرة فضائياً بعد إعادة النمذجة الحقلية (16-31 أيار 2015)	142
شكل (98) قيم رطوبة التربة المقدرة فضائياً بعد إعادة النمذجة الحقلية (1-15 حزيران 2015)	143
شكل (99) قيم رطوبة التربة المقدرة فضائياً بعد إعادة النمذجة الحقلية (16-30 حزيران 2015)	143
شكل (100) توزيع قيم رطوبة التربة المقدرة فضائياً خلال الفترة 1-15 كانون الثاني 2014	144
شكل (101) توزيع قيم رطوبة التربة المقدرة فضائياً خلال الفترة 16-31 كانون الثاني 2014	144
شكل (102) توزيع قيم رطوبة التربة المقدرة فضائياً خلال الفترة 1-15 شباط 2014	144

- شكل (103) توزيع قيم رطوبة التربة المقدرة فضائياً خلال الفترة 16-28 شباط 2014 145
- شكل (104) توزيع قيم رطوبة التربة المقدرة فضائياً خلال الفترة 1-15 آذار 2014 145
- شكل (105) توزيع قيم رطوبة التربة المقدرة فضائياً خلال الفترة 16-31 آذار 2014 145
- شكل (106) توزيع قيم رطوبة التربة المقدرة فضائياً خلال الفترة 1-15 نيسان 2014 146
- شكل (107) توزيع قيم رطوبة التربة المقدرة فضائياً خلال الفترة 16-30 نيسان 2014 146
- شكل (108) توزيع قيم رطوبة التربة المقدرة فضائياً خلال الفترة 1-15 أيار 2014 146
- شكل (109) توزيع قيم رطوبة التربة المقدرة فضائياً خلال الفترة 16-31 أيار 2014 147
- شكل (110) توزيع قيم رطوبة التربة المقدرة فضائياً خلال الفترة 1-15 حزيران 2014 147
- شكل (111) توزيع قيم رطوبة التربة المقدرة فضائياً خلال الفترة 16-30 حزيران 2014 147
- شكل (112) قيم رطوبة التربة المقدرة فضائياً بعد إعادة النمذجة الحقلية (1-15 نيسان 2014) 148
- شكل (113) قيم رطوبة التربة المقدرة فضائياً بعد إعادة النمذجة الحقلية (16-30 نيسان 2014) ... 148
- شكل (114) قيم رطوبة التربة المقدرة فضائياً بعد إعادة النمذجة الحقلية (1-15 أيار 2014) 149
- شكل (115) قيم رطوبة التربة المقدرة فضائياً بعد إعادة النمذجة الحقلية (16-31 أيار 2014) 149
- شكل (116) قيم رطوبة التربة المقدرة فضائياً بعد إعادة النمذجة الحقلية (1-15 حزيران 2014) 150
- شكل (117) قيم رطوبة التربة المقدرة فضائياً بعد إعادة النمذجة الحقلية (16-30 حزيران 2014) .. 150

قائمة الرسوم البيانية :

- 83 رسم بياني (1) قيم الدليل النباتي لغابات الصنوبر في مواقع مختلفة.
- 85 رسم بياني (2) قيم الدليل النباتي لغابات السنديان.
- 86 رسم بياني (3) قيم الدليل النباتي لأشجار الزيتون.
- 87 رسم بياني (4) قيم الدليل النباتي لمحصولي القمح والبطاطا في سهل عكار.
- 88 رسم بياني (5) قيم الدليل النباتي لمحصولي الشوندر والبيقية في حماة.
- 89 رسم بياني (6) قيم الدليل النباتي لأشجار التفاح.
- 90 رسم بياني (7) قيم الدليل النباتي للغطاء النباتي المبعثر.
- رسم بياني (8) علاقة رطوبة التربة المقدرة فضائياً (SWI) بالدليل الحقلّي (SM) خلال النصف الأول من شهر كانون الثاني 93
- رسم بياني (9) تأثير دليل رطوبة التربة المقدرة حقلياً (SM) بالدليل النباتي خلال النصف الأول من شهر كانون الثاني 94
- رسم بياني (10) علاقة رطوبة التربة المقدرة فضائياً (SWI) بالدليل الحقلّي (SM) خلال النصف الثاني من شهر كانون الثاني 96
- رسم بياني (11) تأثير دليل رطوبة التربة المقدرة حقلياً (SM) بالدليل النباتي خلال النصف الثاني من شهر كانون الثاني 96
- رسم بياني (12) علاقة رطوبة التربة المقدرة فضائياً (SWI) بالدليل الحقلّي (SM) خلال النصف الأول من شهر شباط 98
- رسم بياني (13) علاقة دليل رطوبة التربة المقدرة حقلياً (SM) بالدليل النباتي خلال النصف الأول من شهر شباط 99
- رسم بياني (14) علاقة رطوبة التربة المقدرة فضائياً (SWI) بالدليل الحقلّي (SM) خلال النصف الثاني من شهر شباط 100
- رسم بياني (15) تأثير دليل رطوبة التربة المقدرة حقلياً بالدليل النباتي خلال النصف الثاني من شهر شباط 101
- رسم بياني (16) علاقة رطوبة التربة المقدرة فضائياً (SWI) بالدليل الحقلّي (SM) خلال النصف الأول من شهر آذار 103
- رسم بياني (17) تأثير دليل رطوبة التربة المقدرة حقلياً بالدليل النباتي خلال النصف الأول من شهر آذار 103
- رسم بياني (18) علاقة رطوبة التربة المقدرة فضائياً (SWI) بالدليل الحقلّي (SM) خلال النصف الثاني من شهر آذار 105

رسم بياني (19) تأثير دليل رطوبة التربة المقدرة حقلياً بالدليل النباتي خلال النصف الثاني من شهر آذار	106
رسم بياني (20) علاقة رطوبة التربة المقدرة فضائياً (SWI) بالدليل الحقل (SM) خلال النصف الأول من شهر نيسان	108
رسم بياني (21) تأثير دليل رطوبة التربة المقدرة حقلياً بالدليل النباتي خلال النصف الأول من شهر نيسان	108
رسم بياني (22) علاقة رطوبة التربة المقدرة فضائياً (SWI) بالدليل الحقل (SM) خلال النصف الثاني من شهر نيسان	110
رسم بياني (23) تأثير دليل رطوبة التربة المقدرة حقلياً بالدليل النباتي خلال النصف الثاني من شهر نيسان	111
رسم بياني (24) علاقة رطوبة التربة المقدرة فضائياً (SWI) بالدليل الحقل (SM) خلال النصف الأول من شهر أيار	113
رسم بياني (25) تأثير دليل رطوبة التربة المقدرة حقلياً بالدليل النباتي خلال النصف الأول من شهر أيار	113
رسم بياني (26) علاقة رطوبة التربة المقدرة فضائياً (SWI) بالدليل الحقل (SM) خلال النصف الثاني من شهر أيار	115
رسم بياني (27) تأثير دليل رطوبة التربة المقدرة فضائياً بالدليل النباتي خلال النصف الثاني من شهر أيار	116
رسم بياني (28) علاقة رطوبة التربة المقدرة فضائياً (SWI) بالدليل الحقل (SM) خلال النصف الأول من شهر حزيران	118
رسم بياني (29) تأثير دليل رطوبة التربة المقدرة حقلياً بالدليل النباتي خلال النصف الأول من شهر حزيران	119
رسم بياني (30) علاقة رطوبة التربة المقدرة فضائياً (SWI) بالدليل الحقل (SM) خلال النصف الثاني من شهر حزيران	121
رسم بياني (31) تأثير دليل رطوبة التربة المقدرة حقلياً بالدليل النباتي خلال النصف الثاني من شهر حزيران	121
رسم بياني (32) قيم SM و SWI و SWI-RE في السلمية لموسم 2016	123
رسم بياني (33) قيم SM و SWI و SWI-RE في حماة لموسم 2016	123
رسم بياني (34) قيم SM و SWI و SWI-RE في الغاب لموسم 2016	124
رسم بياني (35) قيم SM و SWI و SWI-RE في الشيخ بدر لموسم 2016	124
رسم بياني (36) قيم SM و SWI و SWI-RE في بيت كمنه لموسم 2016	124
رسم بياني (37) قيم SM و SWI و SWI-RE في صافيتا لموسم 2016	125

رسم بياني (38) قيم SM و SWI و SWI-RE في زاهد لموسم 2016	125
رسم بياني (39) علاقة دليل رطوبة التربة من الصور الفضائية بكمية الهطل المطري	129
رسم بياني (40) قيم رطوبة التربة العليا قبل وبعد إعادة النمذجة الحقلية لموسم 2015	143
رسم بياني (41) قيم رطوبة التربة العليا قبل وبعد إعادة النمذجة الحقلية لموسم 2014	150

قائمة الجداول List of Tables

23	جدول (1) صفات المنتج MOD13Q1
28	جدول (2) صفات المنتج MOD13Q1
43	جدول (3) كمية الهطل المطري في المحطات المناخية لموسم 2016
44	جدول (4) استمارة التوصيف النباتي
57	جدول (5) نتائج تحاليل رطوبة التربة الحقلية
58	جدول (6) عدد وأسماء قرى مواقع التوصيف
92	جدول (7) التحليل الإحصائي لتقدير SWI مقابل SM خلال 1-15 كانون الثاني
94	جدول (8) التحليل الإحصائي لتقدير SWI مقابل SM خلال 16-31 كانون الثاني
97	جدول (9) التحليل الإحصائي لتقدير SWI مقابل SM خلال 1-15 شباط
99	جدول (10) التحليل الإحصائي لتقدير SWI مقابل SM خلال 16-28 شباط
101	جدول (11) التحليل الإحصائي لتقدير SWI مقابل SM خلال 1-15 آذار
104	جدول (12) التحليل الإحصائي لتقدير SWI مقابل SM خلال 16-31 آذار
106	جدول (13) التحليل الإحصائي لتقدير SWI مقابل SM خلال 1-15 نيسان
109	جدول (14) التحليل الإحصائي لتقدير SWI مقابل SM خلال 16-30 نيسان
111	جدول (15) التحليل الإحصائي لتقدير SWI مقابل SM خلال 1-15 أيار
114	جدول (16) التحليل الإحصائي لتقدير SWI مقابل SM خلال 16-31 أيار
116	جدول (17) التحليل الإحصائي لتقدير SWI مقابل SM خلال 1-15 حزيران
119	جدول (18) التحليل الإحصائي لتقدير SWI مقابل SM خلال 16-30 حزيران
122	جدول (19) نتائج اختبار الدقة بين الرطوبة الحقلية SM وإعادة النمذجة للرطوبة من الصور الفضائية
131	جدول (20) كمية الرطوبة التراكمية مقابل التصنيف النباتي

الملخص

تعتبر تقانة الاستشعار عن بعد أداة مهمة للتنبؤ برطوبة التربة في منطقة الجذور لمساحات واسعة وأزمنة متعاقبة بشكل لحظي، لذلك تم في هذا الدراسة استخدام منتجات MODIS (Moderate Resolution Imaging Spectroradiometer) لتقدير رطوبة التربة السطحية باستخدام طريقة المثلث المعتمدة على كل من الأدلة الطيفية لدرجة حرارة سطح التربة (LST Land Surface Temperature) والدليل النباتي (NDVI (Normalized Difference Vegetation Index)).

استخدم المنتج (MOD11A2) من منتجات MODIS للحصول على درجة حرارة سطح التربة LST والمنتج (MOD13Q1) للحصول على الدليل النباتي NDVI بشكل متزامن لكل منهما وبتواتر زمني كل 15 يوم في منطقة دراسة تميزت بتنوع تضاريسها وغطائها النباتي ومناخها وكميات الهطل المطري فيها لتشمل جزء من مناطق الاستقرار المطري المتواجدة في الجمهورية العربية السورية.

تم التحقق حقلياً بقياس رطوبة التربة في عدة مواقع موزعة على كافة مناطق الاستقرار المطري باستخدام الطريقة الوزنية لتقدير رطوبة التربة لموسم 2016.

أوضحت نتائج الدراسة إمكانية اعتماد الصور الفضائية في تقدير رطوبة التربة بموثوقية عالية في الأشهر الرطبة، بينما يجب إجراء إعادة نمذجة حقلية للصور الفضائية في الأشهر قليلة الهطل المطري وذلك لرفع درجة موثوقيتها في تقدير رطوبة التربة في تلك الفترات الزمنية من السنة.

كما أظهرت النتائج اعتماد رطوبة التربة كلياً على كمية الهطل المطري خلال موسم الدراسة بنسبة 98%، واعتمادها على الغطاء النباتي وتأثيرها بنوع وكثافة الغطاء النباتي بنسبة 76%.

الكلمات المفتاحية : رطوبة التربة – rate Resolution Imaging Mode (MODIS)

Normalized – MOD13Q1 – MOD11A2 – Spectroradiometer – الغطاء النباتي

–Land Surface Temperature (LST) – (NDVI) Difference Vegetation Index

سورية.

الفصل الأول :

1- المقدمة

2- مبررات الدراسة

3- أهداف الدراسة

4- الدراسة المرجعية

الفصل الأول

1- المقدمة وأهداف الدراسة ومبرراتها والدراسة المرجعية

1-1- المقدمة

تعتبر رطوبة التربة إحدى المتغيرات المهمة في علوم التربة والدراسات المتعلقة بالتنمية المستدامة للزراعة والصناعات الزراعية، ويمكن تقديرها بطرائق مباشرة وغير مباشرة.

يتم إجراء القياسات المباشرة باستخدام أجهزة TDR ونترن بروب والتشوميترات حقليةً ومن ثم تتم المعايرة مخبرياً بالطريقة الوزنية، إذ توفر تلك الطرائق معلومات دقيقة جداً، لكن تحتاج إلى كادر كبير من الموارد البشرية بميزانية ضخمة للمساحات الواسعة، يمكن أن تشمل المراقبات الموضعية منطقة محددة ويصعب زيادة المساحة لضيق وقلة الكادر، إضافة لذلك فإن تحويل بيانات رطوبة التربة على المستوى الحقلية إلى خرائط spatial-geo باستخدام الطرائق الإحصائية - الجغرافية ليس بالجودة المناسبة (Keshavarza، وآخرون، 2014).

على أية حال، كافة الطرائق الأرضية هي قياسات نقطية وتحتاج ليد عاملة وعدد محدد من العينات ضمن نطاق محدد، وهذه الأساليب الحقلية تختلف على النطاق المحلي باختلاف خصائص التربة والتضاريس ونوع الغطاء النباتي، واختيار مواقع التغطية لمواقع الحقول الممثلة للمنطقة صعب إن لم يكن مستحيل، وبالتالي فإن استقراء هذه القياسات للتوزع المكاني لرطوبة التربة في أغلب الأحيان يشكل معضلة أو مشكلة.

وهنا كانت الحاجة لتقانات خاصة للتنبؤ بتغيرات رطوبة التربة الزمانية والمكانية بشكل مستمر ودقيق، فقد عرضت تقانات الاستشعار عن بعد أساليب متقدمة للقياسات اللحظية والمكانية لمحتوى الرطوبة

بسبب قدرتها الزمانية والمكانية العالية التي لا تؤمنها الطرائق الحقلية إضافة إلى نماذج المحاكاة التي جعلت تلك التقنية من أهم الطرائق على المستوى المحلي والإقليمي.

يمكن أن تغطي بيانات التتابع الصناعية مساحات واسعة لعدد من المرات ثم تنتبأ بتقلب ظروف رطوبة التربة، وهذا ما وفر حلاً للطرائق التقليدية بعملية التنبؤ بتغيرات رطوبة التربة عن طريق بيانات التتابع الصناعية (Wang، وآخرون، 2006) .

طورت العديد من الطرائق لحساب رطوبة التربة باستعمال تقانات الاستشعار عن بعد وفيما يلي أهم طريقتين حيث تعتمد الطريقة الأولى على القياسات الطيفية في جزء الموجات الطويلة (Microwave) من الطيف الكهرومغناطيسي بينما تعتمد الطريقة الثانية على القياسات الطيفية للقنوات تحت الحمراء والمرئية والحرارية .

تشير الدراسات المرجعية إلى أن دقة الموجات الطويلة (mm1-m1) النشطة للتنبؤ برطوبة التربة تعتمد على نوع التربة ونوع الغطاء النباتي وأجزاؤه كما أظهرت الدراسات أيضاً أن هذه الطرائق يمكن أن تقش فوق السطوح ذات الغطاء النباتي المتوسط إلى العالي مما يمكن أن يؤثر على دقة التقديرات لرطوبة التربة، وبالتالي فإن دراسة رطوبة التربة من بيانات الاستشعار عن بعد باستعمال الموجات الطويلة بشكل عام تتم لأعلى عدة سنتيمترات للتربة بسبب محدودية طبقة الانبعاث أو التبعثر النشط للموجات الطويلة في العمق، غير أن التطبيقات الزراعية والهيدرولوجية لرطوبة التربة غالباً ما تتموضع بمنطقة الجذور التي هي أكثر عمقاً من السنتيمترات العليا والتي تعتمد بالدرجة الأولى على نوع الغطاء النباتي ومن ثم درجة نموه وإنتاجية هذا الغطاء النباتي.

من ناحية أخرى فإن الحالة الصحية والإنتاجية النباتية وكذلك درجة تغطية الغطاء النباتي يمكن اشتقاقهم باستعمال الأدلة الطيفية النباتية المحسوبة من بيانات الاستشعار عن بعد في المجال المرئي و المتعددة الأطياف (Wang، وآخرون، 2006).

إن اعتماد محتوى رطوبة التربة السطحية على درجة حرارة الإشعاع السطحي وكمية الغطاء النباتي، يجعل من قياس هذين المؤشرين ذو دلالة وموثوقية على المحتوى الرطوبي، خاصة إذا ما تم قياسهما بتقنية الاستشعار عن بعد وفق دليل حرارة سطح التربة (LST) ودليل الغطاء النباتي (NDVI). أظهرت العديد من الدراسات أن سحابة بيانات (LST / NDVI) تشكل مثلاً يؤمن بمساحته الداخلية حساب رطوبة التربة لمنطقة الدراسة (Yang، وآخرون، 2008) .

وبالتالي سيتم تقدير رطوبة التربة بطريقة مساحة المثلث التي تتمثل بعلاقة قوية بين دليلي (LST – NDVI) المحسوبان بالطرائق الاستشعارية في المجال المرئي وتحت الأحمر.

وبالتالي يهدف هذا الدراسة إلى دراسة تغيرات رطوبة التربة وعلاقتها بتغيرات وحيوية الغطاء النباتي من بيانات الصور الفضائية (MODIS).

1-2- مبررات الدراسة

دراسة الجفاف الزراعي الذي يتجلى بجفاف التربة الزراعية وتحديد دورها في درجة توزع وحيوية الغطاء النباتي سواء المزروع أو الطبيعي مما ينعكس على الإنتاجية النباتية والحيوانية للقطاعات الزراعي والاقتصادي ضمن مساحات واسعة بتواتر زمني عالي (كل 15 يوم).

1-3- أهداف الدراسة

1. مراقبة رطوبة التربة باستعمال صور MODIS .
2. دراسة رطوبة التربة في مناطق محددة في سورية باستعمال الطرائق الحقلية وعلاقتها برطوبة التربة المقدرة من الصور الفضائية.
3. إنتاج خارطة توزع وكثافة الغطاء النباتي خلال فترة الدراسة.
4. إنتاج خارطة رطوبة التربة خلال فترة الدراسة.
5. تحديد تأثير رطوبة التربة في الغطاء النباتي باستعمال صور MODIS بناء على مؤشرات الغطاء النباتي الطيفية.
6. إيجاد العلاقة بين البيانات المناخية مع البيانات الحقلية والصور الفضائية
7. استنباط علاقة رياضية وإحصائية تنبؤية لتقدير رطوبة التربة من البيانات الاستشعارية الفضائية.

1-4-4- الدراسة المرجعية:

1-4-1- الماء في التربة :

يعد الماء أهم مقومات الحياة على الأرض، وأحد أهم عوامل استمرارها، كما يلعب دوراً متقدماً في تكوين التربة، ويحدد سوية مختلف أنواع النشاط الكيميائي والحيوي فيها، وقد اكتسب الماء أهمية عظمى جعلت منه أول العوامل المحددة للإنتاج الزراعي وأهمها على الإطلاق.

يعبر عن الماء في التربة وما يحويه من مركبات منحلة فيه بالطور السائل، وهو من أكثر مكونات التربة حركة وتبدلاً إذ ينتقل داخل التربة في سائر الاتجاهات، حاملاً معه المركبات المنحلة، حيث ينقلها من موقع ليرسبها في آخر داخل التربة أو خارجها، يتعلق الماء في التربة بالظروف المناخية وبخاصة كمية الهطل وتوزعها، وكذلك بخصائص التربة نفسها (في أبو نقطة ، 2004).

ويختلف أكبر قدر من المياه المتاحة التي يمكن للتربة أن تحتفظ بها (السعة المائية المتاحة) تبعاً لقوام التربة، ومحتوى المادة العضوية، وعمق الجذور وبنيتها، وتقوم المادة العضوية في التربة بدور بالغ الأهمية، إذا يمكنها الاحتفاظ بكمية من المياه تزيد 20 مرة تقريباً على وزنها (www.FAO.org).

وبالمقارنة بين رطوبة التربة والمكونات الأخرى للدورة الجيومائية فإن حجم رطوبة التربة صغير لكنها ذات أهمية كبيرة بالنسبة للعمليات الجيومائية والكيميائية الحيوية بالإضافة لأهميتها في الطقس والمناخ والجريان السطحي والفيضانات وانجراف التربة ونوعية المياه، وهي المتغير الأساسي في التحكم في تبادل الماء والطاقة بين سطح التربة والجو من خلال التبخر والنتح.

يخضع وجود الماء في التربة لقوى التجاذب والترابط القائمة بين جزيئاته نفسها من جهة وقوى الجذب بين جزيئات الماء وسطوح طور الصلب في التربة من جهة أخرى، وتحدد محصلة هذه القوى طاقة التربة في الاحتفاظ بالماء، كما تحدد مقدرة هذا الماء على الحركة عبر فراغاتها ضمن حدود الاتزان القائم بين التربة وكل من الظروف الأرضية والجوية المحيطة بها، وعندها يتوقف المحتوى الرطوبي للتربة على خصائصها الذاتية من فيزيائية وكيميائية ومعدنية، ويطلق على حالة الاتزان المائي بالوضع الهيدروستاتيكي (الاستقرار أو الثبات) أما إذا حصل خلل في عملية الاتزان المائي بإضافة الماء أو امتصاصه أو تبخره، فإن الماء ينتقل بواحد أو أكثر من الاتجاهات وبشكل أو أكثر من أشكاله، ويعبر عن هذه الحالة بالوضع الهيدروديناميكي الذي يحدث على شكل تدفق مائي بالصورتين السائلة أو الغازية أو بكليهما معاً .

ترتبط رطوبة التربة في مختلف الطبقات بالعمليات الجيومائية والوظائف البيئية، وعادة ما تتأثر رطوبة التربة السطحية بالأمطار والتبخر حيث تعتبر مصدر نمو النباتات، بينما تعتبر الرطوبة في الطبقات العميقة كمخزن يوفر المياه للنباتات خلال سنوات الجفاف (Fang، وآخرون ، 2016) .

تؤثر عدم قدرة التربة على تجميع الماء والاحتفاظ به وتصريفه ونقله في الإنتاجية سواء إنتاجية المحاصيل أو أنواع المراعي أو الشجيرات أو الأشجار، وفي الواقع إن تدني غلة المحاصيل يرتبط غالباً بعدم كفاية رطوبة التربة وليس بنقص هطول الأمطار (www.FAO.org)،. تختلف احتياجات النباتات من المياه، فالمناطق الوفيرة الأمطار تكون غنية بغاباتها الطبيعية فتتمو الأشجار الضخمة ذات الأوراق العريضة بينما تنمو الحشائش في الجهات القليلة المطر، وتنمو النباتات الصحراوية في الجهات الجافة.

تتمتع سورية بغناها وتنوعها الحيوي النباتي والحيواني الذي يعزى إلى التنوع الطبوغرافي والمناخي، فطبيعة تضاريسها وموقعها الجغرافي ومناخها أدى إلى بروز خصائص مميزة تبايناً ملحوظاً في البيئات ذات الدور المهم في التنوع الحيوي، حيث تتباين ارتفاعاتها بين قمم الجبال العالية (2814 كم² في جبل الشيخ) إلى مناطق تتخفض إلى 100 م تحت سطح البحر (الحمة السورية في الجولان) وما بين ذلك تقع الشواطئ والجبال الساحلية والغابات والهضاب والسهول الزراعية والبادية، وتوجد الأنهار والبحيرات والسبخات المالحة، كما أن المعدلات المطرية تتراوح بين أكثر من 1000 مم في الجزء الغربي والشمالي الغربي إلى مادون 120 مم في شرق سورية، كما تتميز بتنوع في الترب والنظم البيئية التي تشكل بيئات نموذجية للنباتات والحيوانات ضمن مناخ معتدل صيفاً وبارد نسبياً شتاءً.

أشار التقرير الوطني الرابع لاتفاقية التنوع الحيوي (2009) إلى وجود 7213 نوعاً من الأنواع الموثقة والتي تنتمي لأهم المجموعات الحيوية في سورية، بالرغم من هذا الغنى في التنوع الحيوي في سورية إلا أن الوضع الراهن لهذا التنوع بشكل عام محرج، ويتجلى بتدهور واندثار بعض النظم البيئية وخاصة الحراجية منها وتقلص رقعة انتشار بعض النباتات البرية أو اختفائها وكذلك انخفاض كثافة بعض الحيوانات البرية أو اختفائها (www.FAO.org).

1-4-2- الاستشعار عن بعد ورطوبة التربة

تساعد قياسات رطوبة التربة عن طريق التوابع الصناعية على فهم النظام المناخي بشكل أفضل وتستخدم في العديد من التطبيقات بدءاً من النماذج المناخية المتقدمة والتنبؤات الجوية ومراقبة الجفاف والتنبؤ بالفيضانات وإدارة المياه والمساعدة في التنبؤ بالإنتاجية الزراعية.

لذلك قام علماء الإدارة الوطنية للملاحة الجوية والفضاء (National Aeronautics and Space Administration) بإعداد خرائط عالمية تظهر كيف تتغير رطوبة التربة مع تغير الفصول وظواهر الطقس.

ونظراً لأهمية رصد رطوبة التربة بدءاً بالناطقات المحلية إلى العالمية فقد تم إطلاق بعثات من التوابع الصناعية لرصد رطوبة التربة SMOS (Soil Moisture and Ocean Salinity) و SMAP (Soil Moisture Active Passive) وبعثات جديدة مثل (SENTINEL_1) التي توفر التنبؤ برطوبة التربة.

يمكن أن تقاس رطوبة التربة إما حقلياً أو بطريقة تقانات الاستشعار عن بعد باستعمال الموجات الطويلة أو الأشعة المرئية وتحت الحمراء التي أظهرت نجاحاً في قياسات الرطوبة السطحية، وقد تم إجراء دراسات تحقق واسعة النطاق إما من خلال المقارنة المباشرة للقياسات بالموقع أو من خلال المقارنة بين المنتجات الناتجة عن الاستشعار عن بعد لتحديد دقة هذه المنتجات (Loew و Peng ، 2017).

فالقمر الصناعي SMOS يحمل مستشعر L-band ذو التردد المنخفض الذي يعمل على استخراج قيم رطوبة التربة السطحية كل 3 أيام بدقة مكانية 40 كم بينما يوفر المنتج AMSR-E على متن القمر Aqua تغطية عالمية شبه يومية لكن مع دقة مكانية متوسطة 56 كم، هذه المنتجات ذات الموجات الطويلة تملك دقة مكانية منخفضة وتقدم معلومات لرطوبة التربة متوسطة القيمة تغطي مساحات واسعة، وتقدم التغيرات المكانية المفصلة لرطوبة التربة، وبالتالي لابد من طرائق أو مناهج لتقدير رطوبة التربة بالاعتماد على طرائق أخرى من معلومات الاستشعار عن بعد ذات قدرة مكانية أكثر دقة كالصور الفضائية للأشعة تحت الحمراء والمرئية (Loew و Peng ، 2017).

بما أن محتوى رطوبة التربة السطحي يعتمد على درجة حرارة الإشعاع السطحي وتوزيع الغطاء النباتي فيجب أن يكون هناك طريقة لتقدير رطوبة التربة السطحية عن طريق استعمال البيانات لدرجة حرارة سطح التربة في الأشعة تحت الحمراء الحرارية مع بيانات الأدلة النباتية من الأشعة المرئية والأشعة تحت الحمراء القريبة (Peng، و Loew ، 2017).

وبالتالي هناك حاجة لتطوير نماذج من الخوارزميات التي تجمع بين عدة طرق استشعارية لقياس رطوبة التربة للحصول على بيانات ذات دقة زمنية ومكانية عالية لاستخدامها في التطبيقات المختلفة (Peng و Loew ، 2017).

أجرى Wang وآخرون (2006) دراسة لتقدير رطوبة التربة في منطقة الجذر باستعمال الدليل النباتي NDVI المشتق من بيانات MODIS وتم اختيار 3 مواقع (نيومكسيكو - أريزونا - تكساس) تمثل نوعين من الغطاء النباتي (شجيرات - أعشاب) ونموذجين من الشروط المناخية (شبه القاحلة في نيومكسيكو و أريزونا - الرطبة في تكساس)، وأخذت رطوبة التربة من 5 أعماق (0-5 ، 5-10 ، 10-20 ، 20-50 ، 50-100 سم) باستعمال neutron probe ، أما البيانات الفضائية فكانت صور المنتج MOD09Q1 مركب كل 8 أيام بقدرة ميز مكاني 250م خلال شباط 2000 وحتى كانون الأول 2004.

أظهرت النتائج أن رطوبة التربة في منطقة الجذور يمكن تقديرها خلال موسم النمو من خلال نموذج الانحدار الخطي بمتغيرين باستعمال NDVI أما في المناطق شبه الجافة فيمكن التنبؤ بها بشكل أفضل باستعمال NDVI في أراضي الشجيرات أكثر من أراضي الأعشاب.

أما في بحث أجراه Rahmati وآخرون (2015) في شمال غرب إيران فقد تم تقييم دقة طريقة المثلث للتنبؤ بمحتوى رطوبة التربة السطحية باستعمال صور MODIS مع الدقة المكانية 1كم وتم التحقق

ضمن منطقة الدراسة في مساحة 76 كم² واعتمدت التحاليل على القياسات الأرضية لرطوبة التربة حيث قسمت منطقة الدراسة إلى 1 كيلومترات مربعة (نفس دقة صور MODIS) وجمعت العينات من 45-60 بكسل أي تم جمع 5 عينات لكل بكسل وتم استعمال متوسط لدمج العينات، واستعملت منتجات TERRA/MODIS المنتج MOD11A1 لدرجة حرارة سطح التربة LST والمنتج MOD13A2 للدليل النباتي NDVI وتم تطبيق طريقة المثلث أيضاً لاشتقاق رطوبة التربة.

أجرى Jing و Runping (2012) دراسة لتقدير رطوبة التربة في جمهورية الصين الشعبية حيث استعملت بيانات رطوبة التربة الحقلية وبيانات MODIS (MOD13A2 - MOD11A2) للأشهر (أيار وتموز وتشرين الأول 2010 - 2007) ممثلة لـ 3 مواسم مما أدى في النهاية لاشتقاق دليل الجفاف للنبات والحرارة (TVDI) Temperature Vegetation Dryness Index باستعمال منتجات :

❖ MOD13A2(NDVI)

❖ MOD11A2(LST)

تم الحصول على بيانات رطوبة التربة من 98 محطة لعمق 10 سم ، في مقاطعة uGans التي تتنوع تضاريسها من جبال وهضاب وسهول ووديان وصحارى وتتميز بغطائها النباتي المتناثر وتعرية أو انجراف التربة والترسيب النهري وتتميز بأنماط مناخية مختلفة ومنطقة Xinjiang التي تتميز تضاريسها بالتناوب بين الجبال والأحواض وتتميز باختلاف درجة الحرارة اليومية وكذلك الاختلاف الكبير لكل موسم.

وجد عند مقارنة رطوبة التربة المحاكاة والفعلية اختلاف كبير عندما تكون رطوبة التربة الفعلية مرتفعة أما في رطوبة التربة المنخفضة فالفرق أقل نسبياً، إن الزيادة في رطوبة التربة الفعلية تسبب الزيادة في

الأخطاء النسبية لأن هذه الزيادة تكون مفاجئة وسببها الأمطار الغزيرة أو الري وأياً كان السبب في الزيادة فإن NDVI لا يمكن أن يستجيب بسرعة للزيادة في رطوبة التربة بسبب التأخر الطبيعي فالنباتات يمكن أن تبقى على قيد الحياة لوقت طويل إذا تم إيقاف رطوبة التربة فجأة وبالمثل إذا زاد توفر رطوبة التربة فإن استجابة النباتات ستكون بطيئة وبالتالي الخطأ النسبي عالي.

وأجري بحث آخر بواسطة Keshavarza وآخرون (2014) في منطقة تقع في الأجزاء الوسطى من إيران التي تتميز بمناخ شبه جاف مع كمية محدودة من الأمطار اعتمد على تقدير الرطوبة باستعمال دليل نقص رطوبة التربة (SWDI) Soil Wetness Deficit Index الذي طور بالاعتماد على دليل رطوبة التربة (SWI) المشتق بالاعتماد على مفهوم أو فكرة المثلث من درجة حرارة سطح التربة (LST) والدليل النباتي (NDVI) للحصول على مفهوم مساحة المثلث.

ولرصد الاختلافات قصيرة الأمد في رطوبة التربة السطحية تم الاعتماد على بيانات القنوات تحت الحمراء الحرارية - المرئية ذات قدرة التمييز المكاني (250 m - 1 km) المتوفرة في صور MODIS حيث استعملت المنتجات MOD09Q1 للحصول على NDVI و MOD11A2 للحصول على LST كما تم استيراد بيانات الهطل المطري التراكمي من منتجات بعثة قياس الهطل في الاستواء (TRMM) Tropical Rainfall Measuring Mission جمعت البيانات في الفترة كانون الثاني/2000 (سنة جافة) و أيار/2004 (سنة رطبة)

و لاستخراج رطوبة التربة فقد نفذت فكرة المثلث بين بيانات LST و NDVI حيث يمثل LST الأعلى شروط التربة الأكثر جفافاً بينما رطوبة التربة تكون أقرب للصفر

وبالنتيجة وجد أن SWDI قادرة على تمييز وتحديد الأحداث الجافة والرطبة زمنياً ومكانياً على حد

سواء .

وبمقارنة SWI مع SWDI أظهرت النتائج أن الزيادة في رطوبة التربة لا تشير إلى نهاية الجفاف و يلعب الغطاء النباتي دور المعدل في كل من الظروف الجافة والرطبة.

أجرى Boudewijn (2015) دراسة في منطقة تمتد من جنوب المجر (Hungary) لمنطقة Vojvodina والتي تتميز بأنها منطقة زراعية بشكل رئيس والمناخ قاري معتدل مع مدى كبير من درجات الحرارة المتطرفة وتوزيع غير متناظر أو متساوي للمطر لكل شهر مما يجعل المنطقة معرضة للفيضانات وكذلك الجفاف، تم بهذه الدراسة حساب الإحصائيات الحرارية لكل صفوف الغطاء النباتي والعلاقة الخطية بين درجة حرارة سطح التربة ورطوبة التربة وتفسير هذه النتائج كخرائط لرطوبة التربة (SWI)، واستعمل في هذه الدراسة منتجين: المنتج الأول هو منتج درجة حرارة سطح التربة والانبعاث الحراري (MOD11A1) والمنتج الثاني هو منتج أدلة الغطاء النباتي (MOD13Q1) الذي يحتوي NDVI ومؤشر الغطاء النباتي المحسن EVI.

توفر خرائط أدلة رطوبة التربة قيم بين ال 0-1 وتدل على القيمة النسبية لرطوبة التربة ضمن المنطقة، حيث 0 تدل على أدنى رطوبة تربة و 1 تدل على أعلى رطوبة تربة ضمن فترة محددة وللتحقق من صحة قيم SMI المحسوبة فقد أخذت قياسات رطوبة التربة باستعمال شبكة من محطات القياس الموضعية في نفس وقت قياس رطوبة سطح التربة من التوابع الصناعية.

أما في دراسة أجراها Yang وآخرون (2008) شمال الصين فقد اقترح كل من NDVI و EVI لبناء المثلث باستعمال طريقة المثلث المعدلة ($VI\ space/T_s$) وبالاتماد على هذه الطريقة تم حساب دليل الجفاف النباتي الحراري TVDI باستخدام 20 صورة MODIS تم تحميلها من موقع NASA EOS الذي يتضمن منتجات MOD09 للدليل النباتي ومنتجات MOD11 لدرجة حرارة السطح.

استعملت بيانات الرطوبة الموضعية من 133 محطة زراعية للتحقق من صحة TVDI وتم الحصول على البيانات الزراعية والأرصاد من نظام خدمة مشاركة بيانات الأرصاد الصينية في الفترة من نيسان 2002 حتى تشرين الأول 2002.

بالاعتماد على هذه المنتجات تحسب أدلة الغطاء النباتي فالدليل NDVI هو نسبة طبيعية لقنوات NIR و RED بينما EVI هو الأمثل للتنبؤ بدرجة الغطاء النباتي و للتقليل أو الحد من تأثيرات خلفية التربة فالقطع المبعثرة التي تشكلت عن طريق مؤشر الغطاء النباتي ودرجة حرارة السطح كونت مثلث الحافة العليا منه تعرف بالحافة الجافة بينما المنخفضة هي الرطبة.

فالبكسلات القريبة من الحافة الجافة هي نسبياً الأكثر جفافاً بينما القريبة من الحافة الرطبة هي الأكثر رطوبة، وجد أيضاً أن قيمة TVDI تتراوح بين 0-1 حيث TVDI الأعلى هو البكسل الأكثر جفافاً، و TVDI المحسوب من NDVI هو أكثر حساسية ل 20 سم مقارنة مع 10 سم بينما TVDI المحسوب من EVI هو أكثر حساسية ل 10 سم ويعتبر أفضل من TVDI المحسوب من NDVI بأغلب الحالات.

وجد علاقة جيدة بين TVDI والمطر، فالأمطار تزيد محتوى رطوبة التربة و بالتالي TVDI سيكون أقرب للحافة الرطبة مما يؤدي لانخفاضه وبعد فترة طويلة من الأيام الجافة محتوى رطوبة التربة سينقص وهذا بدوره سيؤدي لزيادة TVDI.

أجرى Ali وآخرون (2015) بحث في إقليم Sindh في باكستان المتميز بمناخه شبه القاحل الذي يملك مناطق زراعية مناخية متنوعة من الحزام الزراعي المروي في الوسط والصحراء في الشرق والنطاقات الجبلية العادية في الغرب حيث درست رطوبة التربة ورسمت خرائطها من خلال صور AMSR_E (Advanced Microwave Scanning Radiometer) و MODIS بمنتجاتها

MOD13A2 للدليل النباتي و AMOD11 لدرجة حرارة الأرض للسنوات 2007 التي كانت سنة عادية و 2010 التي اعتبرت سنة رطبة، وتم اختيار هاتين السنتين لدراسة رطوبة التربة في المواسم الرطبة والجافة، تم التوصل إلى أن صور MODIS تملك دقة مكانية جيدة في السماء الصافية أما في حالة أجهزة الاستشعار السلبية فالدقة المكانية رديئة لكن البيانات متوفرة حتى عند وجود السحب ووجد أيضا أن نتائج الارتباط لسنة 2010 أفضل مقارنة مع سنة 2007 .

MODIS صور 1-4-3

يُعمل هذا المستشعر (Moderate Resolution Imaging Spectroradiometer) على متن التابعين الصناعيين:

▪ Terra (المعروف ب EOS AM-1)

▪ Aqua (المعروف ب EOS PM-1)

أطلق القمر Terra في 18 كانون الأول 1999 بينما أطلق Aqua في 4 أيار 2002 حيث يمر Terra حول الأرض من الشمال للجنوب عبر خط الاستواء قبل الظهر، بينما يمر القمر الصناعي Aqua من الجنوب للشمال عبر خط الاستواء في فترة ما بعد الظهر .

يقوم هذان القمران بمسح لسطح الأرض كل 2 - 1 يوم والحصول على البيانات في 36 قناة طيفية يتراوح طولها الموجي بين $0.405 - 14.385 \mu\text{m}$ (بدقة مكانية (250م - 500م - 1000م)) .

هناك العديد من منتجات بيانات MODIS المعيارية التي يستعملها العلماء لدراسة التغيرات العالمية، التي تشمل: علم المحيطات - علم الأحياء - علم الغلاف الجوي - الغطاء النباتي - حرارة سطح التربة - حرارة سطح المياه - الترب .

1-4-4-4-الأدلة الطيفية المستعملة في تقدير رطوبة التربة :

بالرغم من المنتجات العديدة لـ MODIS فإنه سيتم فقط استعراض الدليلين الذين تم استعمالها في

الدراسة وهما: الدليل النباتي NDVI و دليل درجة حرارة السطح LST:

1-4-4-4-1- الدليل النباتي (Normalized Difference Vegetation Index)

(NDVI)

حسب ناسا يعد الدليل النباتي NDVI الأكثر شيوعاً ويمكن تعريفه بأنه المؤشر العددي الذي يستخدم

القنوات الطيفية المرئية وتحت الحمراء القريبة من الطيف الكهرومغناطيسي ويعتمد على تحليل

قياسات الاستشعار عن بعد و تقييم ما إذا كان الهدف الملاحظ يحتوي على غطاء نباتي أخضر أم

لا، استخدم NDVI كتطبيق على نطاق واسع في دراسات الغطاء النباتي واستعمل للتنبؤ بغلة

المحاصيل وتقييم المراعي وحمولتها الرعوية وغير ذلك، وهو غالباً يرتبط مع مؤشرات الأرض مثل

النسبة المئوية لتغطية الأرض، نشاط التمثيل الضوئي للنبات، المياه السطحية، دليل مساحة الورقة

(LAI)، كمية الكتلة الحية.

عندما يسقط ضوء الشمس على الأجسام، فبعض الأطوال الموجية لهذا الطيف تمتص والأخرى

تتبعكس، حيث تمتص الأصبغة في أوراق النبات <الكلوروفيل> بقوة الضوء المرئي (0.4- 0.7 μm)

لاستعمالها بالتركيب الضوئي، ومن ناحية أخرى فيعكس تركيب خلية الأوراق بقوة الأشعة تحت

الحمراء القريبة (0.7 – 1.1 μm).

تبدو النباتات مختلفة جداً في الأطوال الموجية المرئية وتحت الحمراء القريبة، ففي الضوء المرئي

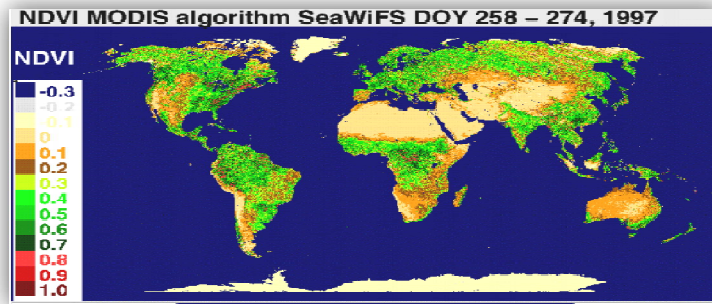
تكون أماكن الغطاء النباتي قاتمة جداً بينما مناطق الصحراء فاتحة، أما في الأطوال الموجية تحت

الحمراء القريبة فيكون الغطاء النباتي أكثر إشراقا وكذلك الصحارى، و بمقارنة الضوء المرئي وتحت الأحمر القريب فقد قاس العلماء الكمية النسبية للغطاء النباتي، بشكل عام، إذا كان هناك انعكاس أكثر للإشعاع في الأشعة تحت الحمراء القريبة منها المرئية فإن الغطاء النباتي في تلك النقطة من المرشح أن يكون كثيف وممكن أن يحتوي بعض أنواع الغابات، أما إذا كان هناك اختلاف بسيط جداً في الكثافة في انعكاس الأشعة تحت الحمراء القريبة والمرئية، فإن الغطاء النباتي من الممكن أن يكون متناثر وضئيل ومن الممكن أن يتكون من المراعي أو التندرا أو الصحراء .

يحسب NDVI من انعكاس الأشعة تحت الحمراء القريبة (NIR)Near Infrared والمرئية (VIS)Visible بالمعادلة الرياضية التالية:

$$(\text{www.NASA.gov}) \quad (\text{VIS} + \text{NIR}) / (\text{VIS} - \text{NIR}) = \text{NDVI}$$

تعطي حسابات NDVI لكل بكسل قيم تتراوح بين (-1 و +1)، على أي حال لا يوجد أوراق خضراء تعطي قيمة قريبة من الصفر، فيدل الصفر على عدم وجود غطاء نباتي أي أن القيم السلبية المتطرفة تمثل المياه والقيم القريبة من الصفر فتمثل التربة العارية أما القيم القريبة من +0.8 - 0.9 تمثل فتشير إلى الكثافة المحتملة الأعلى للأوراق الخضراء، حيث يبين الشكل (1) الدليل النباتي NDVI المحضر من صور MODIS لسطح الأرض سنة 1997 (www.NASA.gov).



شكل (1) منتج الدليل النباتي NDVI

1-1-4-4-1- الدليل النباتي NDVI وعلاقته برطوبة التربة:

أجريت العديد من الأبحاث حول الدليل النباتي NDVI يذكر منها بحث أجراه بركات، وآخرون (2014) في محافظة اللاذقية في سورية حسبت فيه قيم مؤشر الاختلاف النباتي القياسي باستعمال صورة فضائية للقمر Landsat TM مأخوذة في 28 آب 2011 بدقة 30 متر للحوض الأوسط والأدنى لنهر الكبير الشمالي وبعد معالجة الصور الفضائية باستعمال برنامج ERDAS تم الحصول على خارطة NDVI للمنطقة المدروسة ثم تم تطبيق علاقة رياضية لحساب قيم عامل الغطاء النباتي C الذي يتناسب عكساً مع الدليل النباتي NDVI ويعتبر أحد مؤشرات المعادلة العالمية لانجراف التربة.

أظهرت النتائج أن قيم NDVI تراوحت بين (-0.45 - 0.67)، وأن القيم المنخفضة للعامل C تركزت في أجزاء من المناطق الشمالية والشرقية، حيث تسود الغابات في حين تركزت القيم المرتفعة للعامل C في المناطق الغربية وهي مناطق عمران وأبنية، بينما القيم المتوسطة فقد تركزت في أجزاء من المناطق الوسطى والشرقية حيث تنتشر زراعة الحمضيات والزيتون.

و في دراسة أخرى أجراها Ibrahim (2014) استعملت صور فضائية من نوع (NOAA- AVHRR) الشهرية في الفترة 1982 - 2001 لاشتقاق الأدلة الطيفية الجفافية الاستشعارية للدليل النباتي NDVI وهي: الدليل المحصولي الخضري (VCI) - دليل الشواذ الجفاف (AA) - دليل شواذ الدليل النباتي (NA) - الدليل الجفاف القياسي (SNI)، حيث تستعمل هذه الأدلة في مراقبة تواتر درجة الجفاف ورسم خرائط لخطر الجفاف في حوض البحر المتوسط ووسط آسيا.

وأعدت أيضاً خارطة استعمال الأراضي / خارطة الغطاء الأرضي من خلال التصنيف المراقب و إجراء تحليل طيفي للسلاسل الزمنية، حيث أخذ منحني NDVI الشهري الشكل الخطي للغابات

الساحلية السورية والصحراء الكبرى لكن لأسباب مختلفة، بينما كان منحنى NDVI الشهري للمحاصيل البعلية والأراضي الواسعة على شكل منحنى Gaussian وللغابات الأوروبية على شكل منحنى sigmond وأظهرت النتائج أن الجفاف الإقليمي يمكن أن يستعمل كمؤشر عام، وتتباين الأدلة الطيفية الجفافية فيما بينها في تقدير الجفاف من حيث المكان والشدة والتاريخ، حيث تمت التوصية باعتماد نهج الإنذار المبكر لمخاطر الجفاف بالاعتماد على الهطل المطري أو بيانات الأدلة الطيفية الجفافية (Ibrahim, 2014).

استعمل جلب، وآخرون (2014) الدليل النباتي NDVI الذي تم الحصول عليه من سلسلة من صور MODIS الشهرية للفترة (2000 – 2010) و بيانات الأمطار لنفس الفترة في دراسة لتقدير الجفاف في المنطقة الشمالية الشرقية من سورية (الحسكة – الرقة – دير الزور – بوكمال – قامشلي)، وقد أثبتت النتائج أهمية استعمال الدليل النباتي NDVI مع بيانات الأمطار في مراقبة الجفاف في منطقة الدراسة، وأكدت الدراسة وجود علاقة قوية ومعنوية بين قيم الأمطار السنوية ومؤشر NDVI في الرقة، في حين كانت هذه العلاقة متوسطة وغير معنوية في باقي المحطات.

قام الغماز (2015) دراسة لتقييم الحالة الراهنة للجفاف وأثره في عدة مناطق زراعية في محافظة الحسكة استناداً إلى البيانات المناخية وبإجراء مسح تاريخي لتأثير الجفاف على الإنتاج الزراعي باستعمال أرشيف الصور الفضائية المناسب وبيانات حصر الإنتاج، حيث تم العمل على تحليل الكتلة الحيوية الخضراء باستعمال أرشيف الصور الفضائية الذي يمتد لفترة زمنية تصل لـ 9 سنوات من نوع Spot Vegetation 1k بينما استعملت صور فضائية للقرينة النباتية NDVI من نوع MODIS ذات قدرة تمييز مكاني 250م لمراقبة عمليات تدهور الأراضي.

أوضحت النتائج بالاعتماد على الدليل النباتي NDVI أن المناطق الأكثر تأثراً بالجفاف هي المناطق غير المروية المنخفضة نسبياً التي يراوح هطولها المطري بين 120 إلى 400 مم/سنة، و أنه بمقارنة فترات النمو النباتي الأعظمي لتوزع الغطاء النباتي لكل عام على حدى مع الهطل المطري السنوي شكل أداة جيدة لمراقبة الجفاف.

وفي بحث آخر أجراه الخالد وكاسوكة (2016) الهدف منه مراقبة التغيرات الزمانية والمكانية لمساحة الغطاء النباتي ومراقبة الجفاف في مناطق الاستقرار الزراعي في سورية وربطها مع معطيات الهطل المطري باستعمال الدليل النباتي NDVI من معطيات MODIS الفضائية خلال السلسلة الزمنية 2001-2012، أظهرت نتائجها فعالية استعمال الصور الفضائية للقرينة النباتية NDVI من نوع MODIS لتتبع تغيرات الكتلة الحية ومراقبة الجفاف حيث أن أقل قيمة للقرينة النباتية NDVI لمناطق الاستقرار من الأولى حتى الخامسة خلال السلسلة المدروسة كانت عام 2008 حيث عبرت عن أكثر السنين جفافاً خلال هذه السلسلة الزمنية، في حين أن أعلى القيم كانت عام 2003 وبالتالي عبرت عن أقل السنين جفافاً خلال نفس السلسلة، كما وجد علاقة ارتباط قوية ومعنوية بين المتوسط العام لكمية الهطل المطري للسلسلة الزمنية المدروسة والمتوسط العام لقيم القرينة النباتية NDVI.

1-4-4-2- المنتج MOD13Q1 :

استعمل في هذه الدراسة المنتج (Vegetation Indices 16-Day L3 Global 250m) من منتجات MODIS لاستخراج الدليل النباتي NDVI، والاسم المختصر له هو (MOD13Q1)، الذي تتوفر بياناته كل 16 يوم في دقة مكانية 250 m كمنتج 3-gridded level في إسقاط جيبي Sinusoidal project (www.MODIS.com)

ويتصف MOD13Q1 بما يلي (الجدول 1):

جدول (1) صفات المنتج MOD13Q1

24 ،February- 2000	التغطية الزمنية (Temporal Coverage)
10x 10~long/lat	المساحة (Area)
MB 270-5 ~	حجم الملف (File Size)
Sinusoidal	الإسقاط (Projection)
EOS-HDF	صيغة البيانات (Form Data)
columns/rows 4800x 4800	الأبعاد (Dimensions)
meters 250	الدقة المكانية (Resolution)
12	(SDS HDF Layers)Science Data Sets

1-4-4-2- دليل درجة حرارة سطح الأرض (LST Land Surface)

:(Temperature)

تعتبر درجة حرارة سطح الأرض LST هي واحدة من المتغيرات الأساسية في العمليات الفيزيائية لسطح الأرض لذلك بدأ الاهتمام يتزايد بتطوير منهجيات لقياس LST من الفضاء إذ تعبر عن كيفية الشعور بدرجة حرارة سطح الأرض عند لمس مكان أو منطقة معينة منها، من وجهة نظر التتابع الصناعية فالسطح هو كل ما نراه عند النظر من خلال الغلاف الجوي للأرض، فمن الممكن أن يكون جليد أو ثلج أو عشب أو مبنى أو أوراق الأشجار في مظلة الغابات (www.MODIS.com).

تختلف درجة حرارة سطح التربة في الدول التي تقع من منتصف لأعلى خط الاستواء خلال السنة، لكن المناطق الاستوائية تميل لأن تبقى دافئة على الدوام، ويبقى القطب الجنوبي باردا باستمرار وكذلك

Greenland، ويلعب الارتفاع عن سطح البحر دوراً في درجة الحرارة فمناطق الجبال أو السلاسل الجبلية تكون أكثر برودة من غيرها من المناطق على نفس خط العرض.

راقب العلماء درجة حرارة سطح التربة بسبب تأثيرها في أنماط المناخ والطقس المختلفة للعالم ولمراقبة أثر زيادة غازات الدفيئة بالغلاف الجوي في درجة حرارة سطح الأرض وتأثيرها في الجليد والغطاء النباتي في النظم الايكولوجية للأرض.

يمكن للمزارعين استعمال خرائط درجة حرارة سطح الأرض لتقدير الاحتياجات المائية للمحاصيل خلال الصيف عند تعرضه للإجهاد المائي، ولتقادي خطر الصقيع قبل حدوثه، من أجل تحديد تدفق حرارة سطح الأرض في نطاق واسع من قياسات الفضاء فمن الضروري إدخال درجات الحرارة بكميات كبيرة ومتراكمة لكل مساحة بكسل للأسطح المتنوعة (www.NASA.gov)

1-2-4-4-1 دليل درجة حرارة سطح الأرض LST وعلاقته برطوبة التربة:

أجريت العديد من الدراسات لفهم علاقة رطوبة التربة بدليل درجة حرارة سطح الأرض منها بحث أجراه Cammalleri و Vogt (2015) في أوروبا استعمل فيه درجة حرارة سطح التربة LST المستمدة من المنتج القياسي MOD11C3 للحصول على رطوبة التربة SM عن طريق مجموعة من ثلاثة نماذج لدرجة حرارة سطح الأرض (LST) التي تمثل مصدراً قيماً للبيانات لنمذجة بسيطة للحصول على قيم رطوبة التربة (SM) على مساحات واسعة.

أظهرت النتائج أن أداء LST كان أفضل على جنوب أوروبا مقارنة بالجزء الشمالي من منطقة الدراسة، وأفضل النتائج سجلت في المناطق التي تتميز بظروف قلة المياه والإجهاد المعتدل، وأن نموذج LST أفضل عندما تميل قيم رطوبة التربة لتكون شديدة الجفاف، حيث لديه قدرة شاملة جيدة

للكشف بشكل صحيح عن الأحداث الجافة بنسبة 66 ٪ من الحالات، وبالتالي فإن استعمال LST يمثل نقطة انطلاق واعدة لنمذجة موثوقة للحصول على رطوبة التربة لمراقبة الجفاف في منطقة الدراسة مع توفر الحد الأدنى من المعلومات.

أجرى Pablos وآخرون (2016) (b) دراسة لفهم تغيرات رطوبة سطح التربة SM ودرجة حرارة سطح التربة LST اليومية والموسمية لمدة 4 سنوات (2011-2014) باستعمال القياسات الموضعية ومنتجات الأقمار الصناعية على الجزء المركزي من حوض نهر دويرو في إسبانيا، حيث استعملت منتجات ESA's لتملح المحيطات ورطوبة التربة للحصول على رطوبة التربة الفضائية SMOS SM ومنتجات NASA للحصول على درجة حرارة سطح التربة MODIS LST، أظهرت النتائج وجود علاقة قوية من قياسات رطوبة التربة الموضعية و LST العظمى وبين SM SM والقياسات اليومية لMODIS LST Terra/Aqua، وعلى النطاق الموسمي، كانت العلاقة بين LST - SM أقوى في الخريف والربيع والصيف منه في الشتاء.

وفي بحث آخر استعمل فيه Pablos وآخرون (2016) (a) البيانات الحقلية والبيانات التي يتم الحصول عليها من الأقمار الصناعي على مدار عامين في الجزء الأوسط من حوض نهر Duero في شبه الجزيرة الأيبيرية لدراسة العلاقة بين رطوبة التربة SM ودرجة حرارة سطح التربة TLS في أوقات مختلفة من اليوم، أظهرت نتائج الحقلية وجود علاقة قوية بين رطوبة التربة ودرجة حرارة سطح التربة العظمى، وتم تأكيد ذلك من خلال بيانات الأقمار الصناعية (SMOS SM) لرطوبة التربة و MODIS LST Terra/Aqua لدرجة حرارة سطح التربة (وكانت النتائج أفضل عند استعمال LST MODIS النهارية من تلك التي يتم الحصول عليها ليلاً).

أجريت أبحاث أخرى للتحقق من صحة منتجات درجة حرارة سطح الأرض الاستشعارية منها دراسة أجراها Yu وآخرون (2017) تم فيها تقييم التمثيل المكاني لمحطات قياس LST الأرضية التي تمثل مجموعة بيانات مرجعية مهمة للتحقق من صحة منتجات LST المستشعرة عن بُعد، حيث تم وضع عدة مؤشرات لتحديد مستويات دقة تمثيل محطات الرصد الأرضية بناءً على نوع الغطاء الأرضي (LCT) والخرائط المرجعية ل LST ذات الدقة المكانية العالية ، وهذه المؤشرات هي نوع الغطاء الأرضي السائد (DLCT) والتي تعطى بواسطة النسبة المئوية من مساحة الغطاء النباتي في المحطة المدروسة إلى مساحة الغطاء النباتي في البكسل من الصورة الفضائية لمنتج LST، الانحياز النسبي (RB) لتقييم مدى قرب قياس LST الأرضي لقيمة منطقة بكسل المقابلة أي أنها الفرق بين القيمة (القيم) LST في المحطة ومتوسط قيمة L (قيم) L في منطقة بكسل المنتج.

استعملت مجموعة من 5 منتجات من MOD / MYD11A1 للحصول على الصور الفضائية الممثلة لدرجة حرارة سطح الأرض وتم التحقق من صحة منتجات MODIS LSTs باستعمال محطات ملاحظة أرضية في حوض نهر Heihe في الصين، أظهرت النتائج أن التمثيل لمحطات الملاحظة الأرضية يختلف اختلافاً كبيراً بين المحطات ويتفاوت حسب نمو الغطاء النباتي المختلف وعوامل أخرى.

في دراسة أخرى تمت في مدينة جدة في المملكة العربية السعودية من قبل Assiri (2017) لتقييم درجة حرارة سطح الأرض (LST) من منتجات (MODIS) من عام 2000 إلى 2014 استعمل

فيها المنتجين LST MODIS Aqua (MOD11C3) و LST MODIS Terra

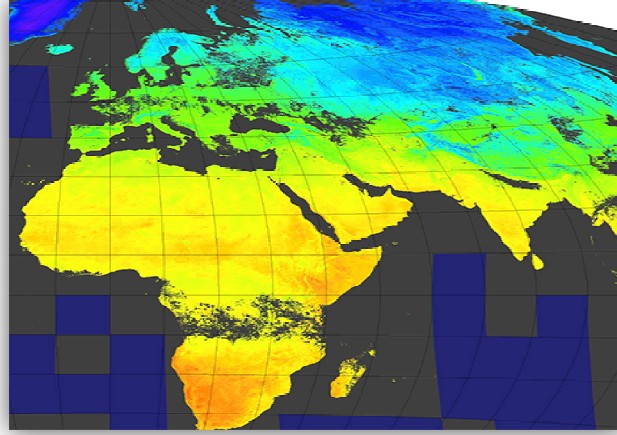
(MYD11C3) من منتجات MODIS للحصول على صور فضائية تمثل درجة حرارة سطح

الأرض وتمت مقارنتهما مع بيانات المحطات الأرضية لنفس الفترة فوق مطار جدة وأجريت لها

التحليل الإحصائية المناسبة، أظهرت النتائج أن معامل الارتباط بين منتجات Terra/MODIS و درجات الحرارة الدنيا لمحطات القياس الأرضية كان أقوى منه بين Terra/MODIS ودرجات الحرارة العظمى لهذه المحطات، وأن منتجات (Aqua – Terra/MODIS) لدرجة حرارة سطح الأرض لها إمكانات كبيرة لتمثيل بيانات المحطة الأرضية في مدينة جدة.

1-4-4-2- المنتج MOD11A2:

استعمل المنتج (Land Surface Temperature and Emissivity 8-Day L3 Global) (1km من منتجات MODIS في هذه الدراسة لاستخراج قيم LST والاسم المختصر له هو : (MOD11A2) ويتكون من متوسط قيم LST للمنتج اليومي MOD11A1 ل 1km وتُخزن على شبكة جيبية بقدرة تمييز مكاني 1km خلال فترة 8 أيام، حيث يبين الشكل (2) منتج دليل حرارة سطح الأرض المحضرة من صور MODIS.



شكل (2) منتج دليل درجة حرارة السطح LST

ويتألف منتج MOD11A2 من طبقات تتضمن قيم LST في النهار والليل وتقييم الجودة وأوقات المراقبة أو الرصد وزوايا الرؤية وفئات Bits السماء الصافية لليل والنهار والانبعثات الحراري المقدر

في القنوات 31 و 32 من أنواع الغطاء النباتي (www.nasa.gov)، حيث يبين الجدول (2) مواصفات المنتج MOD11A2 :

جدول(2) صفات المنتج MOD13Q1

5 ، March – 2000	التغطية الزمنية (Temporal Coverage)
1100x 1100~ km	المساحة (Area)
MB compressed 5~	حجم الملف (File Size)
Sinusoidal	الإسقاط (Projection)
EOS-HDF	صيغة البيانات (Data Format)
columns/rows 1200x 1200	الأبعاد (Dimensions)
(km-0.93)kilometer 1	الدقة المكانية (Resolution)
12	(SDS HDF Layers)Science Data Sets

الفصل الثاني :

مواد وطرائق الدراسة

الفصل الثاني

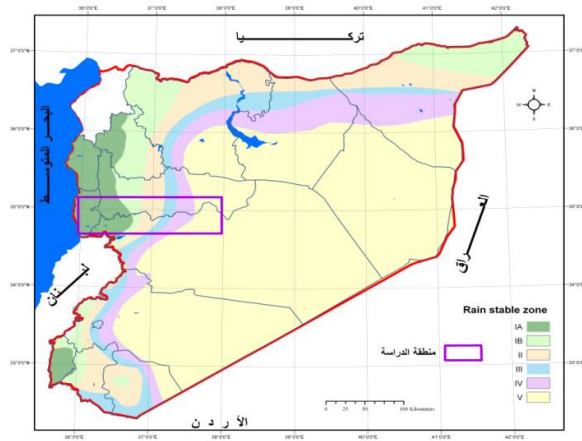
2-المواد وطرائق الدراسة

2-1- منطقة الدراسة

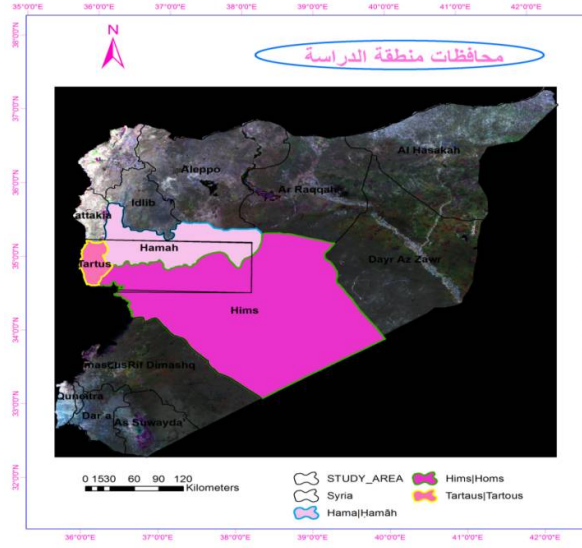
2-1-1- الموقع

تشمل منطقة الدراسة جزء من مناطق الاستقرار المطري في سورية موزعة على ثلاث محافظات (طرطوس - حمص - حماة) حيث تشمل كامل أراضي محافظة طرطوس وأجزاء من محافظتي حمص وحماة، موازية لخط العرض 35 وفق الإحداثيات التالية بين خطي عرض 34.55 - 35.25 شمال خط الاستواء، وبين خطي طول 36 - 38 شرق غرينتش ، بطول 185 كم وعرض 50 كم وبمساحة 9250 كم².

حيث يبين الشكل (3) موقع منطقة الدراسة في سورية بينما يبين الشكل (4) توزع منطقة الدراسة على المحافظات الثلاث



شكل (3) موقع منطقة الدراسة



شكل (4) منطقة الدراسة في محافظات طرطوس، حماة وحمص

2-1-2- التضاريس

تتباين تضاريس منطقة الدراسة التابعة لمحافظة طرطوس من السهول المنبسطة فالتلال والهضاب، وصولاً إلى سلسلة الجبال الساحلية العالية والوعرة التي قد يزيد ارتفاع أعلى قمة عن 1200 متر، تقطع سلسلة الجبال هذه مجموعة من الأودية متباينة الأشكال والأعماق، وتجري فيها الأنهار الدائمة كنهـر الكبير الجنوبي ونهر الأبرش ونهر بانياس ونهر الغمقة ، وبعض الأنهار الموسمية.

أما تضاريس منطقة الدراسة التابعة لمحافظة حماة فتتميز بأراضي جبلية وتلال منخفضة في الغرب وسهول منبسطة في الغاب وبادية كبيرة واسعة في الشرق، يقطع أراضيها عدد من الأودية والمجاري المائية مختلفة الأعماق أهمها وادي نهر العاصي، ومن الممكن تمييز الوحدات التضاريسية التالية في محافظة حماة:

✕ الجبال: (جبال غربي حماة - جبال شرقي حماة - جبال البادية).

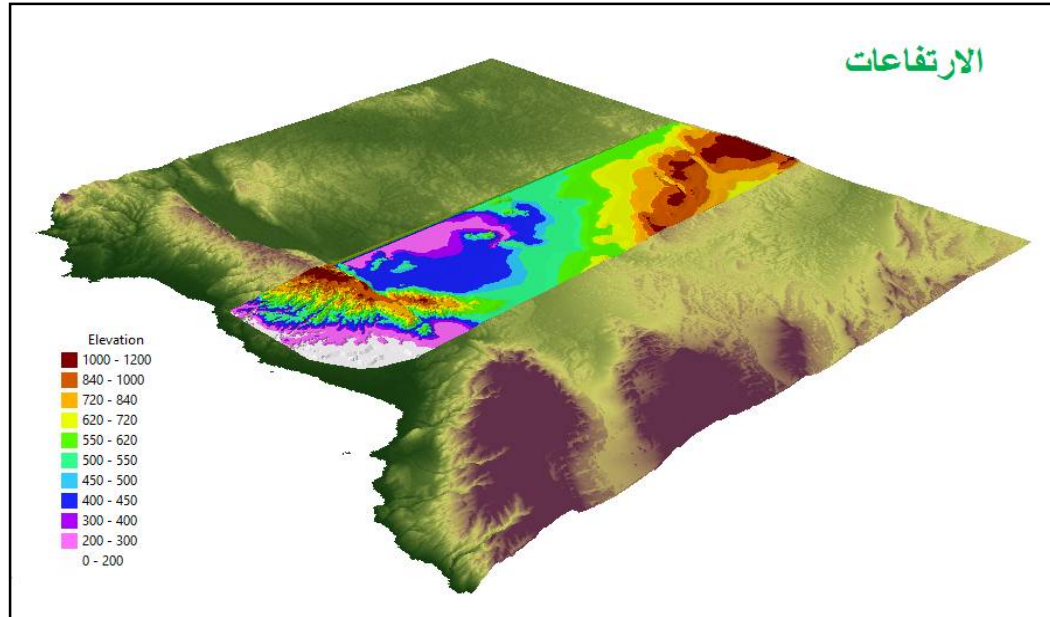
✕ الهضاب: (هضبة مصياف - هضبة السلمية).

☒ السهول: (سهل الغاب)، الذي يتميز بأهمية زراعية خاصة فهو يشكل المنطقة الزراعية

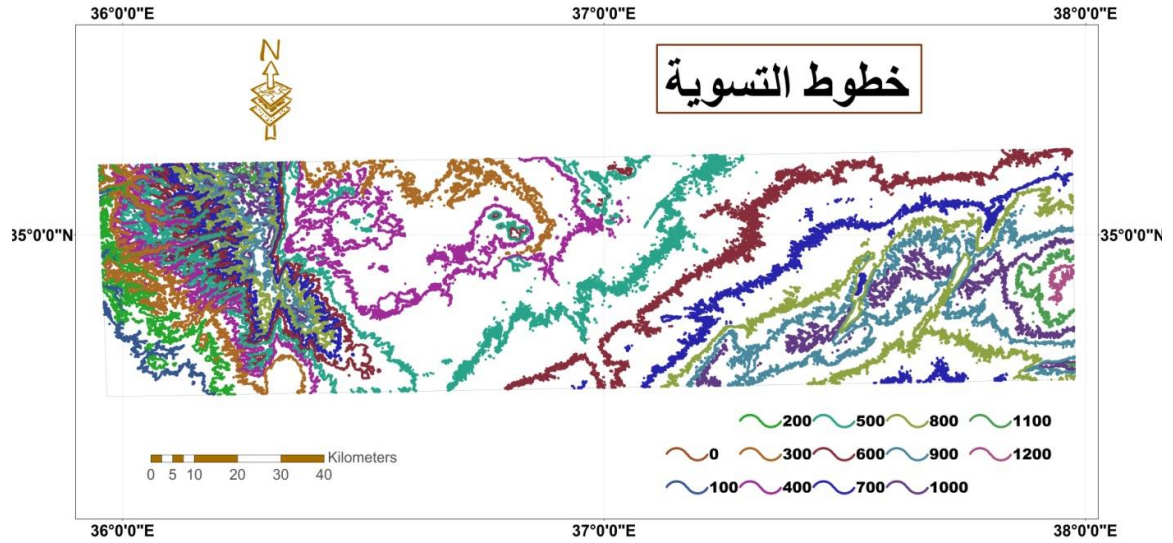
الرئيسية في محافظة حماة.

تقع تضاريس منطقة الدراسة التابعة لمحافظة حمص قبالة فتحة جبلية في سلسلة جبال لبنان الشرقية، هذا ما يحمل إليها هواء البحر الرطب ودرجات حرارة أكثر اعتدالاً من سائر المناطق الداخلية في سورية، تشكل البادية مساحة واسعة من إجمالي منطقة الدراسة في المحافظة، وباقي الأراضي تتنوع من المناطق الجبلية الوعرة حتى المناطق السهلية التي تتميز بالخصوبة ويخترقها نهر العاصي من الجنوب إلى الشمال (وزارة الزراعة، 2016)

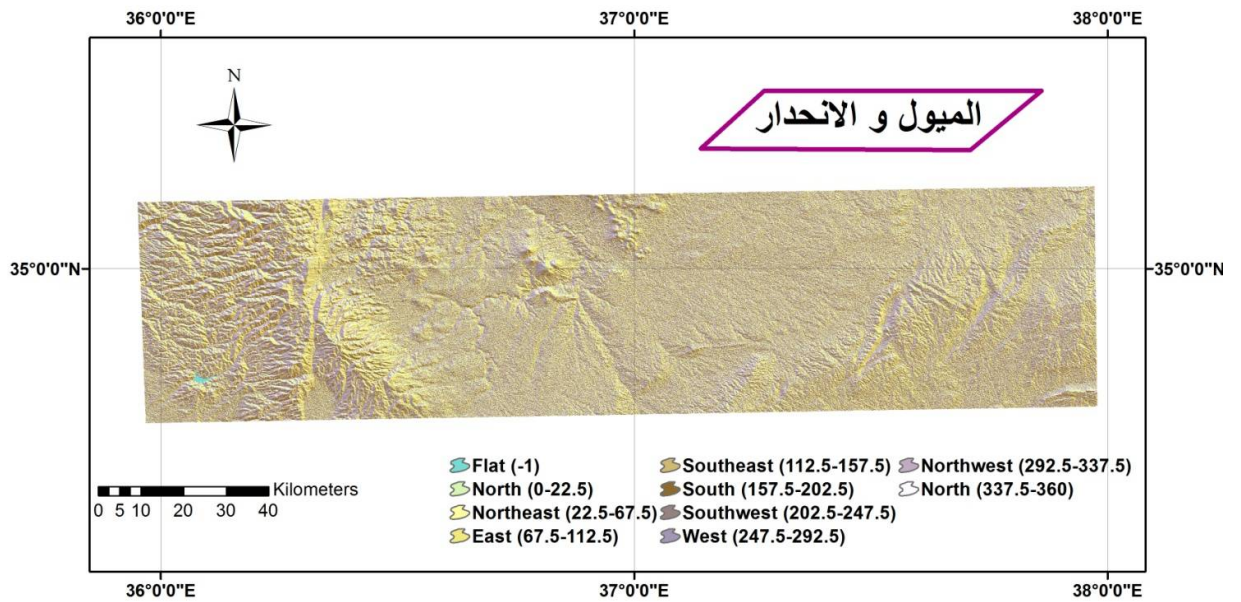
ويبين الشكل (5) خارطة الارتفاعات لمنطقة الدراسة التي تتراوح بين 100 وحتى 1200م عن سطح البحر، بينما يبين الشكل (6) خارطة خطوط التسوية لمنطقة الدراسة، كما يبين الشكل (7) خارطة الانحدار ضمن منطقة الدراسة، وكذلك الشكل (8) خارطة الظلال لمنطقة الدراسة.



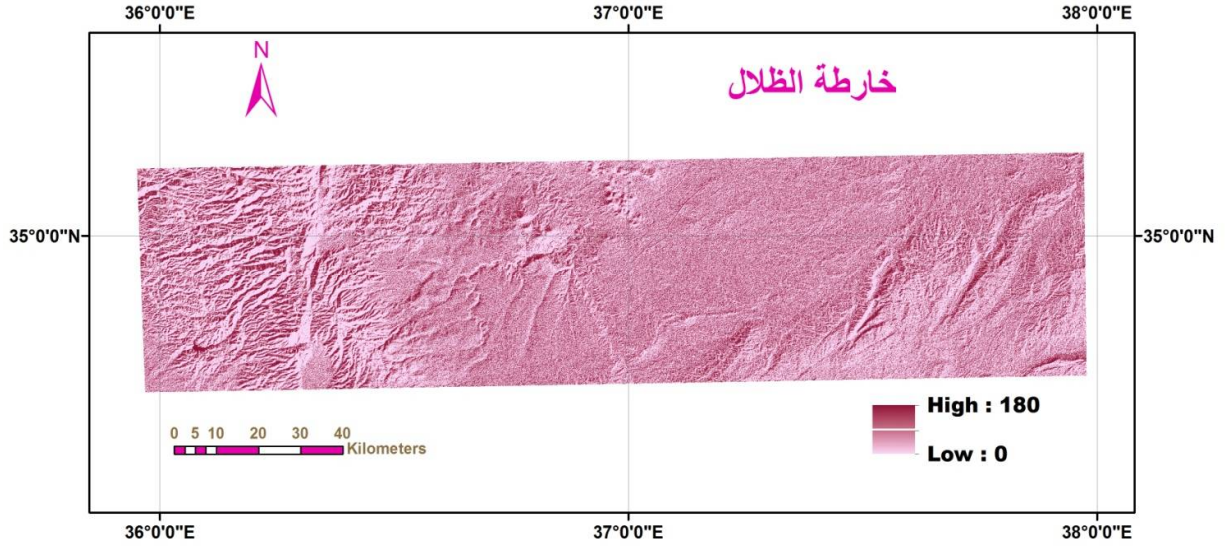
شكل (5) الارتفاعات في منطقة الدراسة



شكل (6) خطوط التسوية في منطقة الدراسة



شكل (7) الميول والانحدار في منطقة الدراسة



شكل (8) الظلال في منطقة الدراسة

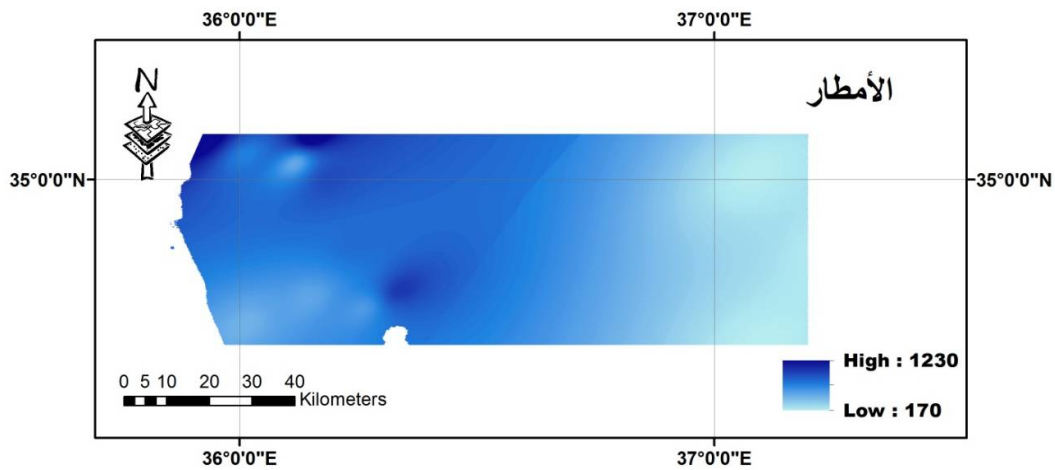
2-1-3- المناخ

يسود سورية من وجهة عامة المناخ الخاص بمنطقة البحر الأبيض المتوسط وهو يتصف بشتاء ممطر وصيف جاف يتخللهما فصلان انتقاليان قصيران.

يسيطر على منطقة الدراسة التابعة لمحافظة طرطوس مناخ البحر الأبيض المتوسط الذي يتميز باعتدال درجات الحرارة على مدار العام وأمطار غزيرة خلال فصل الشتاء ودرجة حرارة متوسطة مع ملاحظة فروق في درجات الحرارة (الضيعة، 1989).

أما منطقة الدراسة التابعة لمحافظة حماة فتتميز بمناخ متنوع متباين فهو معتدل في الجبال والسهول ودافئ في البوادي الشرقية من المحافظة وبشكل عام تتمتع المحافظة بمناخ قاري ويتناقص التساقط المطري فيها من الغرب إلى الشرق بالإضافة إلى تغيرات يومية كبيرة في درجة الحرارة.

أما منطقة الدراسة التابعة لمحافظة حمص فتتصف بمناخ متنوع ومتدرج من البارد جداً شتاءً وحتى الحار جداً صيفاً وتتأثر بشكل خاص بمناخ حوض البحر الأبيض المتوسط بسبب وجود فتحة حمص (بين سلسلة جبال لبنان الغربية وسلسلة الجبال الساحلية) مما يعرض المنطقة لرياح شديدة جداً، أما منطقة البادية فتتصف بأمطار قليلة خلال فصل الشتاء وبصيف حار وجاف (وزارة الزراعة، 2016)، يبين الشكل (9) معدل الأمطار لمنطقة الدراسة خلال موسم 2016 :



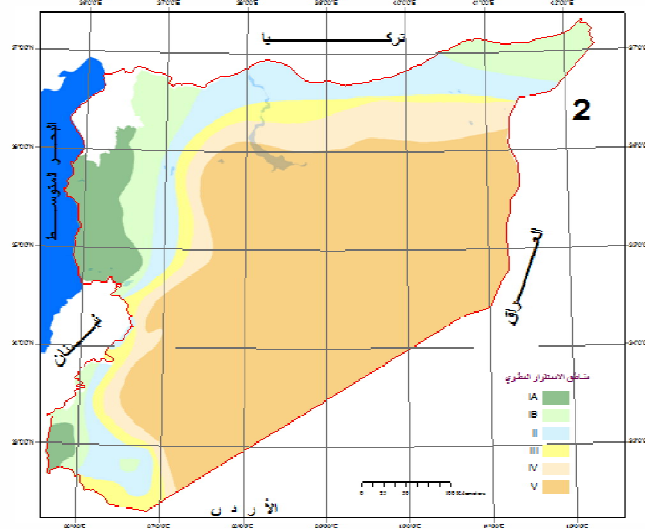
شكل(9) معدل الأمطار 2016

يتصف الجو في منطقة الدراسة التابعة لمحافظة حمص وحماة بارتفاع في معدل الرطوبة النسبية خلال فصل الشتاء وانخفاضها في فصل الصيف، أما بالنسبة لمنطقة الدراسة التابعة لمحافظة طرطوس فهي ذات رطوبة نسبية مرتفعة خلال فصل الصيف بسبب تأثير البحر، أما المناطق الصحراوية والنصف صحراوية فهي أقل المناطق رطوبة.

تشمل منطقة الدراسة كافة مناطق الاستقرار المطري، وبالاعتماد على معدلات الهطل المطرية السنوية تقسم أراضي الجمهورية العربية السورية إلى خمس مناطق استقرار زراعي (الشكل 10) :

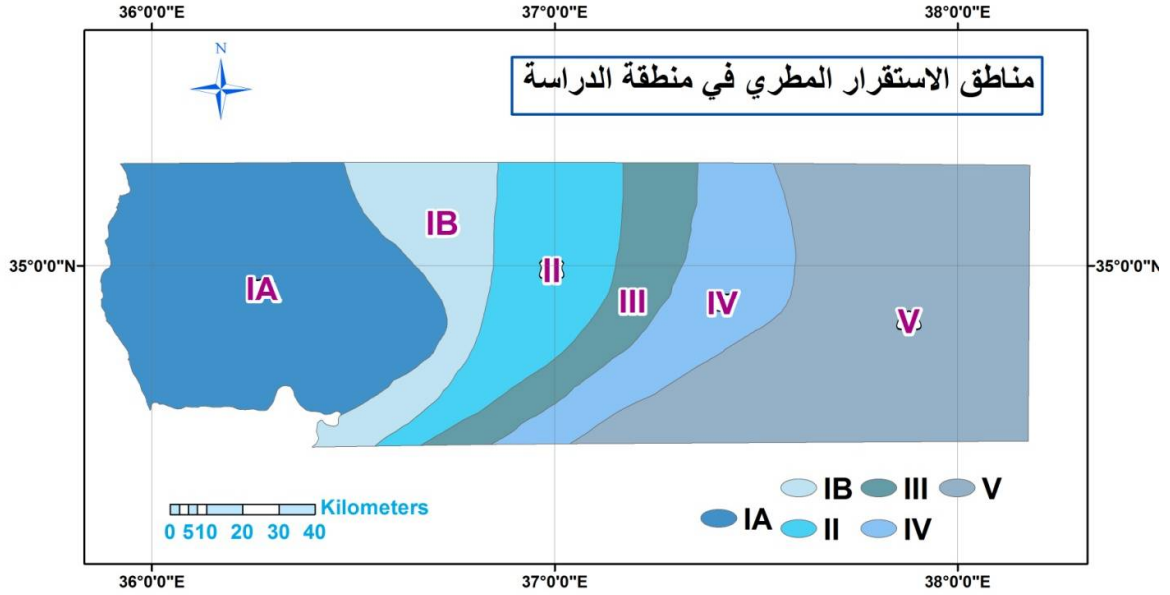
- I - منطقة الاستقرار الأولى: يزيد معدل الهطل السنوي فيها عن 350 مم ولا يقل عن 300 مم في ثلثي السنوات المرصودة، تشكل 14.6% من إجمالي المساحة الكلية وتبلغ مساحتها 27 ألف كم².
- II - منطقة الاستقرار الثانية: لا تتجاوز معدل أمطارها السنوية 350 مم/سنة ولا يقل عن 250 مم/سنة في ثلثي السنوات المرصودة. تشكل 13.2% من المساحة وتبلغ مساحتها 24.5 ألف كم².
- III - منطقة الاستقرار الثالثة: يزيد معدل أمطارها عن 250 مم/سنة ولا يقل عن ذلك في نصف السنوات المرصودة. تشكل 7.2% من إجمالي المساحة وتبلغ مساحتها 13.5 ألف كم².
- IV - منطقة الاستقرار الرابعة: يتراوح معدل أمطارها السنوية بين 250-200 مم/سنة ولا تقل عن 200 مم/سنة في نصف السنوات المرصودة وتشكل 10% من مساحة سورية وتبلغ مساحتها 18.5 ألف كم².

V - منطقة الاستقرار الخامسة (البادية): تعد منطقة الرعي الأساسية، وتقل معدلات الهطل عن 200 مم/سنة وتشكل 55% من مساحة سورية وتبلغ مساحتها 102 ألف كم² (www.moaar.gov.sy)



شكل (10) مناطق الاستقرار المطري في سورية (Ibrahim، 2012)

ويبين الشكل التالي (11) توزيع مناطق الاستقرار المطري على منطقة الدراسة



شكل (11) مناطق الاستقرار المطري في منطقة الدراسة

2-1-4- الأنهار والسدود

تقع منطقة الدراسة التابعة لمحافظة طرطوس هيدرولوجياً ضمن حوض الساحل، وتعتبر الهطلات المطرية المصدر الرئيسي للمياه السطحية في المحافظة، وتغذي هذه المياه الهائلة مسيلات مائية موسمية كثيرة، بالإضافة لتغذية المياه الجوفية التي تستمد الآبار والينابيع تغذيتها منها، كما يتواجد في المحافظة عدة أنهار تستعمل مياهها في ري المزروعات وأهمها: نهر الكبير الجنوبي - نهر بانياس الساحل - نهر الغمقة - نهر الأبرش، كما تنتشر السدود السطحية وأهمها: سد الشهيد باسل الأسد - سد الصوراني (حيدر، وآخرون، 2000).

أما في منطقة الدراسة التابعة لمحافظة حماه فيعتبر نهر العاصي النهر الرئيسي الوحيد فيها، ويوجد عدد من الأنهار الثانوية التي ترفد نهر العاصي، تتركز الغالبية العظمى من الينابيع عند السفوح

الشرقية للجبال الساحلية، والينابيع الدائمة في منطقة الغاب ومصيايف، أما في الأجزاء الشرقية حيث تقل كمية الهطل المطري فإن الينابيع الموسمية لا تتجبر سوى في فصل الشتاء وفي السنوات الغزيرة الأمطار، وتوجد بعض البحيرات التي تتركز في غرب الغاب وشرقه والتي تغذيها مياه الينابيع.

أما منطقة الدراسة التابعة لمحافظة حمص فتقع ضمن حوض العاصي، ويعتبر نهر العاصي ونبع التتور من أهم مصادر المياه في محافظة حمص، وتعتبر بحيرة قطينة من أكبر المسطحات المائية الطبيعية على نهر العاصي في محافظة حمص، وأهم السدود: سد قطينة - سد المزينة - سد تلدو.

2-1-5- الزراعة

تعتبر الزراعة في منطقة الدراسة التابعة لمحافظة طرطوس من الموارد الهامة ويتركز في السهل الساحلي كقرى سهل عكار، أو على المدرجات الجبلية، ولكنها تتميز بتفتت وصغر المساحات الزراعية، ولذلك يتم الاعتماد على زراعة الخضراوات المحمية بشكل كبير، تنتشر زراعة الخضار الحقلية صيفاً، ونظراً لملائمة المناخ تنتشر زراعة الزيتون كما في قرى بدادا - ضهر الدوير - النيجا - المقبلة والحمضيات على المدرجات الجبلية.

ومن أهم المحاصيل الصيفية: الفاصولياء الحب - التبغ - الفول السوداني - الذرة مكانس - البندورة - الفاصولياء الخضراء - اللوبياء الخضراء - القرع - اليقطين - الباذنجان - الخيار و لقتاء - لثوم الجاف - البامياء - الكوسا - البصل الجاف - الفليفلة.

وأهم المحاصيل الشتوية: البازلاء الخضراء - الفول الأخضر - الملفوف - لقرنبيط - السلق - البصل الأخضر - الخس.

وأهم الأشجار المثمرة: زيتون - عنب - تين - مشمش - جوز - تفاح - إجاز - خوخ - جانرك - رمان - كرز - دراق - لوز - سفرجل - ليمون - برتقال - حمضيات أخرى - أكيدنيا - نخيل (عبد الكريم، وآخرون).

أما منطقة الدراسة التابعة لمحافظة حماة فتتميز بالزراعات المتنوعة ومن أهمها المحاصيل الحقلية (شتوية كانت أم صيفية) كما في منطقة السلمية والأشجار المثمرة التي تعتمد على مياه الأمطار كالتفاح في منطقة برشين ، بالإضافة إلى الزراعات الرعوية التي هي أساس الثروة الحيوانية. وفيما يلي أهم المحاصيل المنتجة في المحافظة:

المحاصيل الصيفية: ذرة بيضاء - القطن - الفاصولياء الحب - التبغ - الشوندر السكري - فول سوداني - البندورة - بطيخ أحمر - البطاطا - الفاصولياء الخضراء - اللوبياء الخضراء - القرع واليقطين - الباذنجان - خيار وقثاء - الثوم الجاف - البامياء - الكوسا - البصل الجاف و الفليفلة. المحاصيل الشتوية: القمح القاسي - الشعير - العدس - الحمص - الفول الحب - الجلبانة الحب - البقية الحب - الكرسة الحب - الكمون - اليانسون - الفول الأخضر - الملفوف - القرنبيط - السلق - البصل الأخضر - الخس.

أهم الأشجار المثمرة: زيتون - عنب - تين - جوز - تفاح - إجاز - خوخ - جانرك - رمان - لوز - دراق - فستق حليبي - أكيدنيا.

أما الزراعة في منطقة الدراسة التابعة لمحافظة حمص فهي تقليدية تتمثل بزراعة الخضراوات والحبوب والمحاصيل والأشجار المثمرة كأشجار اللوز في منطقة المخرم بالإضافة إلى الزراعات الرعوية التي هي أساس الثروة الحيوانية.

وفيما يلي أهم المحاصيل المنتجة في المحافظة:

أهم المحاصيل الصيفية: ذرة صفراء - ذرة بيضاء - الفاصولياء الحب- التبغ - شوندر سكري - فول سوداني - الفصة الرعوية - الذرة الرعوية- البندورة - بطيخ أحمر - بطيخ أصفر-بطاطا - فاصولياء خضراء - لوبياء خضراء - قرع و يقطين-الباذنجان - خيار وقثاء - الثوم الجاف- البامياء - الكوسا - البصل الجاف- الفليفلة - فول الصويا.

أهم المحاصيل الشتوية: القمح - القمح القاسي-الشعير-الحمص - فول حب - جلبانة حب - بيقية حب - كرسنة حب-الكمون - البيقية الرعوية-اليانسون - البازلاء الخضراء - الفول الأخضر- الملفوف- القرنبيط- السلق - البصل الأخضر- الخس.

أهم الأشجار المثمرة: زيتون - عنب- تين- مشمش- جوز- تفاح- خوخ- جانرك- رمان-كرز- لوز- دراق-ليمون - أكيدنيا- نخيل (وزارة الزراعة، 2016) .

2-1-6- الغطاء الحراجي

يرتبط التنوع البيئي للغابات الطبيعية في منطقة الدراسة بالخصائص المناخية والأرضية للمناطق التي تنتشر فيها والارتفاع عن سطح البحر واتجاه السفوح وطرق الاستثمار ودرجة تدهور الغابة.

تنتشر غابات الصنوبر في الطوابق الرطبة وشبه الرطبة وشبه الجافة بأشكالها الحرارية المختلفة و تصادف على الترب الكلسية الناشئة عن المارن والكلس المارني وعلى الترب المغنيزية الناشئة عن الصخور الخضراء وعلى الترب الناشئة عن التيراروسا وعن البازلت كالغابات المنتشرة في بانياس وبعزرائيل وكفرام.

أما غابات السنديان العادي فتصادف في الطوابق الرطبة وشبه الرطبة وشبه الجافة والجافة العلوية بأشكالها الحرارية المختلفة كما في مصيف والطريز وبيت عتق، وتتركز غابات السنديان شبه العذري في الطوابق الرطبة وشبه الرطبة كما في ظهر القصير، وتتصف بنفس المرونة البيئية الأرضية لغابات الصنوبر.

أما الغابات المرتبطة بترب محددة الخصائص فهي نادرة، ومثال عليها غابة الكستناء التي تصادف على ترب خالية من كربونات الكالسيوم ناشئة عن البازلت. (FAO، 2000)

2-2-مواد وطرائق الدراسة

2-2-1-مواد الدراسة:

شملت الدراسة كل من البيانات الفضائية وبيانات رطوبة التربة والبيانات المطرية وبيانات التوصيف الحقلية والنظم والبرمجيات المستخدمة.

2-2-1-البيانات الفضائية

وتتضمن الصور الفضائية (MODIS) التي تم تحميلها من موقع NASA مجاناً للمنتجين :

- MOD13Q1 للحصول على الدليل النباتي NDVI.
- MOD11A2 للحصول على درجة حرارة سطح التربة LST.

2-2-1-بيانات رطوبة التربة

تم جمع عينات تربة لتحليل رطوبة التربة بالطريقة الوزنية من الـ 10 سم العليا من التربة (تم اختيار الـ 10 سم العليا لتكون مطابقة للقياسات الفضائية لأن قدرة اختراق الأشعة الفضائية تصل لـ 10 سم العليا من التربة) بشكل دوري ومتتابع بعد الهطل المطري بـ 3 أيام من عدة قرى تابعة لمنطقة الدراسة في الفترات (1-15 كانون الثاني / 16-31 كانون الثاني / 1-15 شباط / 16-28 شباط / 1-15 آذار / 16-31 آذار / 1-15 نيسان / 16-30 نيسان) وتم التحليل المخبري في مخابر كلية الزراعة ومخابر الهيئة العامة للبحوث العلمية الزراعية حيث بلغ عدد العينات المأخوذة (125) عينة موزعة على المناطق التالية: مركز البحوث الزراعية في السلمية - مركز البحوث الزراعية في الغاب

- مركز البحوث الزراعية في حماة - محطة الشيخ بدر - محطة بيت كمونة - محطة صافيتا - محطة زاهد.

2-1-3-2- البيانات المطرية

تتمثل البيانات المناخية بالهطل المطري اليومي المسجل في محطات مناخية ضمن منطقة الدراسة، وهي :

- « جباب القمصية- طرطوس.
- « القدموس- طرطوس.
- « سد الصوراني- طرطوس.
- « مشتي الحلو - طرطوس.
- « زاهد - طرطوس.
- « سد الأبرش - طرطوس.
- « تلكلخ- حمص.
- « سد المزينة - حمص.
- « وادي العيون - حماة.
- « السلمية - حماة.

يبين الجدول (3) كمية الهطل المطري في تلك المحطات المناخية خلال موسم 2016 :

جدول (3) كمية الهطل المطري في المحطات المناخية لموسم 2016

السلمية	وادي العيون	سد المزينة	تلكلخ	سد الأبرش	زاهد	مشتي الحلو	سد الصوراني	القدموس	جباب القمصية	
64.1	339.9	344.6	219.5	202.3	180.5	280	310.4	354.5	333.6	كانون الثاني
23	104.5	110.2	76.5	77.2	51.5	114	83	92	71.3	شباط

38.6	265	224.5	114	107.4	103.5	220	153.5	234.5	132.5	آذار
37.8	50	25	33	33.5	31	60	25.5	25.5	31.7	نيسان
9.5	60	65	60	33.5	33	70	108.2	159.5	44.9	أيار

2-2-1-4- بيانات التوصيف الحقلّي لاستعمالات الأراضي

وصف الغطاء النباتي في منطقة الدراسة اعتماداً على استمارات وضعت لهذا الغرض، وتضم

الاستمارة البيانات التالية: التاريخ - رمز الحقل - القرية - المحافظة - المنطقة - منطقة الاستقرار -

الإحداثيات - طبيعة المنطقة - معلومات عن الغطاء النباتي (طبيعي أو محصولي - اسم النوع -

طور النمو - النباتات المرافقة - نسبة التغطية - الارتفاع - المساحة) وفق النموذج التالي :

جدول (4) استمارة التوصيف النباتي

	القرية		رمز الحقل		التاريخ
	منطقة الاستقرار		المنطقة		المحافظة
	Z	E		N	الإحداثيات
	تلال	سهلية		جبلية	طبيعة المنطقة
الغطاء النباتي					
	شجيري	شجري		رعوي	طبيعي
		صيفي		شتوي	الزراعي
	شجيري	حولي		شجري	
					اسم النوع
					طور النمو :

				النباتات المرافقة
	المساحة		الارتفاع	نسبة التغطية
				ملاحظات

2-2-1-5- النظم والبرمجيات المستخدمة

استعمل عدد من النظم والبرامج الحاسوبية في الدراسة:

1-نظام المعلومات الجغرافية Geographic Information System (GIS):

استعمل برنامج Arc gis 10.2 كنظام معلومات جغرافية مكتبي مزود بواجهة رسومية سهلة الاستعمال، تسمح بتحميل البيانات المكانية (Spatial) والجدولية (Tabular)، مما يسمح بتحليل وعرض المعطيات والنتائج كخرائط وجداول ومخططات بيانية (جمعة ، 2015).

2-برنامج ERDAS Imagine2014:

استعمل برنامج ERDAS Imagine المتخصص في تحليل ومعالجة الصور الفضائية.

3- برنامج Excel :

استعمل برنامج Excel تحت نظام بيئة Windows لتحويل وتحليل البيانات الطيفية، وإجراء بعض العمليات الإحصائية مع رسم الأشكال البيانية وإخراج النتائج.

4- جهاز / تحديد الموقع (GPS) GLOBAL POSITIONING SYSTEM (GARMIN):

حددت الإحداثيات الجغرافية لنقاط الدراسة باستخدام جهاز تحديد الموقع الشامل (GPS) نوع etrex Garmin لتوقيعها على الصورة الفضائية.

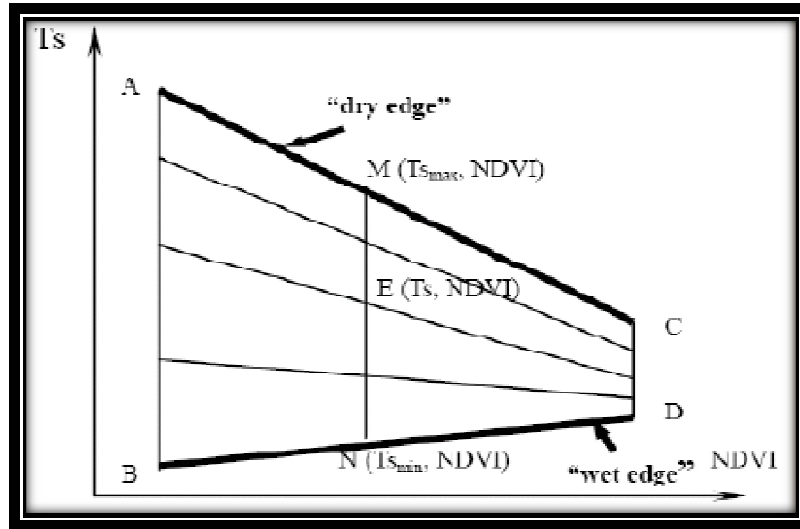
2-2-2-2- منهجية الدراسة :

2-2-2-2-1- الأساس العلمي لتقدير رطوبة التربة اسشعارياً (طريقة المثلث)

تعتمد هذا الدراسة على طريقة المثلث في علاقة كمية المياه في التربة واقتنائها مع تفاعلات سطح التربة لتحديد رطوبة التربة، حيث يعتبر كل من الدليل النباتي NDVI ودرجة حرارة سطح التربة LST مؤشرات مؤكدة للغطاء النباتي والحرارة الكامنة لسطح التربة التي تؤدي العلاقة بينهما للحصول على كمية رطوبة التربة.

حيث تسمى الطريقة المستعملة لرسم خرائط رطوبة التربة بالاعتماد على قيم NDVI و LST بطريقة المثلث، فعند وجود عدد كبير وكافي من البكسلات - وعند إزالة الغيوم والمياه والقيم المتطرفة من الصور الفضائية، فإن قيم البكسلات في القطع المتشكلة بين NDVI و LST تأخذ شكل المثلث (Mekonnen، 2009).

يمثل الشكل (12) الوصف التخطيطي لرطوبة التربة باستعمال طريقة المثلث:



شكل(12) طريقة المثلث لتقدير رطوبة التربة

حيث:

B-A : يشير إلى NDVI منخفض ينتج عن درجة حرارة سطحية مرتفعة.

D-C : يشير إلى NDVI مرتفع ينتج عن درجة حرارة سطحية منخفضة.

C-A : يرسم لتعريف الحافة الجافة التي تملك كمية مياه محددة في مساحة محددة.

D-B : يعرف الحافة الرطبة التي تدل على كمية مياه غير محددة (Samarakoon, I و polpanich, O ، 2009).

ويمكن ملاحظة ثلاث خصائص عند تشكيل مثلث رطوبة التربة:

الأولى: الاختلاف في القيم من الجانب الأيمن للأيسر للمثلث.

الثانية: اتجاه الميل لليسار لهذا السبب تقل حرارة السطح كما تزيد NDVI، تظهر هذه العلاقة السلبية النباتات المعرضة للشمس بحيث تكون ملونة أكثر من التربة العادية.

الثالثة: وهي الأكثر أهمية في ذروة المثلث حيث قيمة NDVI هي الأعلى بينما القيمة المقابلة لحرارة السطح هي الأقل .

يعكس العدد الكبير من البكسلات نطاق واسع لرطوبة سطح التربة والحدود العليا والدنيا لها وأجزاء الغطاء النباتي وهكذا فإن القضية الأساسية لطريقة المثلث هي بحساب الحافة الجافة والحافة الرطبة، تم في بعض الأبحاث السابقة حساب الحافة الجافة فقط بينما اعتبرت الحافة الرطبة كخط أفقي، لكن في الواقع الحافة الرطبة يمكن أن تكون ذات انحراف قليل (Mekonnen، 2009).

إذ يتم تنفيذ طريقة المثلث وفق الخطوات التالية:

- الحصول على قيم NDVI من صور MODIS.
- الحصول على قيم LST من صور MODIS.

- تشكيل الجدول الذي يحتوي LST و NDVI في أعمدة إحصائية - من هذا التقاطع لقيم البكسلات-، وبعدها يتم رسم الشكل البياني الناتج عن هذين المتغيرين كخط بياني.
- رسم الخط البياني ل NDVI و LST بتقاطع قيم بكسلات NDVI المستخرجة من الصورة الفضائية مع قيم LST المماثلة لها والمستخرجة لكل صورة أيضاً .
- يتم تحديد قيم $NDVI_{max}$ و $NDVI_{min}$ و LST_{max} و LST_{min} من الشكل البياني الذي تم الحصول عليه، حيث $NDVI_{min}$ هي القيمة للبكسلات التي تماثل التربة العارية بينما $NDVI_{max}$ هي القيمة للبكسلات المغطاة بالغطاء النباتي، وبالنسبة ل LST العكس هو الصحيح (أي LST_{max} هي للتربة العارية و LST_{min} للغطاء النباتي).
- البكسلات الأقرب للحافة الجافة هي نسبياً الأكثر جفافاً بينما الأقرب للحافة الرطبة هي الأكثر رطوبة، وبالتالي فإن وضع البكسل ضمن المثلث يحدد حالته الرطوبة.

$$\bullet \text{ تطبيق المعادلة } SWI = \frac{LST_{max} - LST_i}{LST_{max} - LST_{min}}$$

LST_{max} و LST_{min} : درجة حرارة سطح التربة العظمى والدنيا المحددة من NDVI

LST_i : درجة الحرارة السطحية LST للبكسل i

$$LST_{max} = a(NDVI) + b$$

$$LST_{min} = c(NDVI) + d$$

a ، b ، c ، d : ثوابت المعادلات الخطية التي يمكن الحصول عليها عن طريق الانحدار الخطي لكل

من الحافتين الجافة والرطبة.

2-2-2-2- منهجية الدراسة

نفذت الدراسة وفق المخطط المنهجي المنضد في الشكل (13)، الذي يبين آلية تدفق البيانات وعمليات التحليل والمعالجة لدراسة تقدير رطوبة التربة من بيانات الصور الفضائية بطريقة المثلث، وعلاقتها بالغطاء النباتي والهطل المطري.

1- الصور الفضائية:

أولاً- تجهيز الصور الفضائية:

تم تجهيز الصور الفضائية بعدة خطوات تتوضح في الشكل (14) وفق ما يلي:

تنزيل الصور الفضائية مجاناً من موقعي (NASA LAADS DAAC) وموقع Earth Explorer من منتجات MODIS للأعوام 2014 – 2015 – 2016 للمنتجين:

- MOD13Q1 للحصول على الدليل النباتي NDVI.

- MOD11A2 للحصول على درجة حرارة سطح التربة LST.

- تحويل الصورة من صيغة hdf إلى img.

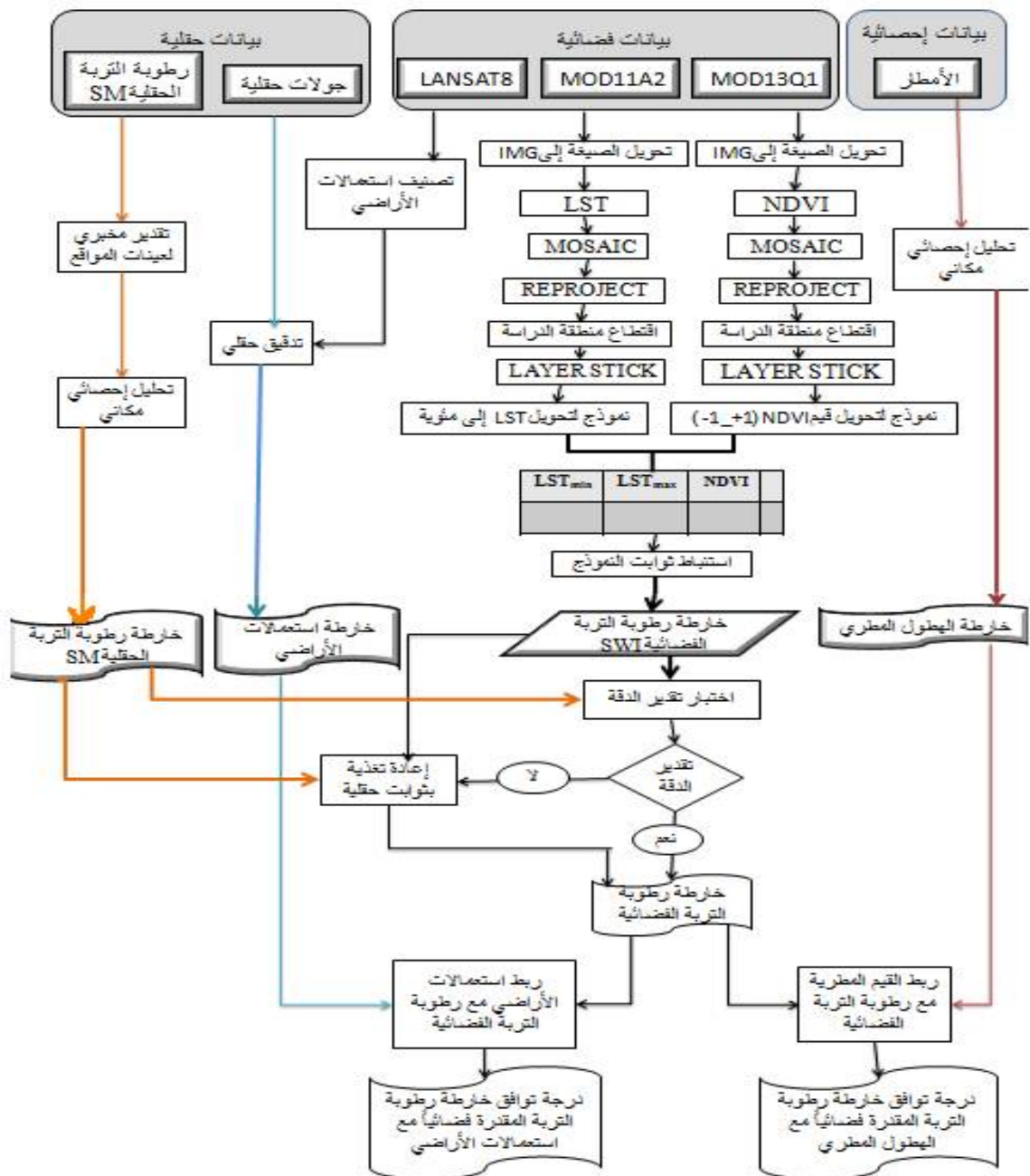
- اقتطاع المنتجات للطبقة المستهدفة:

- الطبقة الأولى من منتج MOD13Q1 والتي تحتوي قيم الدليل النباتي NDVI

(MODIS 250m 16 Days NDVI)

- الطبقة الثانية من منتج MOD11A2 والتي تحتوي على قيم درجة الحرارة LST

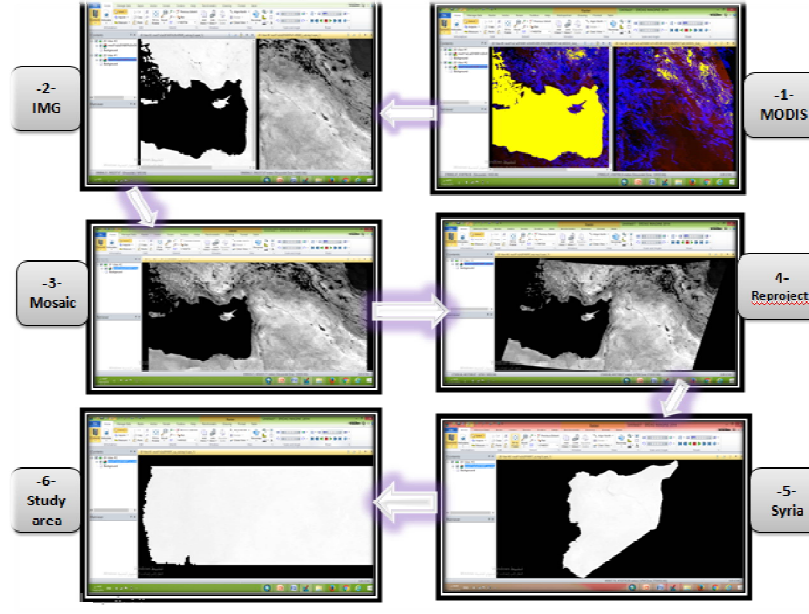
(MODIS LST Day 1km)



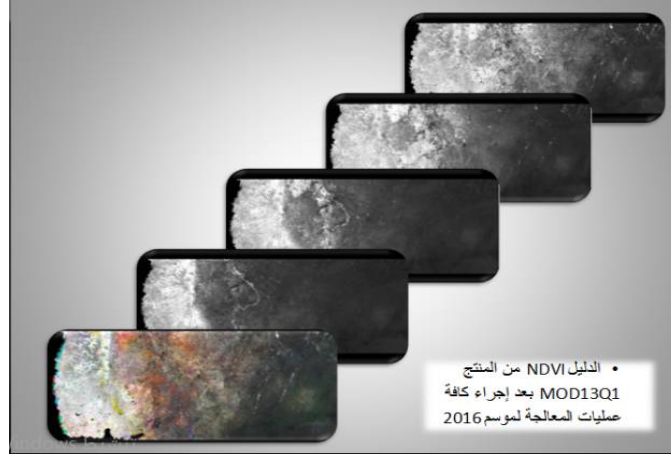
شكل (13) المخطط المنهجي لدراسة تقدير رطوبة التربة من بيانات الصور الفضائية بطريقة المثلث، وعلاقتها

بالغطاء النباتي والهطل المطري

- إجراء عملية موزاييك (Mosaic) للصورتين في صورة واحدة، حيث تتوزع سورية وبالتالي منطقة الدراسة على صورتين فضائيتين من نوع MODIS.
- إجراء تصحيح طبوغرافي للصورة Reproject وفقاً للمرجعية North UTM WGS84 (نظام العرض ميركاتور العالمي / المسح الجيوديزي العالمي 1984) ولنظام الإسقاط UTM Zone 37 (Range 36E – 42E).
- إجراء قص للصورة الفضائية وفق الحدود الإدارية للجمهورية العربية السورية ثم وفق حدود منطقة الدراسة من الصورة.
- تجميع الصور الناتجة (Layer stick) لمنطقة الدراسة في صورة واحدة لكل موسم لكل من NDVI (الشكل 15)، و LST (الشكل 16) حيث بلغت 12 صورة لموسم الدراسة خلال فترة فاصلة 15 يوم لكل منهما.



شكل (14) تجهيز الصور الفضائية لمنطقة الدراسة



شكل (15) الدليل النباتي NDVI من المنتج MOD13Q1

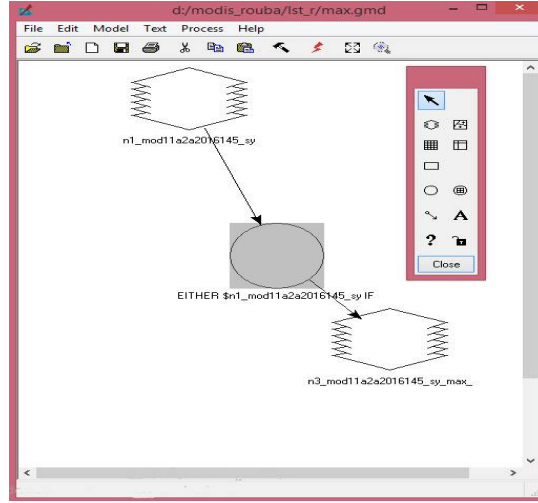


شكل (16) الدليل LST من المنتج MOD11A2

ثانياً- ضبط الأدلة الطيفية:

تم في هذه المرحلة:

- تصميم نموذج لتحويل قيم درجة الحرارة من كلفن إلى درجة مئوية ونموذج آخر لتحويل قيم الدليل النباتي NDVI إلى قيم من -1 إلى +1.
- تصميم نموذج آخر لإيجاد قيم درجة الحرارة الأعلى والأدنى لكل طبقة من الصورة النهائية، حيث يبين (الشكل 17) هيكلية نموذج تحويل درجات الحرارة في الصورة الفضائية مقدرة بدرجة مئوية.



شكل (17) نموذج استخراج درجات الحرارة لبيانات الصورة الفضائية

ثالثاً- استنباط ثوابت المثلث:

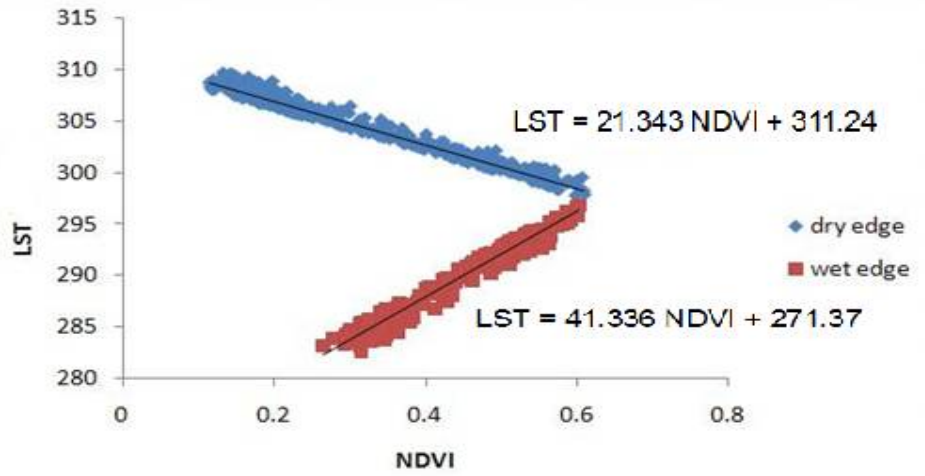
استخرجت الثوابت وفق الخطوات التالية:

1. تحديد درجة الحرارة العظمى وفق إحداثياتها الجغرافية في منطقة الدراسة.
2. تحديد قيم الدليل النباتي وفق الإحداثيات الجغرافية لمواقع درجات الحرارة العظمى.
3. تحديد درجة الحرارة الصغرى وفق إحداثياتها الجغرافية في منطقة الدراسة.
4. تحديد قيم الدليل النباتي وفق الإحداثيات الجغرافية لمواقع درجات الحرارة الصغرى.
5. رسم المخطط البياني لدرجات الحرارة مقابل الدليل النباتي.
6. استخراج ثوابت المعادلات الخطية لدرجة الحرارة العظمى بدلالة الدليل النباتي NDVI، وكذلك لدرجة الحرارة الصغرى وفق المعادلتين:

$$LST_{max} = a(NDVI) + b$$

$$LST_{min} = c(NDVI) + d$$

حيث يتم تحديد الثوابت الرياضية a, b, c, d لشكل المثلث الناتج، كما يوضحه الشكل (18).



شكل (18) المخطط البياني لاستخراج ثوابت المعادلات باستخدام طريقة المثلث

رابعاً- تطبيق معادلة حساب رطوبة التربة:

يتم تطبيق المعادلة $SWI = \frac{LST_{max} - LST_i}{LST_{max} - LST_{min}}$ وفق نموذج رياضي للحصول على صور

تحدد قيم رطوبة التربة من بيانات LST و NDVI لكل 15 يوم (Keshavarza وآخرون ، 2014)

حيث:

i : عدد البكسلات

LST_i : درجة الحرارة السطحية LST للبكسل i

LST_{max} و LST_{min} : القيم العليا و الصغرى لدرجة الحرارة السطحية LST الملاحظة.

كما تم الاعتماد على المقياس العالمي لقيم تصنيف رطوبة التربة (الشكل 19) (Keshavarza

وآخرون ، 2014)، وتراوحت قيم دليل الرطوبة (SWI) في منطقة الدراسة بين (-2) و (+3) حيث

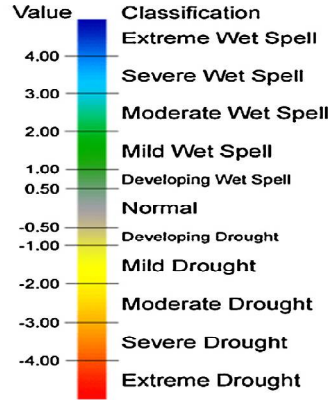
تدل قيمة (+3) على التربة المشبعة (رطوبة التربة الحقلية 100%) بينما تدل القيمة (-2) على التربة الجافة (رطوبة التربة الحقلية 0%).

ولتحويل قيم رطوبة التربة الفضائية SWI إلى قيم حقلية SM يتم تطبيق المعادلة التالية

$$SM = 20 SWI + 40$$

ملاحظة : الأدلة المستنبطة من الصور الفضائية تكون بلا واحدة كالدليل النباتي NDVI ودليل

رطوبة سطح التربة SWI



شكل (19) المقياس العالمي لدرجات تصنيف رطوبة التربة

حيث severe wet spell : رطوبة شديدة

moderate wet spell : رطوبة معتدلة

mild wet spell : رطوبة خفيفة

developing wet spell : بداية الرطوبة

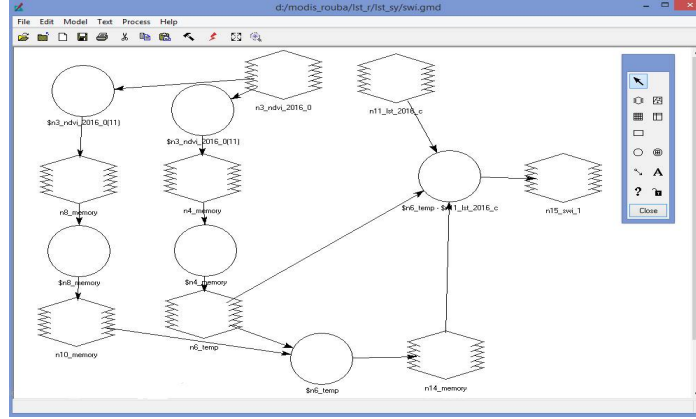
developing drought : بداية الجفاف

mild drought : جفاف خفيف

moderate drought : جفاف معتدل

خامساً- رسم خرائط رطوبة التربة من الصور الفضائية:

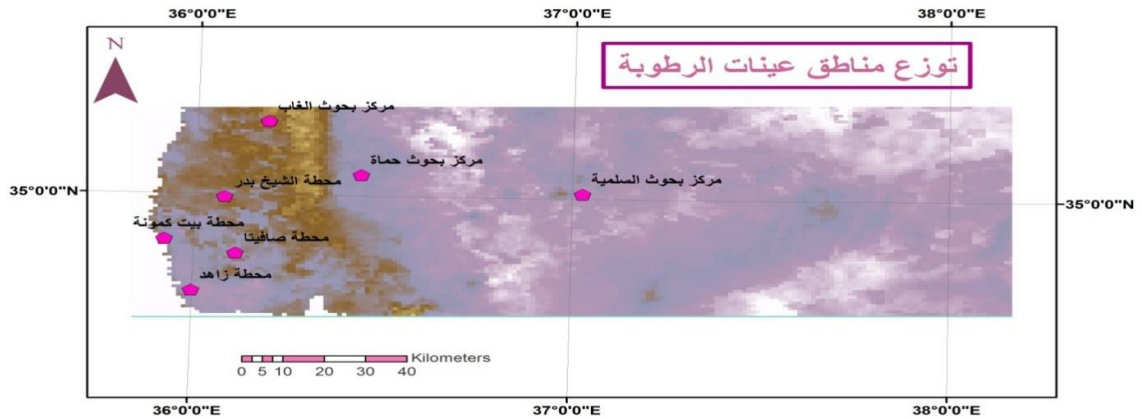
رسمت خرائط قيم رطوبة التربة من بيانات الصور الفضائية المتواترة باستعمال النموذج المصمم بناء على المعادلات السابقة والتي تم نمذجتها ببرنامج ERDAS (الشكل 20).



شكل (20) هيكلية نموذج تقدير رطوبة التربة

2- الرطوبة الحقلية:

تم توزيع عينات تحليل رطوبة التربة لتشمل منطقة الدراسة مع التركيز على توزيعها حسب مناطق الاستقرار قدر الإمكان، حيث يبين الشكل (21) خارطة توزيع مناطق أخذ عينات التربة.



شكل (21) مناطق أخذ عينات رطوبة التربة

حسبت قيم رطوبة التربة الحقلية بعد الهطل المطري ب 3 أيام بالطريقة الوزنية ومن ثم تم حساب المتوسط لكل فترة من فترات الدراسة (كل 15 يوم) بعد ذلك حسب المتوسط والانحراف القياسي لجميع قيم رطوبة التربة الحقلية خلال كافة فترات موسم الدراسة (الجدول 5)

جدول(5) نتائج تحاليل رطوبة التربة الحقلية

م.ب. السلمية	م.ب. الغاب	م.ب. حماة	م.ب. الشيخ بدر	م.ب. بيت كمونة	م.ب. صافيتا	م.ب. زاهد	
0.1581	0.2448	0.2167	0.2340	0.2226	0.2759	0.2067	متوسط قيم رطوبة التربة الحقلية (غ ماء / غ تربة)
0.0822	0.0804	0.1135	0.0982	0.0798	0.1251	0.0722	الانحراف القياسي لقيم رطوبة التربة الحقلية

حيث م.ب : مركز بحوث علمية زراعية

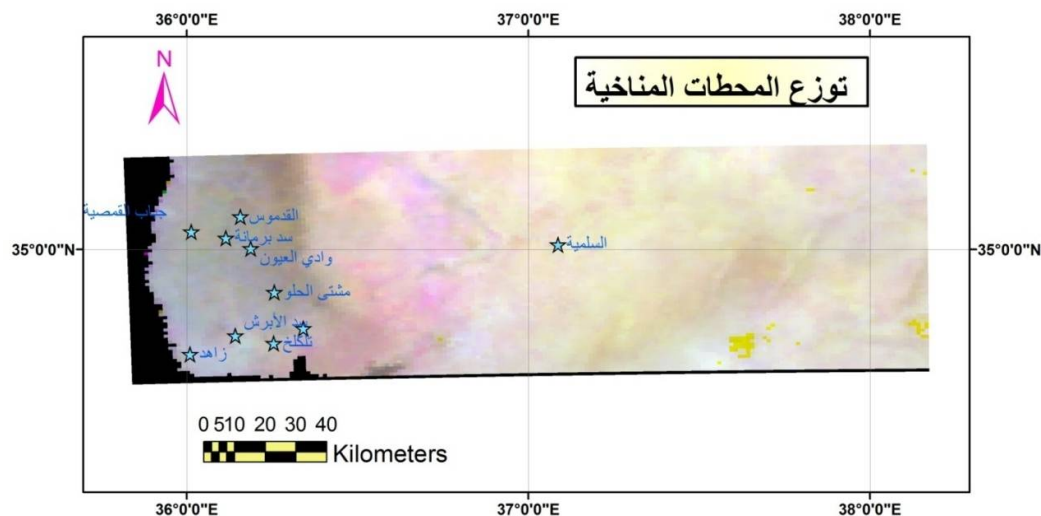
مح: محطة بحوث علمية زراعية

3- الهطلات المطرية:

تم تحليل الهطلات المطرية في المحطات المناخية ضمن منطقة الدراسة موسم 2016 لإنتاج خرائط

الهطل المطري كل 15 يوم باستعمال برنامج Arc GIS وبتقنية التحليل المكاني (Spatial Analyst).

حيث يبين الشكل (22) توزع تلك المحطات المناخية ضمن منطقة الدراسة



شكل (22) توزيع المحطات المناخية

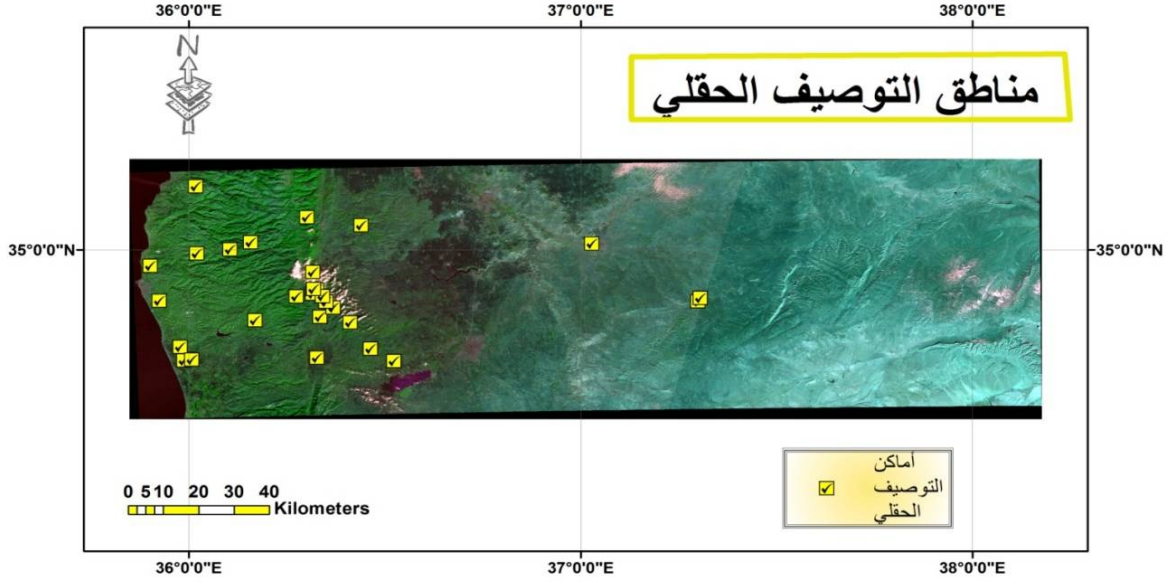
4- الغطاء النباتي واستعمالات الأراضي:

أولاً- التوصيف المحلي:

تم توصيف 42 موقع ضمن المحافظات الثلاثة التابعة لمنطقة الدراسة من خلال الجولات الحقلية وفق استمارة التوصيف المعدة سابقاً (الجدول 6)، حيث يبين الشكل (23) الإحداثيات الجغرافية لتلك المواقع.

جدول (6) عدد وأسماء قرى مواقع التوصيف

المحافظة	عدد المواقع	أسماء القرى
طرطوس	19	الطريرز - بدادا - الجماسة - زاهد - ضهر الدوير - بعزرائيل - نيجا - المقبلية - بيت كمونة - الحميدية - باننياس.
حمص	14	شين - المرانة - كفرام - ضهر القصير - الجويخات - المشيرفة - تللكخ - المسعودية.
حماة	9	برشين - بيت عتق - عين حلاقيم - حيالين - مركز حماة - السلمية.



شكل (23) مواقع التوصيف

ثانياً- إعداد خارطة استعمالات الأراضي:

تم العمل وفق المراحل التالية:

1. تجهيز صور (Landsat 8).
2. اعتماد نقاط التوصيف المحلي في التصنيف.
3. إجراء تصنيف مراقب (Supervised) باستعمال تقنية (maximum likelihood).
4. استخراج النمط الطيفي لعدد من أنواع الغطاء النباتي.
5. اعتماد الفئات التالية في التصنيف بناء على نظام استعمالات الأراضي landuse:

- الأراضي العمرانية.
- الأراضي الزراعية.
- أراضي غابات وحراج.
- مراعي.

▪ الأراضي الجرداء.

▪ مسطحات مائية.

▪ أراضي ذات استخدامات أخرى.

5- اختبار الدقة (نسبة الخطأ الفضائي إلى الحقل):

تم اختبار دقة بيانات رطوبة التربة من الصور الفضائية مقارنة برطوبة التربة الحقلية المقاسة وفق

المعادلة التالي :

n : عدد العينات.

X_i : الرطوبة الحقلية.

X_y : الرطوبة من الصور الفضائية. (varzaKesha وآخرون ، 2014)

6- إعادة تغذية النماذج الفضائية بثوابت حقلية:

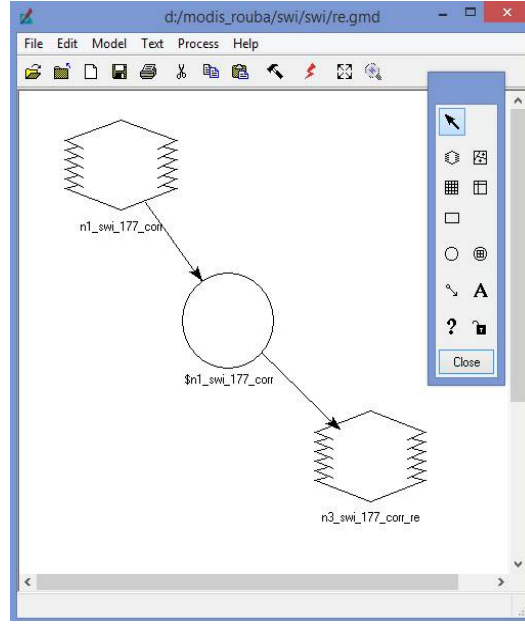
اعتماداً على قيم اختبار الدقة، فقد تم تمييز حالتين لنماذج تقدير رطوبة التربة من الصور الفضائية:

• نماذج تقديرية ذات دقة عالية: عندئذ، يمكن اعتماد النماذج الفضائية من الصورة لتقدير

رطوبة التربة بوثوقية عالية دون العودة إلى إعادة تغذية ببيانات حقلية.

• نماذج تقديرية ذات دقة منخفضة: عندئذ، يجب إعادة تغذية النماذج الفضائية بثوابت

حقلية لرفع دقة تقدير رطوبة التربة من بيانات الصور الفضائية (كما في الشكل 24).



شكل (24) نموذج إعادة نمذجة تقدير رطوبة التربة من الصور الفضائية بثوابت حقلية

الفصل الثالث:

النتائج والمناقشة

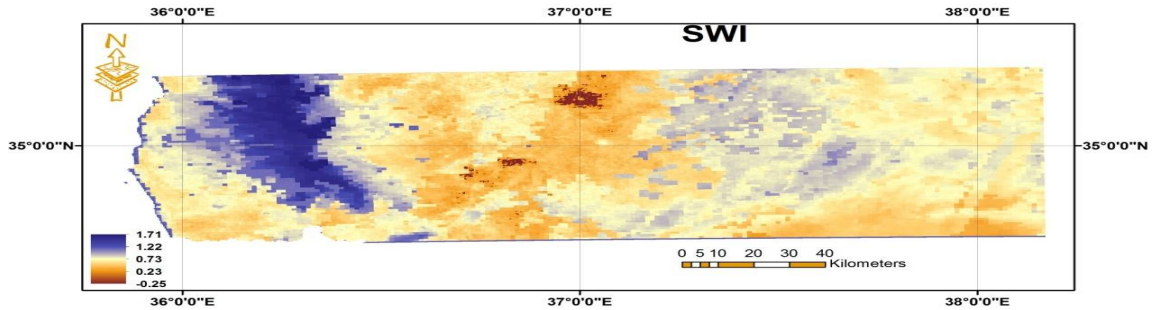
الفصل الثالث

النتائج والمناقشة

إن تطبيق المنهجية المقترحة في هذا الدراسة لدراسة رطوبة التربة من بيانات الصور الفضائية وعلاقتها بالغطاء النباتي والرطوبة الحقلية في منطقة الدراسة خلال موسم 2016 يقرر النتائج التالية

1-3 - تقدير رطوبة التربة فضائياً

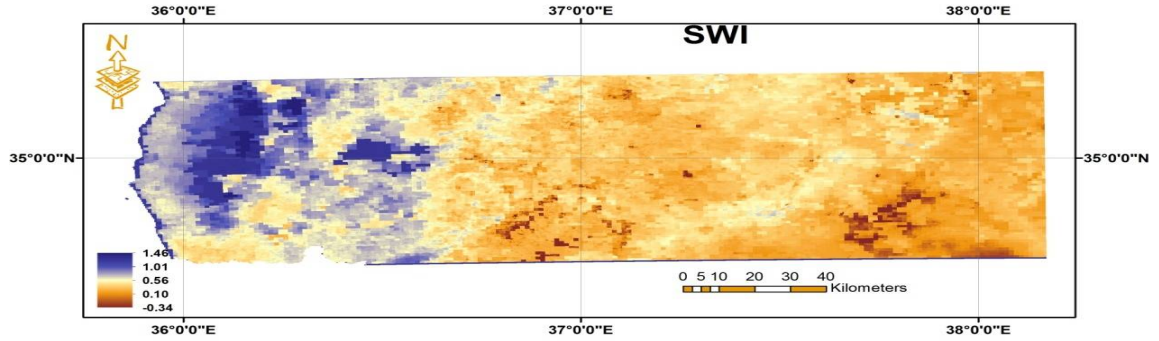
تم تطبيق المنهجية المذكورة سابقاً للحصول على رطوبة التربة من صور الأقمار الصناعية، حيث حلت مؤشرات الرطوبة لعام 2016 ، حيث تبين الأشكال (25-26-27-28-29-30-31-32-33-34-35-36) قيم رطوبة التربة المكانية في منطقة الدراسة خلال الفترات (1-15 كانون الثاني / 16-31 كانون الثاني / 1-15 شباط / 16-28 شباط / 1-15 آذار / 16-31 آذار / 1-15 نيسان / 16-30 نيسان / 1-15 أيار / 16-31 أيار / 1-15 حزيران / 16-30 حزيران) على الترتيب.



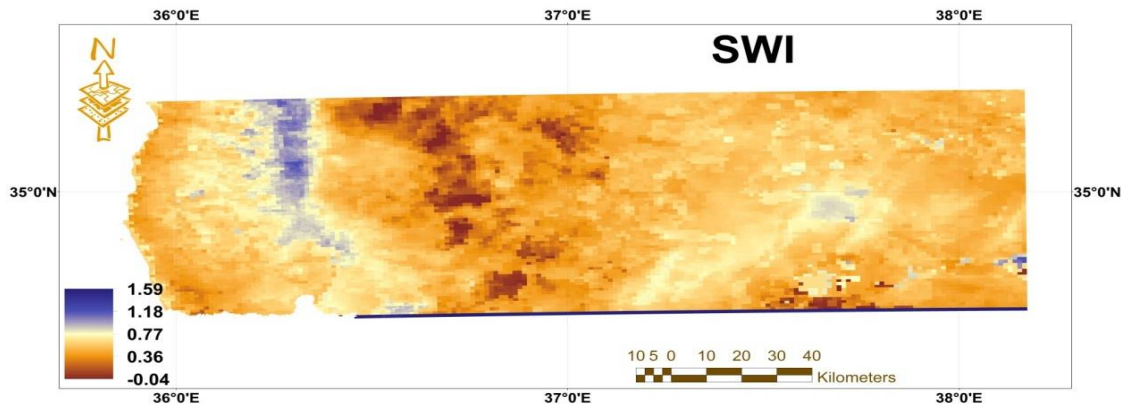
شكل (25) توزيع قيم رطوبة التربة المقدرة فضائياً خلال الفترة 1-15 كانون الثاني 2016

تراوحت قيم دليل رطوبة التربة بين (-0.25) و (1.71) خلال النصف الأول من شهر كانون الثاني حيث تركزت القيم المرتفعة في مناطق مصياف وبانياس والدريكيش أي في الجبال الساحلية والقيم

المنخفضة في مناطق السلمية والرسطن مع سيادة القيم المتوسطة في أغلب المناطق الباقية (الشكل 25)، إذ توافقت مع توزيع الهطل المطري حسب مناطق الاستقرار (الشكل 49) وكذلك مع نوع الغطاء النباتي.

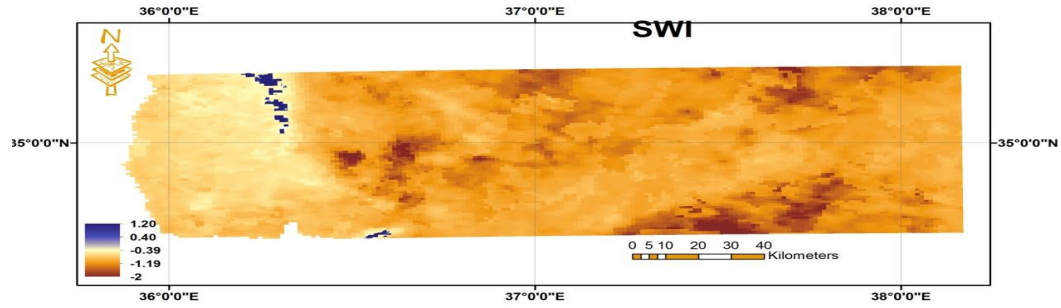


شكل (26) توزيع قيم رطوبة التربة المقدرة فضائياً خلال الفترة 16-31 كانون الثاني 2016 تراوحت قيم دليل رطوبة التربة بين (-0.34) و (1.46) خلال النصف الثاني من شهر كانون الثاني حيث تركزت القيم المرتفعة في المناطق الساحلية من طرطوس وبانياس والدريكيش والشيخ بدر والقيم المنخفضة في مناطق البادية مع سيادة القيم المتوسطة في أغلب المناطق الباقية (الشكل 26)، إذ توافقت مع توزيع الهطل المطري حسب مناطق الاستقرار (الشكل 50) وكذلك مع نوع الغطاء النباتي.



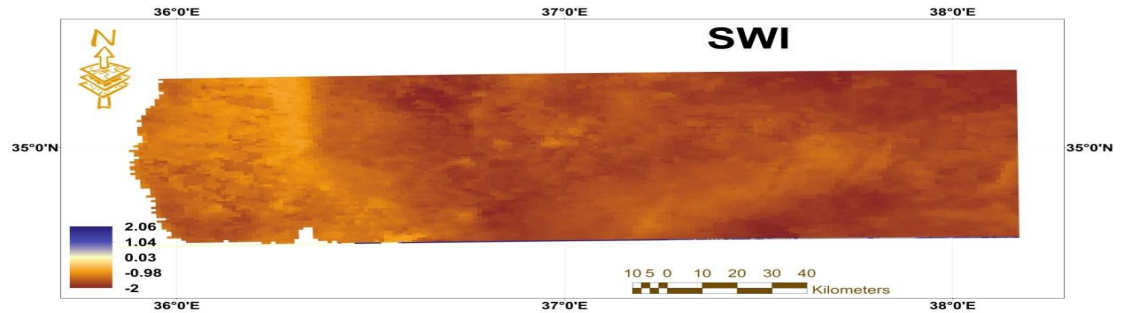
شكل (27) توزيع قيم رطوبة التربة المقدرة فضائياً خلال الفترة 1-15 شباط 2016

تراوحت قيم دليل رطوبة التربة بين (-0.04) و (1.59) خلال النصف الأول من شهر شباط حيث تركزت القيم المرتفعة في مناطق مصياف وبانياس أي في الجبال الساحلية والقيم المنخفضة في مناطق حماة وأجزاء من السلمية والرسن مع سيادة القيم المتوسطة في أغلب المناطق الباقية (الشكل 27)، إذ توافقت مع توزيع الهطل المطري حسب مناطق الاستقرار (الشكل 51) وكذلك مع نوع الغطاء النباتي.



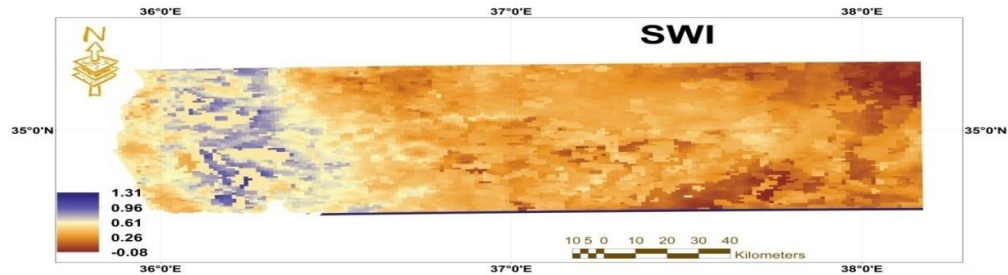
شكل (28) توزيع قيم رطوبة التربة المقدرة فضائياً خلال الفترة 16-28 شباط 2016

تراوحت قيم دليل رطوبة التربة بين (-2) و (1.20) خلال النصف الثاني من شهر شباط حيث تركزت القيم المرتفعة في مناطق مصياف وبانياس أي في الجبال الساحلية والقيم المنخفضة في مناطق السلمية والبادية مع سيادة القيم المتوسطة في المناطق الساحلية (الشكل 28)، إذ توافقت مع توزيع الهطل المطري حسب مناطق الاستقرار (الشكل 52) وكذلك مع نوع الغطاء النباتي.



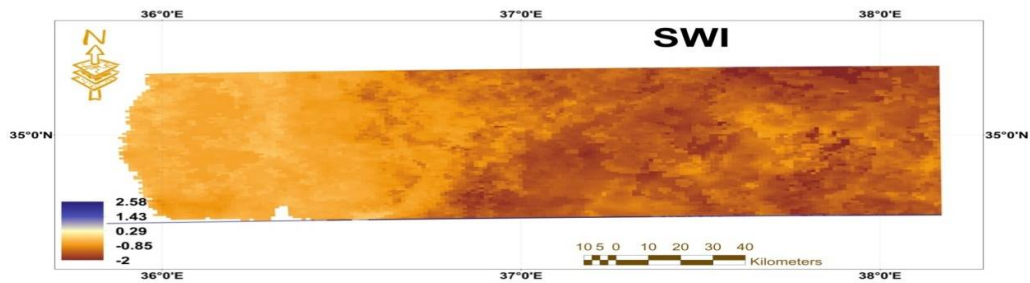
شكل (29) توزيع قيم رطوبة التربة المقدرة فضائياً خلال الفترة 1-15 آذار 2016

تراوحت قيم دليل رطوبة التربة بين (-2) و (2.06) خلال النصف الأول من شهر آذار حيث تركزت القيم المرتفعة في المناطق الساحلية من طرطوس ومصياف وبانياس وصافيتا والقيم المنخفضة في المناطق الداخلية من السلمية والبادية مع سيادة القيم المتوسطة في أغلب المناطق الباقية ونلاحظ المدى الواسع لقيم رطوبة التربة مما يدل على الاختلاف الكبير في الهطلات المطرية بسبب توزع منطقة الدراسة على كافة مناطق الاستقرار المطري (الشكل 29)، إذ توافقت مع توزع الهطل المطري حسب مناطق الاستقرار (الشكل 53) وكذلك مع نوع الغطاء النباتي.



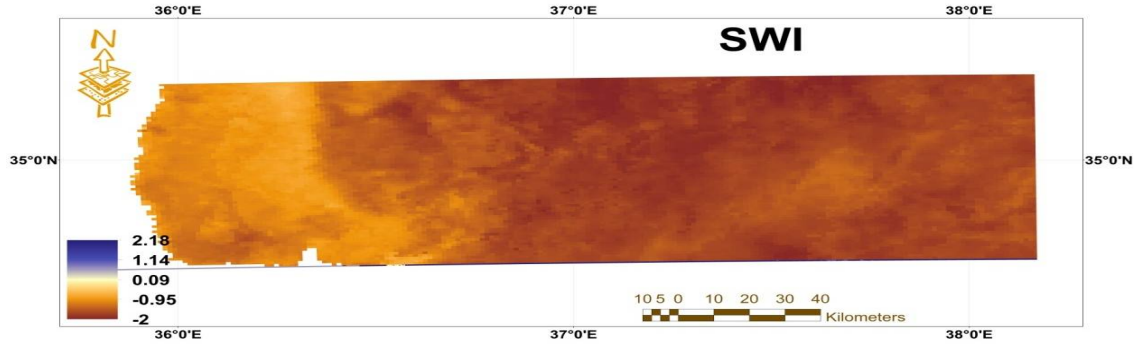
شكل (30) توزع قيم رطوبة التربة المقدرة فضائياً خلال الفترة 16-31 آذار 2016

تراوحت قيم دليل رطوبة التربة بين (-0.08) و (1.31) خلال النصف الثاني من شهر آذار حيث تركزت القيم المرتفعة في المناطق الساحلية من طرطوس ومصياف وبانياس وصافيتا والقيم المنخفضة في مناطق البادية مع سيادة القيم المتوسطة في المناطق الوسطى من حمص وحماة (الشكل 30)، إذ توافقت مع توزع الهطل المطري حسب مناطق الاستقرار (الشكل 54) وكذلك مع نوع الغطاء النباتي.



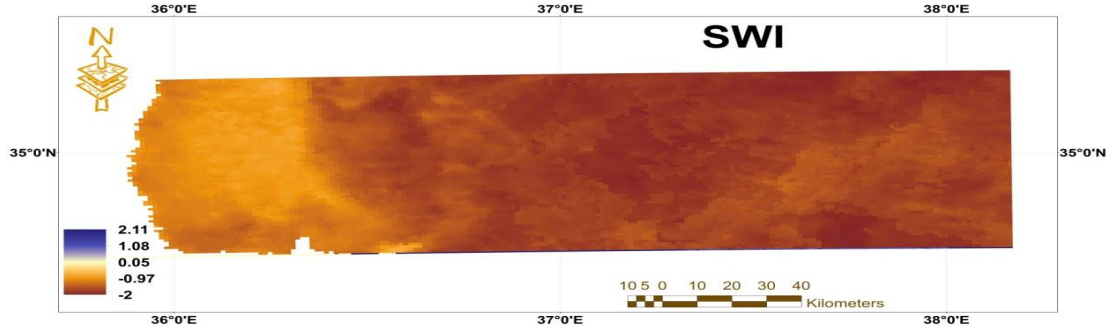
شكل (31) توزع قيم رطوبة التربة المقدرة فضائياً خلال الفترة 1-15 نيسان 2016

تراوحت قيم دليل رطوبة التربة بين (-2) و (2.58) خلال النصف الأول من شهر نيسان حيث تركزت القيم المرتفعة في المناطق الساحلية والقيم المنخفضة في مناطق البادية والسلمية مع سيادة القيم المتوسطة في أغلب المناطق الباقية (الشكل 31)، إذ توافقت مع توزيع الهطل المطري حسب مناطق الاستقرار (الشكل 55) وكذلك مع نوع الغطاء النباتي.



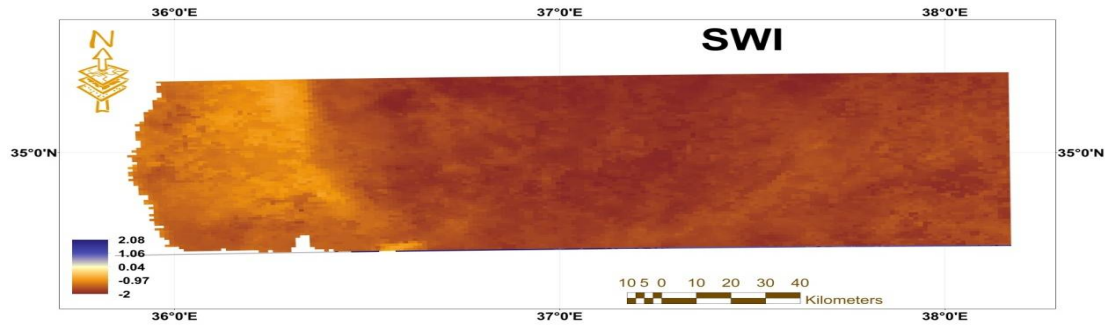
شكل (32) توزيع قيم رطوبة التربة المقدرة فضائياً خلال الفترة 16-30 نيسان 2016

تراوحت قيم دليل رطوبة التربة بين (-2) و (2.18) خلال النصف الثاني من شهر نيسان حيث تركزت القيم المرتفعة في المناطق الساحلية والقيم المنخفضة في مناطق البادية والسلمية مع سيادة القيم المتوسطة في أغلب المناطق الباقية (الشكل 32)، إذ لم تتوافق مع توزيع الهطل المطري حسب مناطق الاستقرار (الشكل 56) ولكنها توافقت مع نوع الغطاء النباتي.



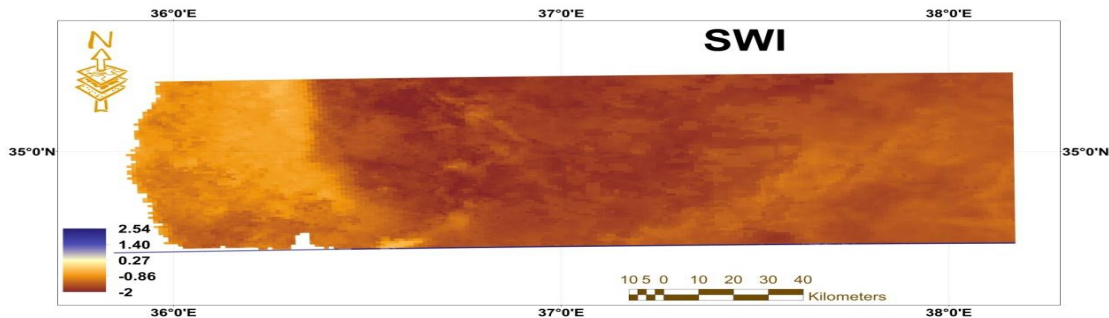
شكل (33) توزيع قيم رطوبة التربة المقدرة فضائياً خلال الفترة 1-15 أيار 2016

تراوحت قيم دليل رطوبة التربة بين (-2) و (2.11) خلال النصف الأول من شهر أيار حيث تركزت القيم المرتفعة في المناطق الساحلية والقيم المنخفضة في مناطق السهلية والبادية مع سيادة القيم المتوسطة في أغلب المناطق الباقية (الشكل 33)، إذ توافقت مع توزيع الهطل المطري حسب مناطق الاستقرار (الشكل 57) وكذلك مع نوع الغطاء النباتي.



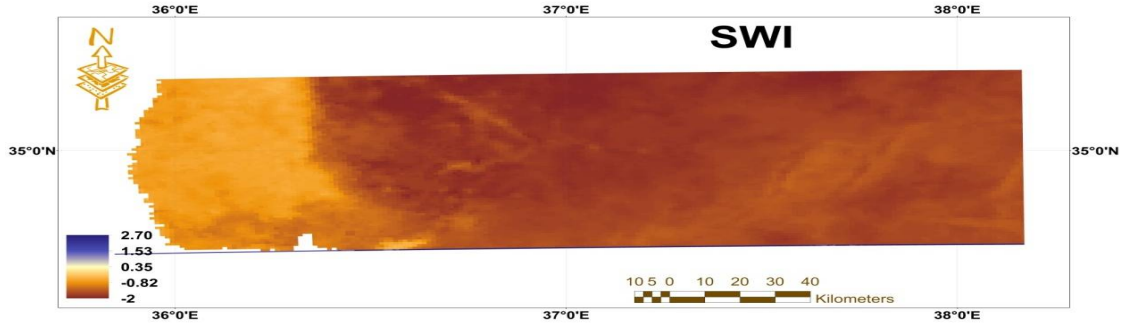
شكل (34) توزيع قيم رطوبة التربة المقدرة فضائياً خلال الفترة 16-31 أيار 2016

تراوحت قيم دليل رطوبة التربة بين (-2) و (2.08) خلال النصف الثاني من شهر أيار حيث تركزت القيم المرتفعة في المناطق الساحلية والقيم المنخفضة في مناطق السهلية والبادية مع سيادة القيم المتوسطة في أغلب المناطق الباقية (الشكل 34)، إذ لم تتوافق مع توزيع الهطل المطري حسب مناطق الاستقرار (الشكل 58) ولكنها توافقت مع نوع الغطاء النباتي.



شكل (35) توزيع قيم رطوبة التربة المقدرة فضائياً خلال الفترة 1-15 حزيران 2016

تراوحت قيم دليل رطوبة التربة بين (-2) و (2.54) خلال النصف الأول من شهر حزيران حيث تركزت القيم المرتفعة في المناطق الساحلية والقيم المنخفضة في مناطق السهلية والبادية مع سيادة القيم المتوسطة في أغلب المناطق الباقية (الشكل 35)، إذ لم تتوافق مع توزيع الهطل المطري حسب مناطق الاستقرار (الشكل 59) ولكنها توافقت مع نوع الغطاء النباتي.



شكل(36)توزع قيم رطوبة التربة المقدرة فضائياً خلال الفترة 16-30 حزيران 2016

تراوحت قيم دليل رطوبة التربة بين (-2) و (2.7) خلال النصف الثاني من شهر حزيران حيث تركزت القيم المرتفعة في المناطق الساحلية والقيم المنخفضة في مناطق السهلية والبادية مع سيادة القيم المتوسطة في أغلب المناطق الباقية (الشكل 36) إذ لم تتوافق مع توزيع الهطل المطري حسب مناطق الاستقرار (الشكل 60) ولكنها توافقت مع نوع الغطاء النباتي.

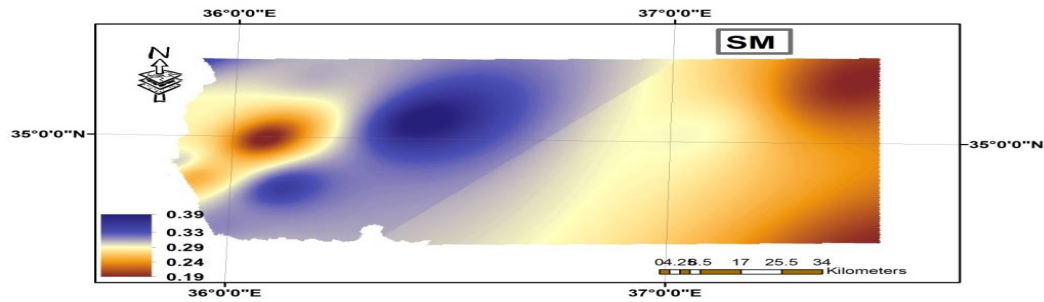
نلاحظ تزايد المدى بين القيم العظمى والصغرى لقيم SWI في أشهر حزيران وأيار و نيسان عن أشهر كانون الثاني و شباط وآذار التي ظهر فيها تباين الهطل المطري والمخزون المائي على شكل رطوبة التربة ولوحظ ذلك في مناطق الجبال الساحلية والمناطق الساحلية بينما مناطق البادية والسهلية كان الهطل المطري فيها أقل وبالتالي المحتوى الرطوبي منخفض وهذا يتوافق مع ما توصل إليه

Runping و Jing (2012) و Ali وآخرون (2015).

2-3 - تقدير رطوبة التربة حقلياً

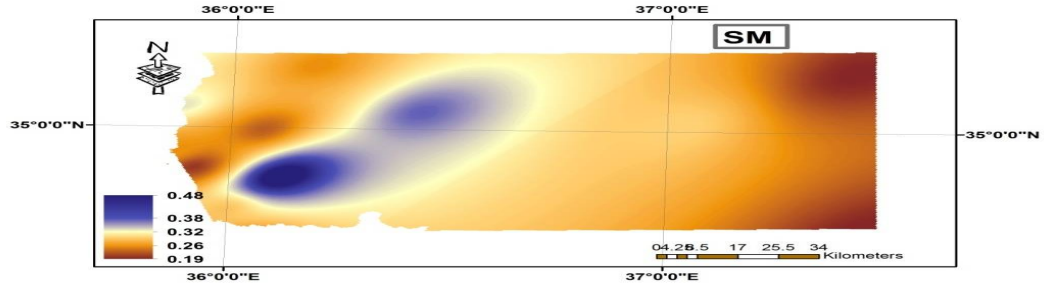
تم الاعتماد على نتائج تحاليل الرطوبة الحقلية باستعمال أداة التحليل المكاني Spatial Analyst وتم إنتاج خرائط الرطوبة الحقلية SM لكل نصف شهر من أشهر موسم الدراسة، حيث تبين الأشكال (37-38-39-40-41-42-43-44-45-46-47-48) قيم رطوبة التربة الحقلية في منطقة الدراسة خلال الفترات (15-1 كانون الثاني / 31-16 كانون الثاني / 15-1 شباط / 28-16 شباط / 15-1 آذار / 31-16 آذار / 15-1 نيسان / 30-16 نيسان / 15-1 أيار / 31-16 أيار / 15-1 حزيران / 30-16 حزيران) على التوالي.

ملاحظة : تم تقسيم قيم رطوبة التربة الحقلية SM على 100 في مقياس الصور الفضائية



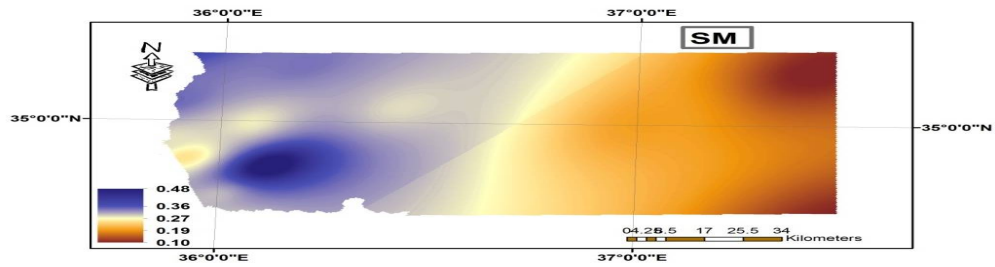
شكل (37) توزيع قيم رطوبة التربة المقدرة حقلياً خلال الفترة 15-1 كانون الثاني 2016

تراوحت قيم دليل رطوبة التربة الحقلية بين (0.19) و (0.39) خلال النصف الأول من شهر كانون الثاني حيث تركزت القيم المرتفعة في مناطق مصياف وصافيتا والقيم المنخفضة في مناطق السلمية والبادية مع سيادة القيم المتوسطة في أغلب المناطق الباقية (الشكل 37).



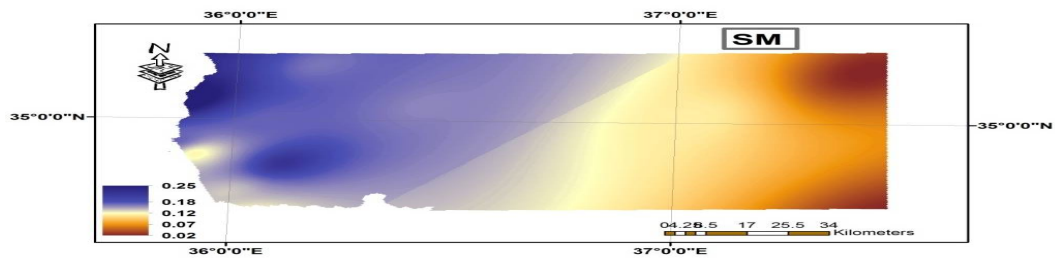
شكل (38) توزيع قيم رطوبة التربة المقدرة حقلياً خلال الفترة 16-31 كانون الثاني 2016

تراوحت قيم دليل رطوبة التربة الحقلية بين (0.19) و (0.48) خلال النصف الثاني من شهر كانون الثاني حيث تركزت القيم المرتفعة في مناطق مصياف وصافيتا وحماة والقيم المنخفضة في مناطق السلمية والبادية مع سيادة القيم المتوسطة في أغلب المناطق الباقية (الشكل 38).



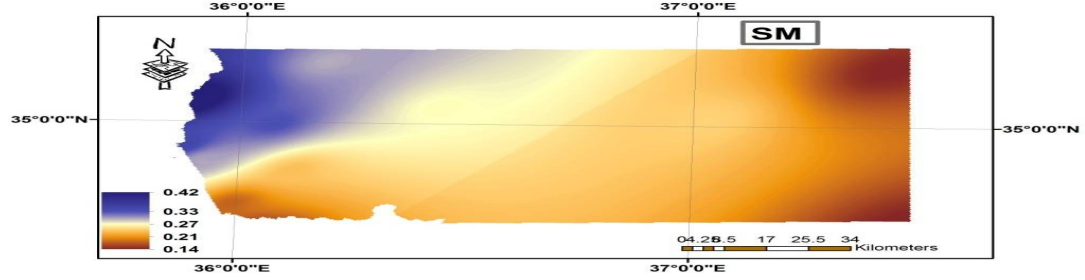
شكل (39) توزيع قيم رطوبة التربة المقدرة حقلياً خلال الفترة 1-15 شباط 2016

تراوحت قيم دليل رطوبة التربة الحقلية بين (0.10) و (0.48) خلال النصف الأول من شهر شباط حيث تركزت القيم المرتفعة في مناطق صافيتا وبانياس والقيم المنخفضة في مناطق السلمية والبادية مع سيادة القيم المتوسطة في أغلب المناطق الباقية (الشكل 39).



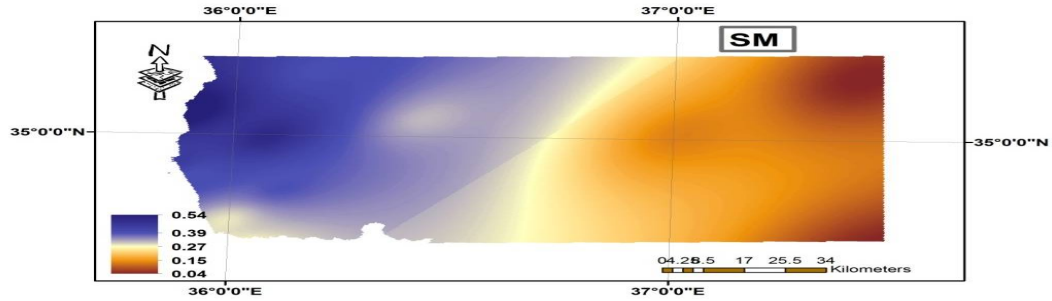
شكل (40) توزيع قيم رطوبة التربة المقدرة حقلياً خلال الفترة 16-28 شباط 2016

تراوحت قيم دليل رطوبة التربة الحقلية بين (0.02) و (0.25) خلال النصف الثاني من شهر شباط حيث تركزت القيم المرتفعة في المناطق الساحلية والقيم المنخفضة في مناطق السهلية والبادية مع سيادة القيم المتوسطة في أغلب المناطق الباقية (الشكل 40).



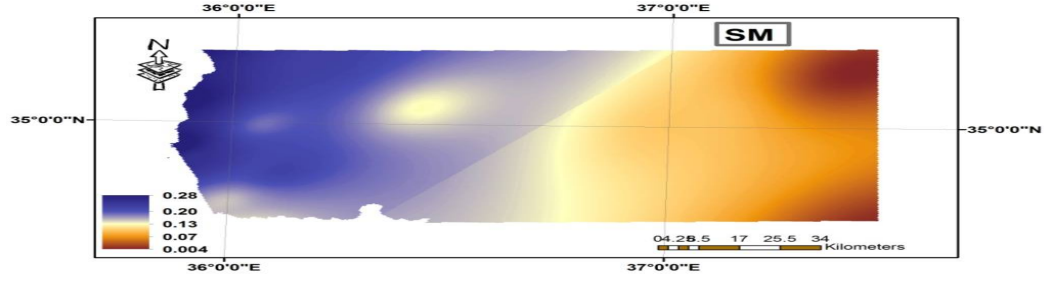
شكل (41) توزيع قيم رطوبة التربة المقدرة حقلياً خلال الفترة 1-15 آذار 2016

تراوحت قيم دليل رطوبة التربة الحقلية بين (0.14) و (0.42) خلال النصف الأول من شهر آذار حيث تركزت القيم المرتفعة في مناطق طرطوس وبانياس والقيم المنخفضة في مناطق السهلية والبادية مع سيادة القيم المتوسطة في أغلب المناطق الباقية (الشكل 41).



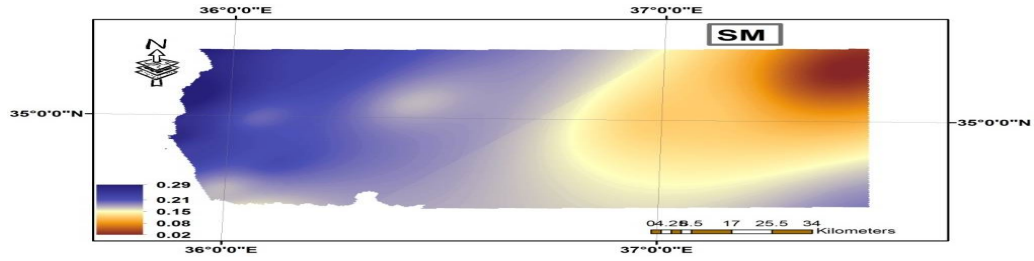
شكل (42) توزيع قيم رطوبة التربة المقدرة حقلياً خلال الفترة 16-31 آذار 2016

تراوحت قيم دليل رطوبة التربة الحقلية بين (0.04) و (0.54) خلال النصف الثاني من شهر آذار حيث تركزت القيم المرتفعة في المناطق الساحلية والقيم المنخفضة في مناطق السهلية والبادية مع سيادة القيم المتوسطة في أغلب المناطق الباقية (الشكل 42).



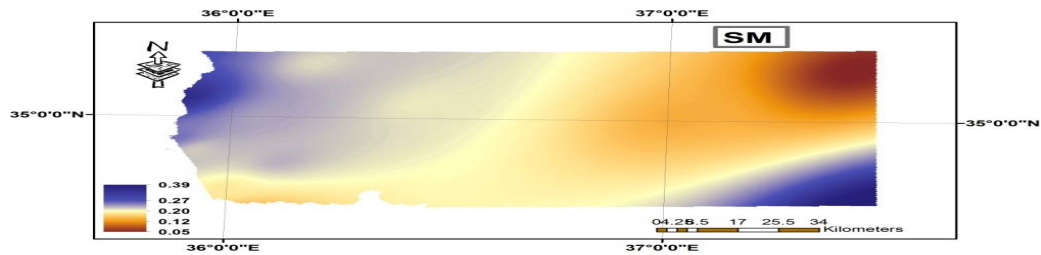
شكل (43) توزيع قيم رطوبة التربة المقدرة حقلياً خلال الفترة 1-15 نيسان 2016

تراوحت قيم دليل رطوبة التربة الحقلية بين (0.004) و (0.28) خلال النصف الأول من شهر نيسان حيث تركزت القيم المرتفعة في المناطق الساحلية والقيم المنخفضة في مناطق السهلية والبادية مع سيادة القيم المتوسطة في أغلب المناطق الباقية (الشكل 43).



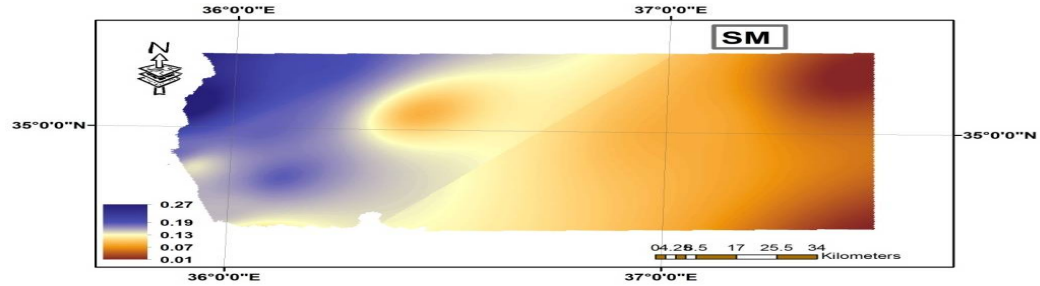
شكل (44) توزيع قيم رطوبة التربة المقدرة حقلياً خلال الفترة 16-30 نيسان 2016

تراوحت قيم دليل رطوبة التربة الحقلية بين (0.02) و (0.29) خلال النصف الثاني من شهر نيسان حيث تركزت القيم المرتفعة في المناطق الساحلية وحمص وحماة والقيم المنخفضة في مناطق السهلية مع سيادة القيم المتوسطة في أغلب المناطق الباقية (الشكل 44).



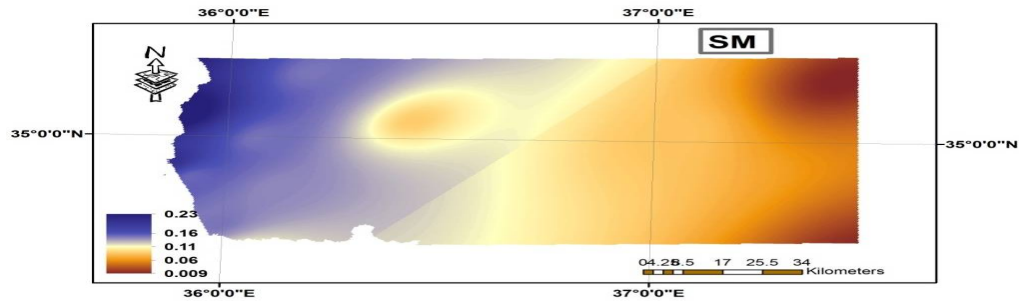
شكل (45) توزيع قيم رطوبة التربة المقدرة حقلياً خلال الفترة 1-15 أيار 2016

تراوحت قيم دليل رطوبة التربة الحقلية بين (0.05) و (0.39) خلال النصف الأول من شهر أيار حيث تركزت القيم المرتفعة في مناطق بانياس والمخرم والقيم المنخفضة في مناطق السلمية مع سيادة القيم المتوسطة في أغلب المناطق الباقية (الشكل 45).



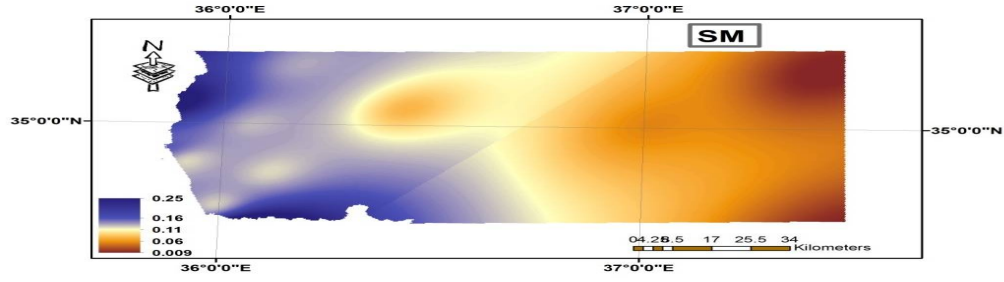
شكل (46) توزيع قيم رطوبة التربة المقدرة حقلياً خلال الفترة 16-31 أيار 2016

تراوحت قيم دليل رطوبة التربة الحقلية بين (0.01) و (0.27) خلال النصف الثاني من شهر أيار حيث تركزت القيم المرتفعة في المناطق الساحلية والقيم المنخفضة في مناطق السلمية والبادية مع سيادة القيم المتوسطة في أغلب المناطق الباقية (الشكل 46).



شكل (47) توزيع قيم رطوبة التربة المقدرة حقلياً خلال الفترة 1-15 حزيران 2016

تراوحت قيم دليل رطوبة التربة الحقلية بين (0.009) و (0.23) خلال النصف الأول من شهر حزيران حيث تركزت القيم المرتفعة في المناطق الساحلية والقيم المنخفضة في مناطق السلمية والبادية مع سيادة القيم المتوسطة في أغلب المناطق الباقية (الشكل 47).



شكل(48) توزيع قيم رطوبة التربة المقدرة حقلياً خلال الفترة 16-30 حزيران 2016

تراوحت قيم دليل رطوبة التربة الحقلية بين (0.009) و (0.25) خلال النصف الثاني من شهر حزيران حيث تركزت القيم المرتفعة في المناطق الساحلية والقيم المنخفضة في مناطق السهلية والبادية مع سيادة القيم المتوسطة في أغلب المناطق الباقية (الشكل 48).

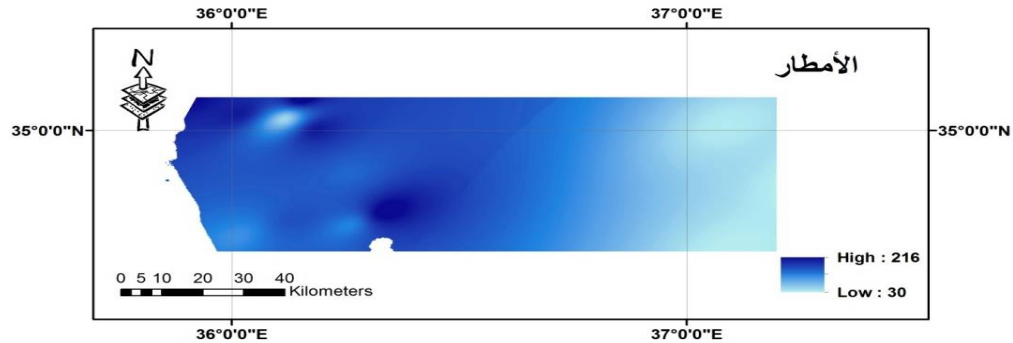
انخفضت قيم دليل رطوبة التربة المقدرة حقلياً في أشهر نيسان وحزيران وأيار عن أشهر كانون الثاني و شباط وآذار التي ظهر فيها تباين الهطل المطري والمخزون المائي على شكل رطوبة التربة ولوحظ ذلك في مناطق الجبال الساحلية والمناطق الساحلية بينما مناطق البادية والسهلية كان الهطل المطري فيها أقل وبالتالي المحتوى الرطوبي منخفض.

وقد توافقت هذه القيم المقدرة حقلياً مع ما هو مقدر فضائياً (في الأشكال 25-26-27-28-29-30 مع الأشكال 37-38-39-40-41-42 على التوالي) ولم تتوافق (في الأشكال 31-32-33-34-35-36 مع الأشكال 43-44-45-46-47-48 على التوالي) وهذا يتوافق مع ما توصل إليه Ali وآخرون (2015) و Keshavrza وآخرون (2014)

3-3 - خرائط الهطل المطري

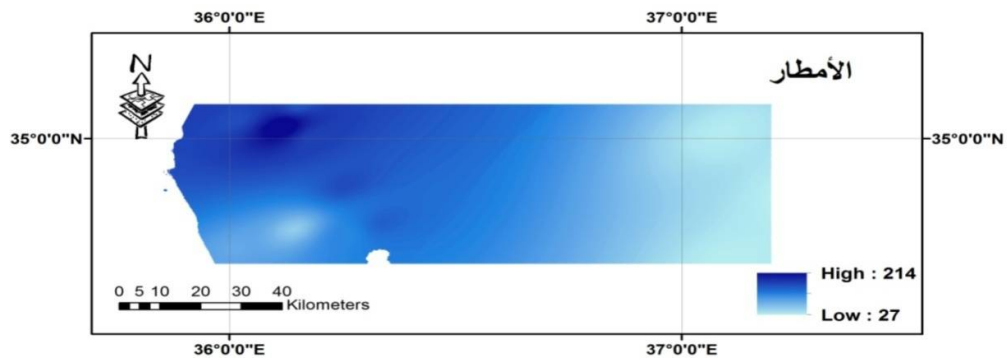
تم تسجيل كمية الأمطار الهاطلة في محطات منطقة الدراسة وتحليلها عن طريق أداة التحليل المكاني Spatial Analyst ثم إنتاج خارطة الهطل المطري لكل نصف شهر من أشهر موسم الدراسة، حيث

تبيين الأشكال (49-50-51-52-53-54-55-56-57-58-59-60) توزيع الهطل المطري في منطقة الدراسة خلال الفترات (1-15 كانون الثاني / 16-31 كانون الثاني / 1-15 شباط / 16-28 شباط / 1-15 آذار / 16-31 آذار / 1-15 نيسان / 16-30 نيسان / 1-15 أيار / 16-31 أيار / 1-15 حزيران / 16-30 حزيران) على التوالي.



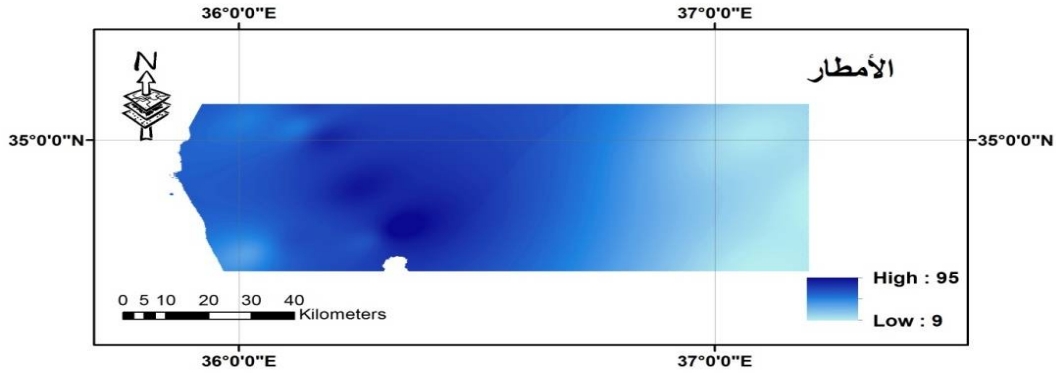
شكل (49) توزيع الهطل المطري (مم) خلال الفترة 1-15 كانون الثاني 2016

تراوحت قيم الهطل المطري بين (30) و (216) خلال النصف الأول من شهر كانون الثاني حيث تركزت القيم المرتفعة في المناطق الساحلية وتلك المنخفضة في مناطق السهلية والبادية مع سيادة القيم المتوسطة في أغلب المناطق الباقية (الشكل 49).



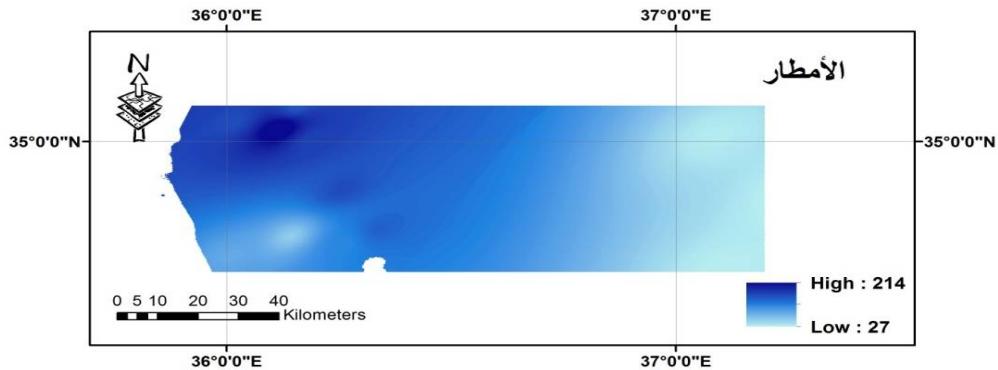
شكل (50) توزيع الهطل المطري (مم) خلال الفترة 16-31 كانون الثاني 2016

تراوحت قيم الهطل المطري بين (27) و (214) مم خلال النصف الثاني من شهر كانون الثاني حيث تركزت القيم المرتفعة في المناطق الساحلية والقيم المنخفضة في مناطق السهلية والبادية مع سيادة القيم المتوسطة في أغلب المناطق الباقية (الشكل 50).



شكل (51) توزيع الهطل المطري (مم) خلال الفترة 1-15 شباط 2016

تراوحت قيم الهطل المطري بين (9) و (95) مم خلال النصف الأول من شهر شباط حيث تركزت القيم المرتفعة في المناطق الساحلية والقيم المنخفضة في مناطق السهلية والبادية مع سيادة القيم المتوسطة في أغلب المناطق الباقية (الشكل 51).



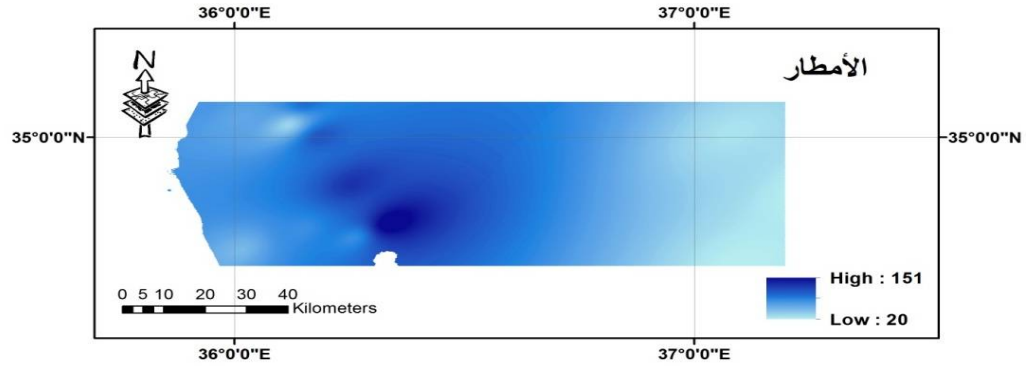
شكل (52) توزيع الهطل المطري (مم) خلال الفترة 16-28 شباط 2016

تراوحت قيم الهطل المطري بين (27) و (214) مم خلال النصف الثاني من شهر شباط حيث تركزت القيم المرتفعة في المناطق الساحلية والقيم المنخفضة في مناطق السهلية والبادية مع سيادة القيم المتوسطة في أغلب المناطق الباقية (الشكل 52).



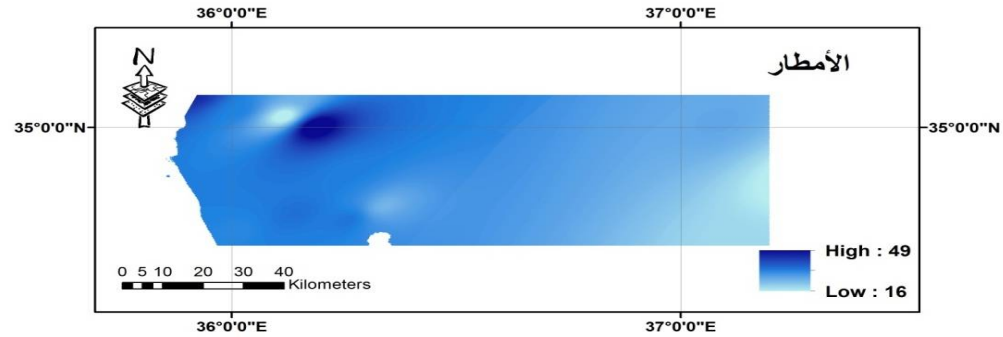
شكل (53) توزيع الهطل المطري (مم) خلال الفترة 1-15 آذار 2016

تراوحت قيم الهطل المطري بين (2) و (164) مم خلال النصف الأول من شهر آذار حيث تركزت القيم المرتفعة في المناطق الساحلية ومصيف والقيم المنخفضة في مناطق السهلية والبادية مع سيادة القيم المتوسطة في أغلب المناطق الباقية (الشكل 53).



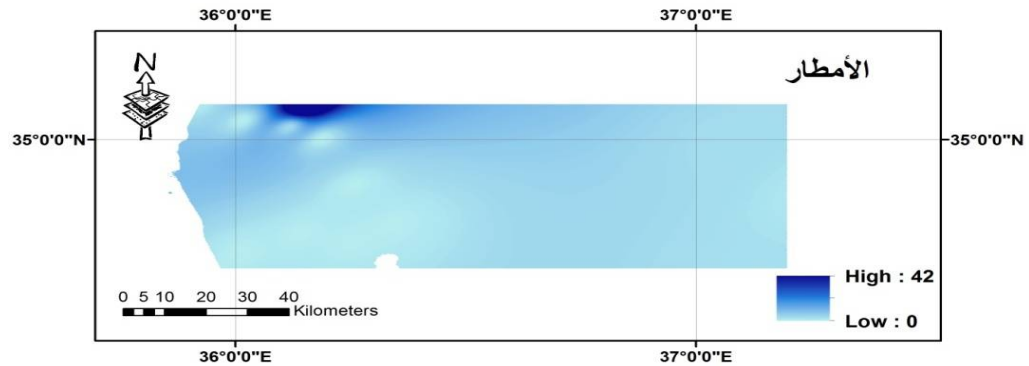
شكل (54) توزيع الهطل المطري (مم) خلال الفترة 16-31 آذار 2016

تراوحت قيم الهطل المطري بين (20) و (151) مم خلال النصف الثاني من شهر آذار حيث تركزت القيم المرتفعة في مناطق تلكلخ ومصيف وصافيتا والقيم المنخفضة في مناطق السلمية والبادية مع سيادة القيم المتوسطة في أغلب المناطق الباقية (الشكل 54).



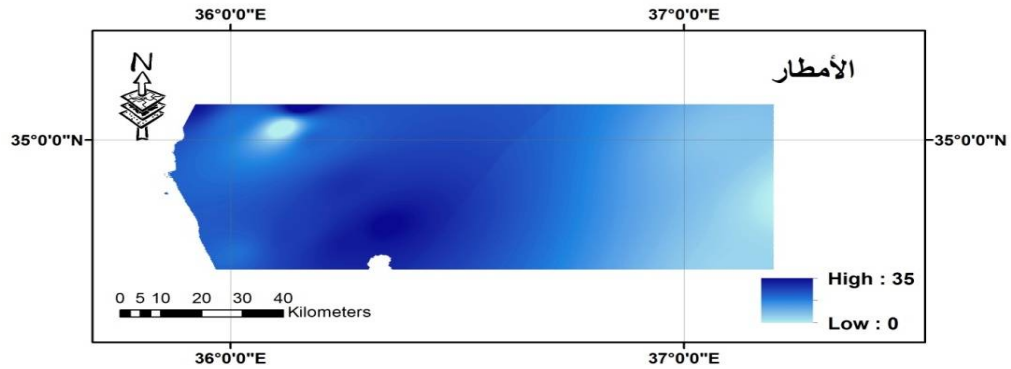
شكل (55) توزيع الهطل المطري (مم) خلال الفترة 1-15 نيسان 2016

انخفضت قيم الهطل المطري لتتراوح بين (16) و (49) مم خلال النصف الأول من شهر نيسان حيث تركزت القيم المرتفعة في مناطق مصيف والشيخ بدر والقيم المنخفضة في مناطق السلمية والبادية مع سيادة القيم المتوسطة في أغلب المناطق الباقية (الشكل 55).



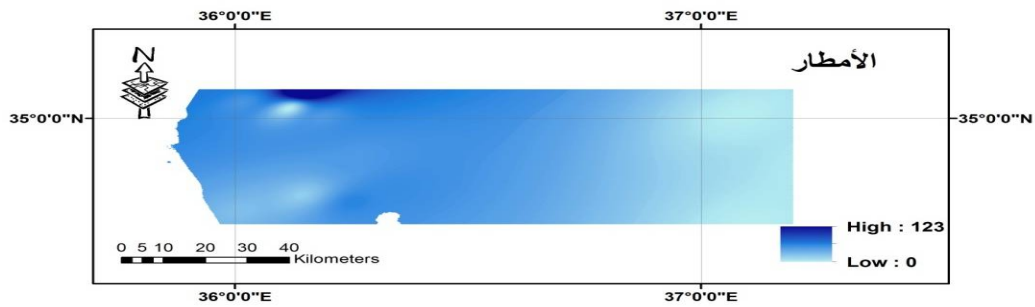
شكل (56) توزيع الهطل المطري (مم) خلال الفترة 16-31 نيسان 2016

انخفضت أيضاً قيم الهطل المطري لتتراوح بين (0) و (42) مم خلال النصف الثاني من شهر نيسان حيث تركزت القيم المرتفعة في مناطق بانياس مع سيادة القيم المتوسطة في أغلب المناطق الباقية (الشكل 56).



شكل (57) توزيع الهطل المطري (مم) خلال الفترة 1-15 أيار 2016

انخفضت قيم الهطل المطري لتتراوح بين (0) و (35) مم خلال النصف الأول من شهر أيار حيث تركزت القيم المرتفعة في مناطق تلكلخ وصافيتا وبانياس والقيم المنخفضة في مناطق السلمية والبادية مع سيادة القيم المتوسطة في أغلب المناطق الباقية (الشكل 57).



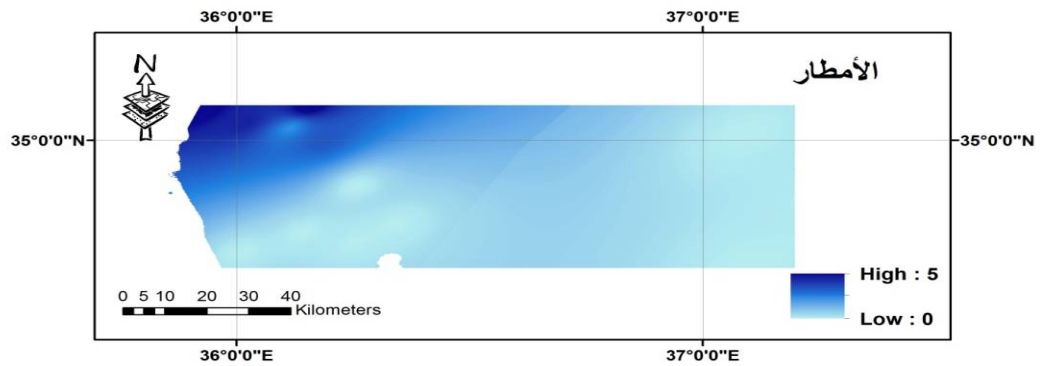
شكل (58) توزيع الهطل المطري (مم) خلال الفترة 16-31 أيار 2016

انخفضت قيم الهطل المطري لتتراوح بين (0) و (123) مم خلال النصف الثاني من شهر أيار حيث تركزت القيم المرتفعة في مناطق بانياس والقيم المنخفضة في مناطق السلمية والبادية مع سيادة القيم المتوسطة في أغلب المناطق الباقية (الشكل 58).



شكل (59) توزيع الهطل المطري (مم) خلال الفترة 1-15 حزيران 2016

انخفضت قيم الهطل المطري بشدة لتتراوح بين (0) و (2) مم خلال النصف الأول من شهر حزيران حيث تركزت القيم المرتفعة في مناطق بانياس والقيم المنخفضة في مناطق السلمية والبادية مع سيادة القيم المتوسطة في أغلب المناطق الباقية (الشكل 59).



شكل (60) توزيع الهطل المطري (مم) خلال الفترة 16-30 حزيران 2016

انخفضت قيم الهطل المطري بشدة لتتراوح بين (0) و (5) مم خلال النصف الثاني من شهر حزيران حيث تركزت القيم المرتفعة في مناطق بانياس وطرطوس والقيم المنخفضة في مناطق السلمية والبادية مع سيادة القيم المتوسطة في أغلب المناطق الباقية (الشكل 60).

انخفضت قيم الهطل المطري في أشهر نيسان وحزيران وأيار عن أشهر كانون الثاني و شباط وآذار حيث ظهر التباين في قيم الهطل المطري بين القيم المرتفعة في مناطق الساحل والجبال الساحلية والقيم المنخفضة في مناطق السلمية والبادية وذلك بسبب توزيع منطقة الدراسة لتشمل كافة مناطق الاستقرار المطري وهذا يتوافق مع نتائج Yang وآخرون 2008.

وقد توافقت هذه القيم المقدرة مع رطوبة التربة المقدرة فضائياً (في الأشكال 25-26-27-28-29-30 مع الأشكال 49-50-51-52-53-54 على التوالي) ولم تتوافق (في الأشكال 31-32-33-34-35-36 مع الأشكال 55-56-57-58-59-60 على التوالي) وهذا يتوافق مع ماتوصل إليه Keshavarza وآخرون (2014) و Ali وآخرون (2015)

3-4 - خرائط الغطاء النباتي/استعمالات الأراضي

تم إنتاج خارطة الغطاء النباتي/استعمالات الأراضي وفق تقنية التصنيف المراقب مع التدعيم بالمخطط الطيفي ولكل تصنيف استعمال أرضي سواء محصولي أو شجري بالاعتماد على المنحنى الطيفي للنمو النباتي وفق قيم الدليل النباتي NDVI خلال موسم النمو في معالجة الصور الفضائية، وفق:

-التحليل الطيفي للسلاسل الزمنية (Time-series spectral analysis)

-التصنيف المراقب (Supervised classification)

التحليل الطيفي للسلاسل الزمنية :

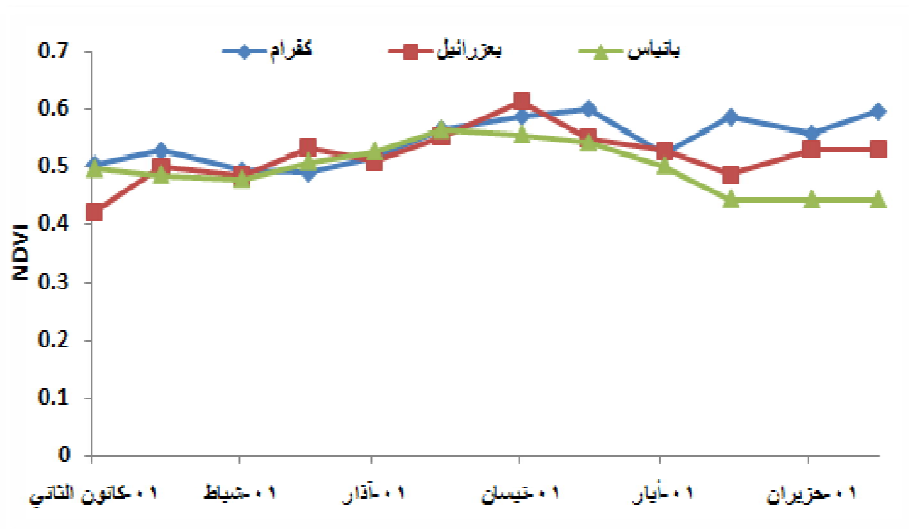
-تم تحديد مواقع التوصيف خلال الجولات الحقلية ثم إجراء عملية التوصيف.

-تم استخراج المنحنى الطيفي لقيم الدليل النباتي NDVI لمواقع التوصيف خلال موسم - الدراسة بشكل نصف شهري باستخدام برنامج معالجة الصور الفضائية IMAGINE ERDAS.

يبين الرسم البياني (1) المنحنى الطيفي بقيم NDVI لمناطق غابات الصنوبر، بينما تبيان الأشكال (61 - 62 - 63) الصور الطبيعية لتلك المناطق.

حيث يوضح الرسم البياني (1) أن منحنى النمو يأخذ شكل المنحنى الخطي المرتفع لقيم NDVI بسبب الاخضرار النباتي المستمر طوال موسم النمو مقارنة مع باقي المناطق، حيث تقارب قيمة NDVI 0.5 كمتوسط خلال موسم الدراسة وهذا يتوافق مع ما توصل إليه Ibrahim 2014.

مرفق ملحق الاستمارات الوصفية (17 - 18 - 19).



رسم بياني (1) قيم الدليل النباتي لغابات الصنوبر في مواقع مختلفة



شكل (62) أشجار الصنوبر - بعزرائيل



شكل (61) أشجار الصنوبر - كفرام

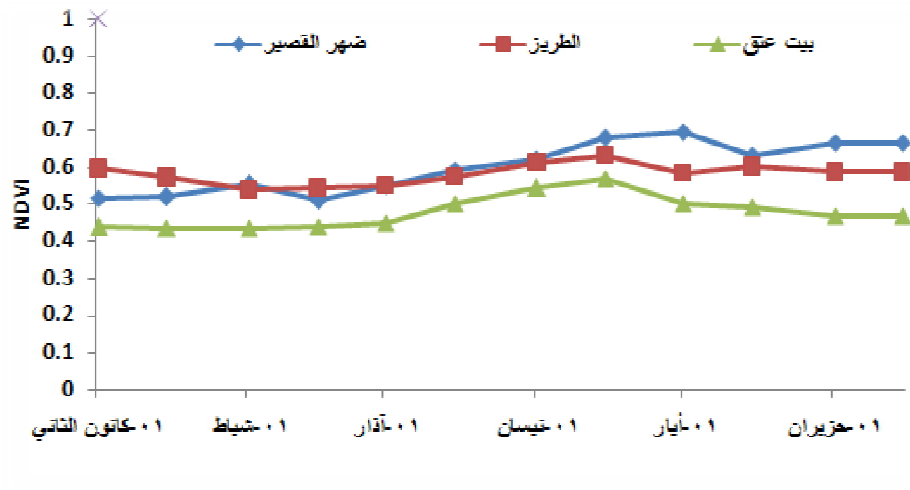


شكل (63) أشجار الصنوبر - بانياس

يظهر الرسم البياني (2) المنحني الطيفي بقيم NDVI لمناطق غابات السنديان، بينما تبيين الأشكال (64-65) الصور الطبيعية لتلك المناطق.

حيث يوضح الرسم البياني (2) أن منحني النمو يأخذ شكل المنحني الخطي المرتفع لقيم INDV بسبب الاخضرار النباتي المستمر طوال موسم النمو مقارنة مع باقي المناطق، حيث تقارب قيمة NDVI 0.5 كمتوسط خلال موسم الدراسة وهذا يتوافق مع ما توصل إليه Ibrahim 2014.

مرفق ملحق الاستمارات الوصفية (20 - 21 - 22)



رسم بياني (2) قيم الدليل النباتي لغابات السنديان



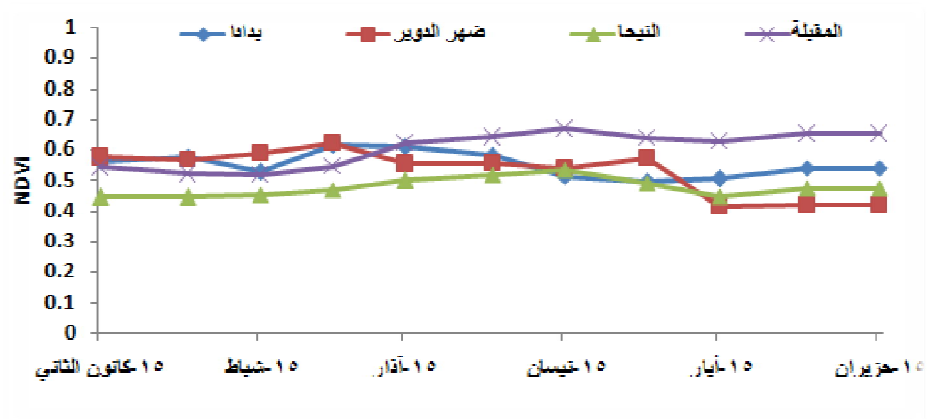
شكل (65) أشجار السنديان بيت عتق



شكل (64) أشجار السنديان - الطريز

وكذلك المنحني البياني لأشجار الزيتون يكون خطي وتصل قيمته ل 0.66 الرسم البياني (3) وتبين الأشكال (66-67) الصور الطبيعية لمناطق الزيتون.

مرفق ملحق الاستمارات الوصفية (28- 29- 30- 31)



رسم بياني (3) قيم الدليل النباتي لأشجار الزيتون



شكل (67) أشجار الزيتون - المقبلة

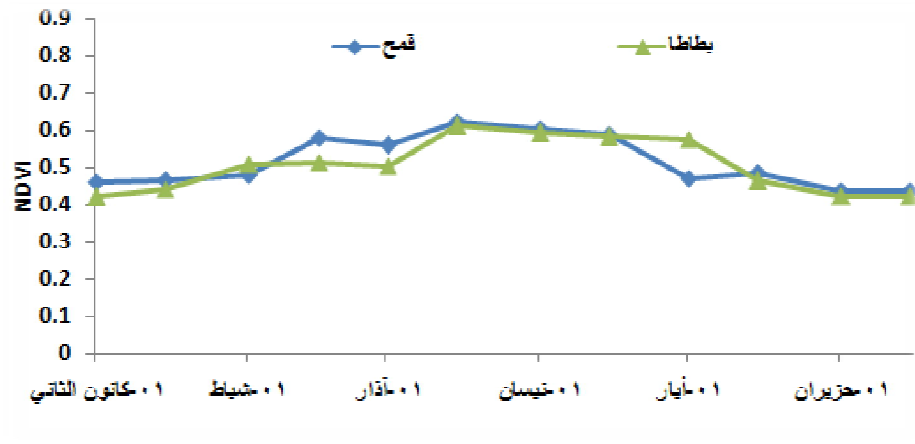


شكل (66) أشجار الزيتون - ضهر الدوير

يبين الرسم البياني (4) المنحنى الطيفي بقيم NDVI لمناطق المحاصيل في سهل عكار، بينما تبين الأشكال (68-69) الصور الطبيعية لتلك المناطق.

حيث يوضح الرسم البياني (4) أن منحنى النمو بقيم NDVI يأخذ شكل المنحني الجرس (ianGauss) بسبب ارتفاع حجم المظلة إلى أقصى نمو في آذار ونيسان وانخفاضه تدريجياً عند الحصاد، حيث تقارب قيمة NDVI 0.6 لمحاصيل القمح والبطاطا في سهل عكار.

مرفق ملحق الاستمارات الوصفية (1- 2- 3)



رسم بياني (4) قيم الدليل النباتي لمحصولي القمح والبطاطا في سهل عكار



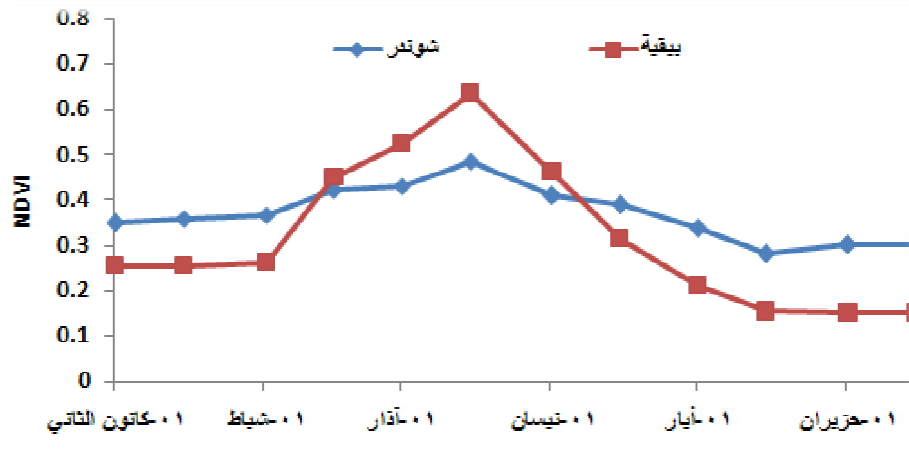
شكل(68) محصول القمح - الجماسة / سهل عكار



شكل(69) محصول البطاطا - الحميدية / سهل عكار

يبين الرسم البياني (5) المنحنى الطيفي بقيم NDVI لمناطق المحاصيل، حيث يأخذ منحنى النمو بقيم INDV شكل المنحني الجرسى (Gaussian) بسبب ارتفاع حجم المظلة إلى أقصى نمو في آذار ونيسان وانخفاضه تدريجياً عند الحصاد، حيث تقارب قيمة NDVI 0.63 لمحصول الشوندر في حماة والبيقية في السلمية.

مرفق ملحق الاستمارات الوصفية (9-10-11-12)

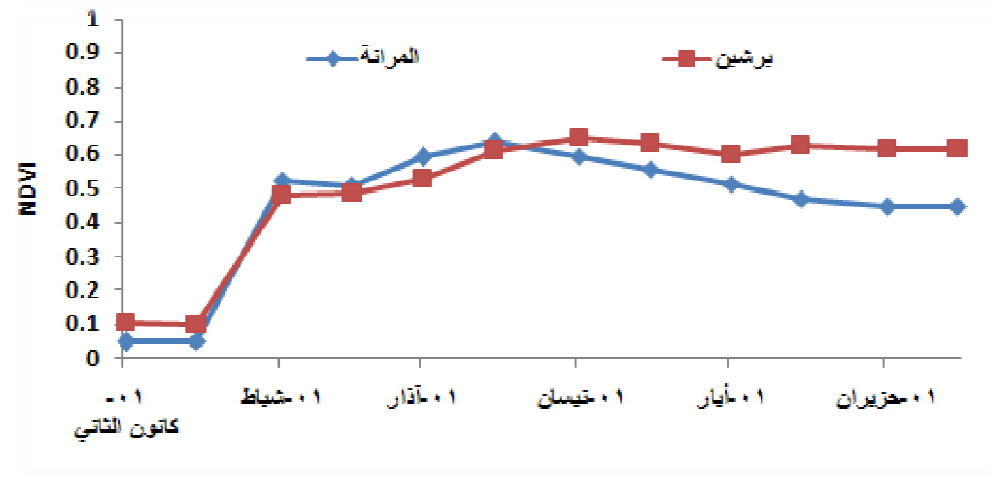


رسم بياني (5) قيم الدليل النباتي لمحصولي الشوندر والبيقية في حماة

يبين الرسم البياني (6) المنحنى الطيفي بقيم NDVI لمناطق أشجار التفاح، بينما يبين الشكل (70) الصور الطبيعية لتلك المناطق.

حيث يوضح الرسم البياني (6) أن منحنى النمو بقيم NDVI يأخذ شكل مقارب للمنحني السيني (Sigmoid) بسبب تأثير المناخ على نمو الأشجار في هذه المناطق الباردة وهذا يتوافق مع ما توصل إليه Ibrahim 2014 لمنحني النمو في المناطق الباردة.

مرفق ملحق الاستمارات الوصفية (24-27)



رسم بياني (6) قيم الدليل النباتي لأشجار التفاح



شكل (70) أشجار التفاح - برشين

يبين الرسم البياني (7) المنحنى الطيفي بقيم NDVI للمناطق ذات الهطل المطري المنخفض، بينما

يبين الشكل (71) الصور الطبيعية لتلك المناطق.

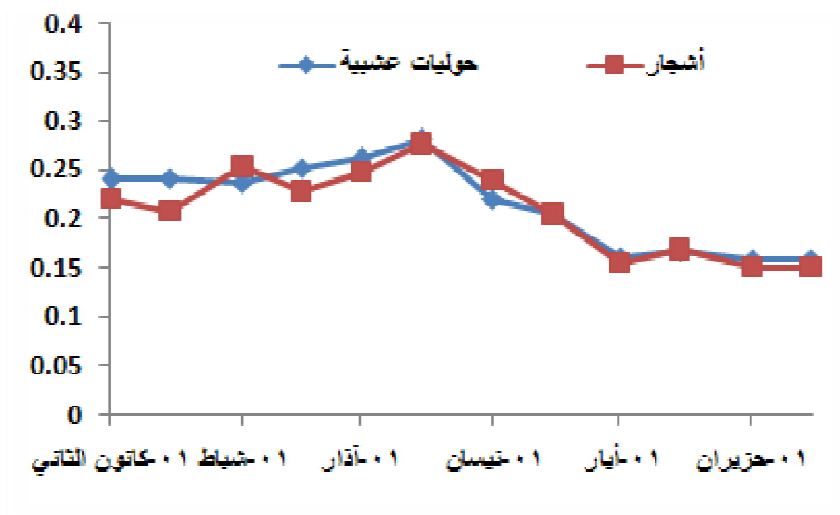
حيث يوضح الرسم البياني (7) أن منحنى النمو بقيم NDVI يأخذ المنحنى شكل مستقر ثم ينحدر

آخر الموسم ليعكس طبيعة النمو النباتي المتناثر حيث يكون السيادة في مشهد الانعكاس للتربة،

بسبب غياب التغيرات الهامة لقيم NDVI بين الأشهر مع مظلة غطاء نباتي ضعيفة، حيث تقارب

قيمة NDVI 0.2 كمتوسط خلال موسم الدراسة بسبب الغطاء النباتي الضعيف والمتناثر.

مرفق ملحق الاستثمارات الوصفية (38- 39 - 40)



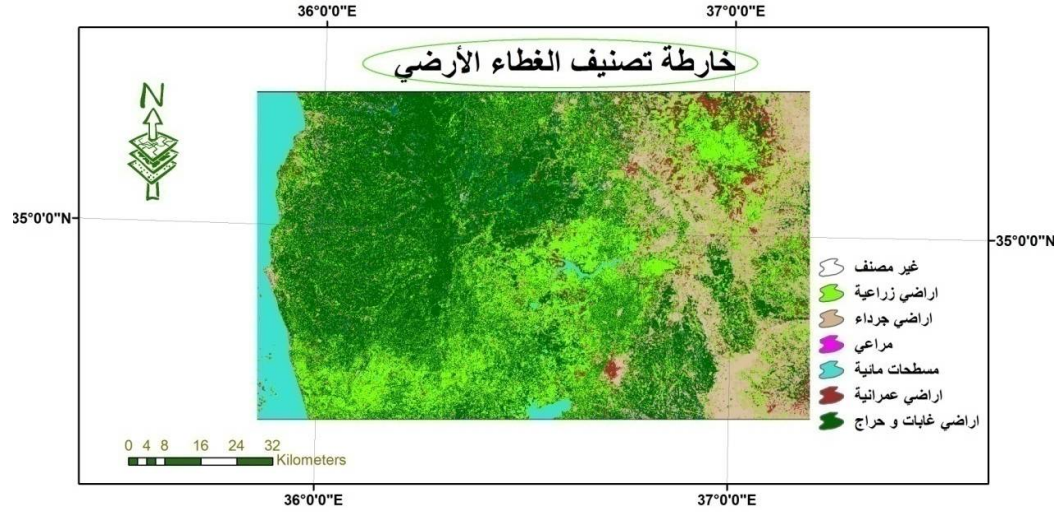
رسم بياني (7) قيم الدليل النباتي للغطاء النباتي المبعر



شكل (71) غطاء نباتي متناثر - المسعودية

التصنيف المراقب :

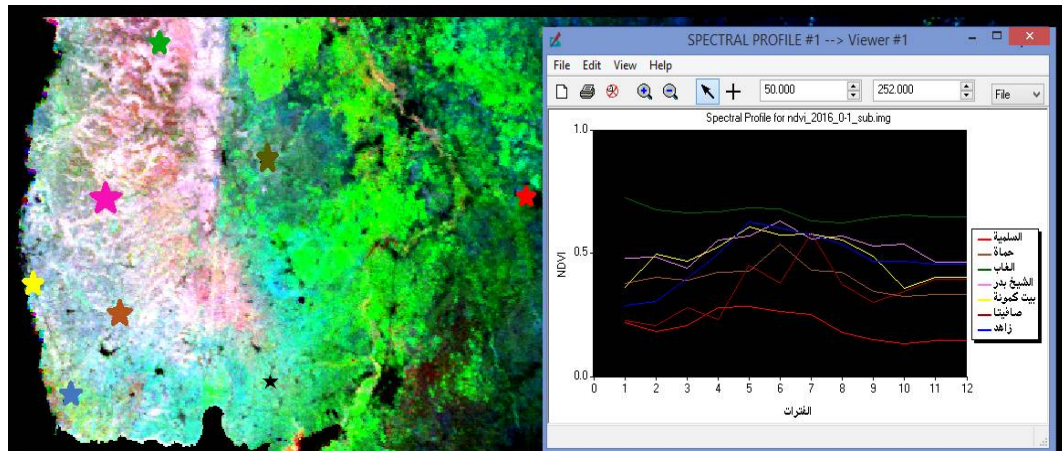
اعتماداً على قيم المنحنيات الطيفية وكذلك على نقاط التوصيف فقد تم إنتاج خارطة الغطاء النباتي لمنطقة الدراسة في 7 فئات رئيسة باستعمال برنامج ERDAS Image-2014 بتقنية التصنيف المراقب (Supervised Classification)، حيث يبين الشكل (72) خارطة الغطاء النباتي لمنطقة الدراسة.



شكل (72) خارطة الغطاء النباتي واستعمالات الأراضي

لقد تم رسم المنحنى الطيفي للغطاء النباتي في مناطق قياس الرطوبة الحقلية (الشكل 73) والتي صنفنا كما يلي:

- أراضي غابات وحراج (الغاب - الشيخ بدر - صافيتا).
- أراضي زراعية (حماة - بيت كمونة - زاهد).
- أراضي مراعي (السلمية).



شكل (73) المنحنى الطيفي للغطاء النباتي في مناطق أخذ عينات رطوبة التربة

3-5 - دقة تقدير رطوبة التربة فضائياً مقابل الحقلية

تمت مقارنة بيانات رطوبة التربة المقدرة من الصور الفضائية (SWI) مع البيانات الحقلية لرطوبة التربة (SM) في منطقة الدراسة خلال موسم 2016 وكذلك تمت مقارنة البيانات الحقلية لرطوبة التربة مع قيم الدليل النباتي NDVI من الصور الفضائية لموسم 2016 وفق النتائج المبينة خلال الفترات الزمنية التالية:

1 - الفترة 1-15 كانون الثاني :

يبين الجدول (7) نتائج التحليل الإحصائي لمقارنة بيانات رطوبة التربة المقدرة فضائياً مقابل حقلياً خلال الفترة 1-15 كانون الثاني.

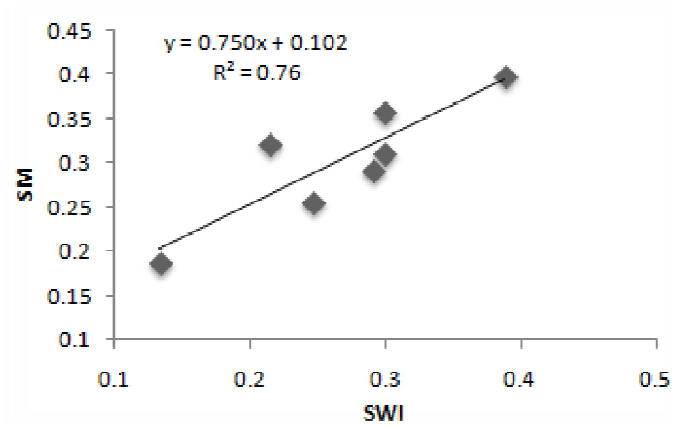
ملاحظة: تم الاكتفاء بهذا العدد من العينات (7) بحيث تكون ممثلة للمناطق التي تمكنت الباحثة من الوصول إليها ضمن منطقة الدراسة في عام 2016.

جدول (7) التحليل الإحصائي لتقدير SWI مقابل SM خلال 1-15 كانون الثاني

البيان	الرطوبة المقدرة حقلياً (SM)	الرطوبة المقدرة فضائياً (SWI)
عدد العينات	7	7
المتوسط	0.3034	0.2674
الانحراف المعياري SD	0.0690	0.0801
الخطأ القياسي النسبي %	17	
نسبة الخطأ الفضائي إلى الحقل %	13	
قيمة معامل الارتباط	0.871	

حيث بلغ متوسط دليل الرطوبة الحقلية (SM) (0.3034) مقابل تلك المستنبطة من الصور الفضائية (SWI) (0.2674)، بانحراف معياري قدره (0.0690) و(0.0801) لكل منهما على التوالي، والخطأ القياسي النسبي (17%) والخطأ القياسي النسبي للرطوبة من الصور الفضائية إلى دليل الرطوبة الحقلية (13%)، وبارتباط معنوي قوي قيمته (0.871) عند مستوى معنوية إحصائية 0.05.

إن قيمة الارتباط العالية والمعنوية بين دليل الرطوبة الحقلية والرطوبة المقدرة (م التأكد إحصائياً من خلال المقارنة مع جداول F الجدولية) وكذلك انخفاض قيمة الخطأ النسبي (17%) قد أدى إلى ارتفاع في دقة التقدير (87%)، وبالتالي تعطى العلاقة بين دليل رطوبة التربة الحقلية (SM) وتلك المقدرة فضائياً (SWI) أثناء النصف الأول من كانون الثاني وفق نموذج خطي $SM = 0.75 SWI + 0.102$ وبدرجة اعتماد (معامل تحديد) قدرها 76%، كما يوضح الرسم البياني (8) وهذا يتوافق مع ما توصل إليه Wang وآخرون (2006) و Ali وآخرون (2015).



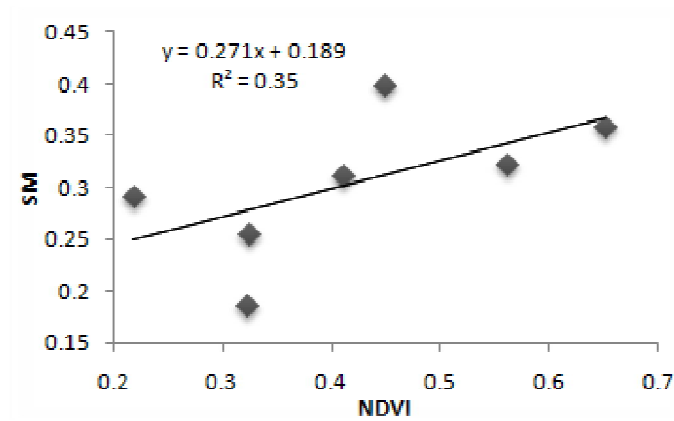
رسم بياني (8) علاقة رطوبة التربة المقدرة فضائياً (SWI) بالدليل الحقلية (SM) خلال النصف الأول من شهر كانون الثاني

يظهر الرسم البياني (9) أن المنحني البياني يشير لوجود علاقة ارتباط طردية بين قيمة الدليل النباتي

NDVI والرطوبة الحقلية SM وفق المعادلة الرياضية

$$SM = 0.27 NDVI + 0.189 \quad (R^2 = 0.35)$$

وبدرجة اعتماد متوسطة قدرها 35% وهذا يتناسب مع ما توصل إليه Runping و Jing (2012) .



رسم بياني (9) تأثير دليل رطوبة التربة المقدرة حقلياً (SM) بالدليل النباتي خلال النصف الأول من شهر كانون

الثاني

2 - الفترة 16-31 كانون الثاني :

يبين الجدول (8) نتائج التحليل الإحصائي لمقارنة بيانات رطوبة التربة المقدرة فضائياً مقابل حقلياً

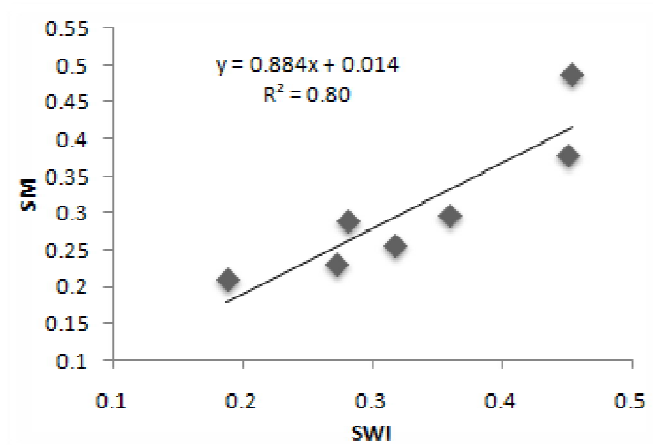
خلال الفترة 16-31 كانون الثاني.

جدول (8) التحليل الإحصائي لتقدير SWI مقابل SM خلال 16-31 كانون الثاني

البيان	الرطوبة المقدرة حقلياً (SM)	الرطوبة المقدرة فضائياً (SWI)
عدد العينات	7	7

0.3318	0.3077	المتوسط
0.0972	0.0961	الانحراف المعياري SD
16		الخطأ القياسي النسبي %
9-		نسبة الخطأ الفضائي إلى الحقل %
0.894		قيمة معامل الارتباط

حيث بلغ متوسط دليل الرطوبة الحقلية (SM) (0.3077) مقابل تلك المستنبطة من الصور الفضائية (SWI) (0.3318)، بانحراف معياري قدره (0.0961) و (0.0972) لكل منهما على التوالي، والخطأ القياسي النسبي (16%) والخطأ القياسي النسبي للرطوبة من الصور الفضائية إلى دليل الرطوبة الحقلية (9-%)، وبارتباط معنوي قوي قيمته (0.894) عند مستوى معنوية إحصائية 0.05. إن قيمة الارتباط العالية والمعنوية بين دليل الرطوبة الحقلية والرطوبة المقدرة (تم التأكد إحصائياً من خلال المقارنة مع جداول F الجدولية)، وكذلك انخفاض قيمة الخطأ النسبي (16%) قد أدى إلى ارتفاع في دقة التقدير (91%)، وبالتالي تعطى العلاقة بين دليل رطوبة التربة الحقلية (SM) وتلك المقدرة فضائياً (SWI) أثناء النصف الثاني من كانون الثاني وفق نموذج خطي $SM=0.88 SWI + 0.014$ وبدرجة اعتماد (معامل تحديد) قدرها 80%، كما يوضح الرسم البياني (10) وهذا يتوافق مع ما توصل إليه Wang وآخرون (2006) و Ali وآخرون (2015).

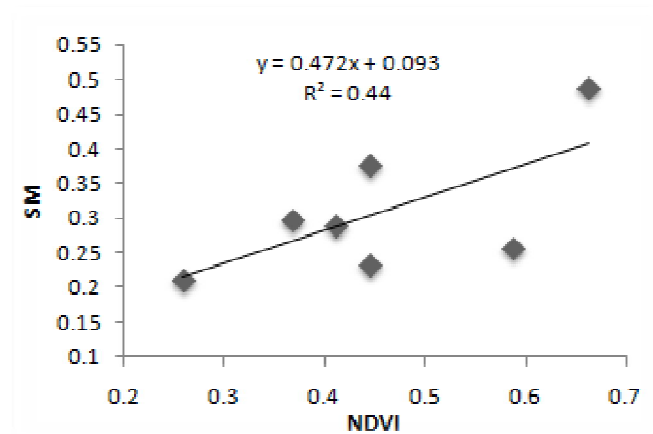


رسم بياني (10) علاقة رطوبة التربة المقدرة فضائياً (SWI) بالدليل الحقلية (SM) خلال النصف الثاني من شهر كانون الثاني

يظهر الرسم البياني (11) أن المنحني البياني يشير لوجود علاقة ارتباط طردية بين قيمة الدليل النباتي NDVI والرطوبة الحقلية SM وفق المعادلة الرياضية

$$SM = 0.472 \text{ NDVI} + 0.093 \quad (R^2 = 0.044)$$

وبدرجة اعتماد متوسطة قدرها 44% وهذا يتناسب مع ما توصل إليه Runping و Jing (2012).



رسم بياني (11) تأثير دليل رطوبة التربة المقدرة حقلياً (SM) بالدليل النباتي خلال النصف الثاني من شهر كانون الثاني

3- الفترة 1-15 شباط :

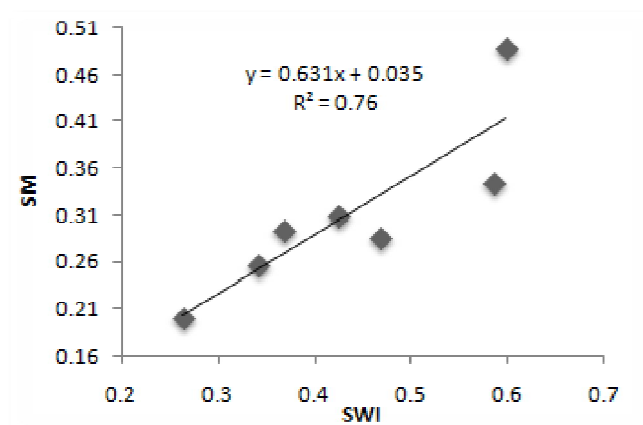
يبين الجدول (9) نتائج التحليل الإحصائي لمقارنة بيانات رطوبة التربة المقدرة فضائياً مقابل حقلياً خلال الفترة 1-15 شباط.

جدول (9) التحليل الإحصائي لتقدير SWI مقابل SM خلال 1-15 شباط

البيان	الرطوبة المقدرة حقلياً (SM)	الرطوبة المقدرة فضائياً (SWI)
عدد العينات	7	7
المتوسط	0.3107	0.3893
الانحراف المعياري SD	0.0902	0.0807
الخطأ القياسي النسبي %	29	
نسبة الخطأ الفضائي إلى الحقلي %	28-	
قيمة معامل الارتباط	0.861	

حيث بلغ متوسط دليل الرطوبة الحقلية (SM) (0.3107) مقابل تلك المستنبطة من الصور الفضائية (SWI) (0.3893)، بانحراف معياري قدره (0.0902) و (0.0807) لكل منهما على التوالي، والخطأ القياسي النسبي (29%) والخطأ القياسي النسبي للرطوبة من الصور الفضائية إلى دليل الرطوبة الحقلية (28- %)، وبارتباط معنوي قوي قيمته (0.861) عند مستوى معنوية إحصائية 0.05.

إن قيمة الارتباط العالية والمعنوية بين دليل الرطوبة الحقلية والرطوبة المقدرة (تم التأكد إحصائياً من خلال جداول F الجدولية) ، وكذلك انخفاض قيمة الخطأ النسبي (29%) قد أدى إلى ارتفاع في دقة التقدير (71%)، وبالتالي تعطى العلاقة بين دليل رطوبة التربة الحقلية (MS) وتلك المقدرة فضائياً (SWI) أثناء النصف الأول من شباط وفق نموذج خطي $SM = 0.631 SWI + 0.035$ وبدرجة اعتماد (معامل تحديد) قدرها 76%، كما يوضح الرسم البياني (12) وهذا يتوافق مع ما توصل إليه Wang وآخرون (2006) و Ali وآخرون (2015).



رسم بياني (12) علاقة رطوبة التربة المقدرة فضائياً (SWI) بالدليل الحقلية (SM) خلال النصف الأول من شهر شباط

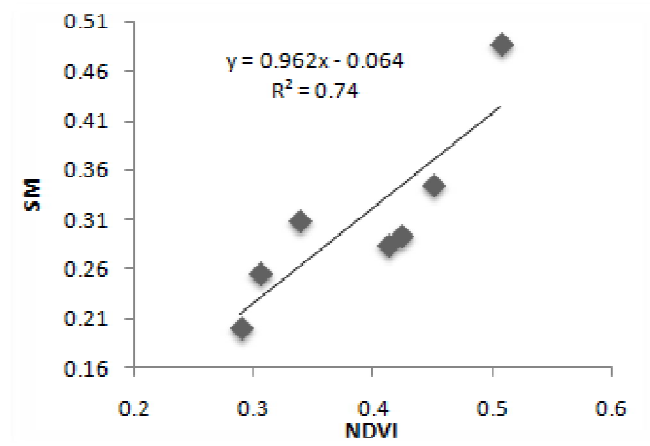
يظهر الرسم البياني (13) أن المنحني البياني يشير لوجود علاقة ارتباط طردية بين قيمة الدليل

النباتي NDVI والرطوبة الحقلية SM وفق المعادلة الرياضية

$$SM = 0.962 NDVI + 0.064 \quad (R^2 = 0.74)$$

وبدرجة اعتماد متوسطة قدرها 74% وهذا يتناسب مع ما توصل إليه Runping و Jing (2012) و

Keshavarza وآخرون (2014) .



رسم بياني (13) علاقة دليل رطوبة التربة المقدرة حقلياً (SM) بالدليل النباتي خلال النصف الأول من شهر شباط

4 - الفترة 16-28 شباط :

يبين الجدول (10) نتائج التحليل الإحصائي لمقارنة بيانات رطوبة التربة المقدرة فضائياً مقابل حقلياً

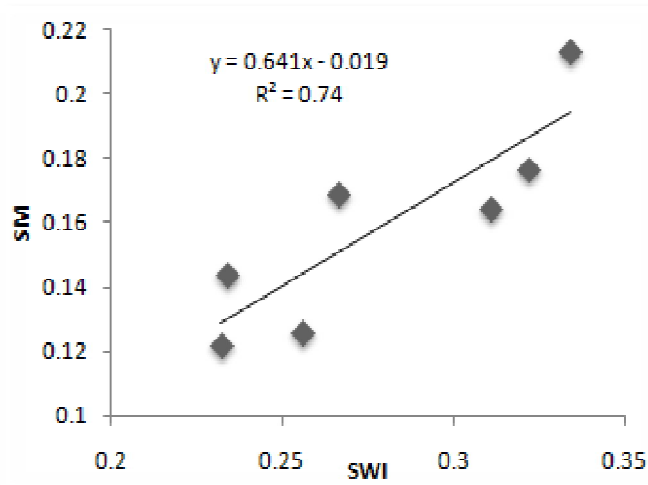
خلال الفترة 16-28 شباط.

جدول (10) التحليل الإحصائي لتقدير SWI مقابل SM خلال 16-28 شباط

البيان	الرطوبة المقدرة حقلياً (SM)	الرطوبة المقدرة فضائياً (SWI)
عدد العينات	7	7
المتوسط	0.1593	0.2793
الانحراف المعياري SD	0.0318	0.0425
الخطأ القياسي النسبي %	26	
نسبة الخطأ الفضائي إلى الحقل %	27-	
قيمة معامل الارتباط	0.858	

حيث بلغ متوسط دليل الرطوبة الحقلية (MS) (0.1593) مقابل تلك المستتبهة من الصور الفضائية (SWI) (0.2793)، بانحراف معياري قدره (0.0318) و(0.0425) لكل منهما على التوالي، والخطأ القياسي النسبي (26%) والخطأ القياسي النسبي للرطوبة من الصور الفضائية إلى دليل الرطوبة الحقلية (27-%)، وبارتباط معنوي قوي قيمته (0.858) عند مستوى معنوية إحصائية 0.05.

إن قيمة الارتباط العالية والمعنوية بين دليل الرطوبة الحقلية والرطوبة المقدرة (تم التأكد إحصائياً من خلال المقارنة مع جداول F الجدولية)، وكذلك انخفاض قيمة الخطأ النسبي (26%) قد أدى إلى ارتفاع في دقة التقدير (73%)، وبالتالي تعطى العلاقة بين دليل رطوبة التربة الحقلية (SM) وتلك المقدرة فضائياً (SWI) أثناء النصف الثاني من شهر شباط وفق نموذج خطي $SM = 0.641 SWI + 0.019$ وبدرجة اعتماد (معامل تحديد) قدرها 74%، كما يوضح الرسم البياني (14) وهذا يتوافق مع ما توصل إليه Wang وآخرون (2006) و Ali وآخرون (2015).



رسم بياني (14) علاقة رطوبة التربة المقدرة فضائياً (SWI) بالدليل الحقلية (SM) خلال النصف الثاني من شهر شباط

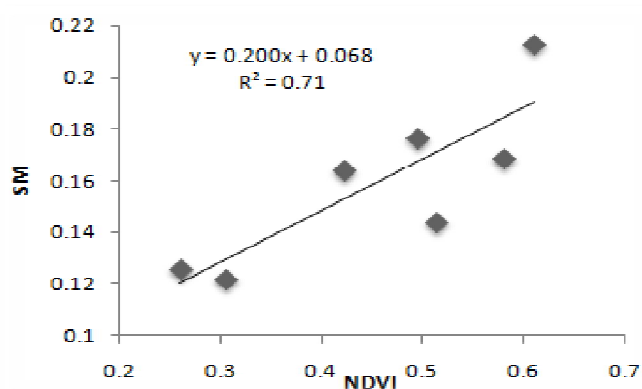
يظهر الرسم البياني (15) أن المنحني البياني يشير لوجود علاقة ارتباط طردية بين قيمة الدليل

النباتي NDVI والرطوبة الحقلية SM وفق المعادلة الرياضية

$$SM = 0.200 \text{ NDVI} + 0.068 \quad (R^2 = 0.071)$$

وبدرجة اعتماد متوسطة قدرها 71% وهذا يتناسب مع ما توصل إليه Runping و Jing (2012) و

Keshavarza وآخرون (2014) .



رسم بياني (15) تأثير دليل رطوبة التربة المقدرة حقلياً بالدليل النباتي خلال النصف الثاني من شهر شباط

5 - الفترة 1-15 آذار :

يبين الجدول (11) نتائج التحليل الإحصائي لمقارنة بيانات رطوبة التربة المقدرة فضائياً مقابل حقلياً

خلال الفترة 1-15 آذار.

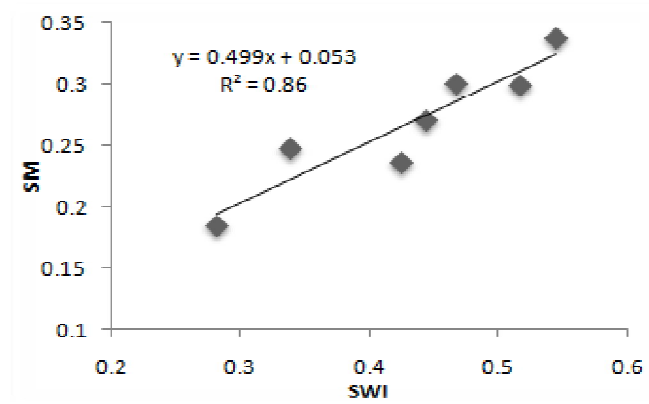
جدول (11) التحليل الإحصائي لتقدير SWI مقابل SM خلال 1-15 آذار

البيان	الرطوبة المقدرة حقلياً (SM)	الرطوبة المقدرة فضائياً (SWI)
عدد العينات	7	7

0.4309	0.2683	المتوسط
0.0937	0.0505	الانحراف المعياري SD
43		الخطأ القياسي النسبي %
40-		نسبة الخطأ الفضائي إلى الحقل %
0.928		قيمة معامل الارتباط

حيث بلغ متوسط دليل الرطوبة الحقلية (SM) (0.2683) مقابل تلك المستنبطة من الصور الفضائية (SWI) (0.4309)، بانحراف معياري قدره (0.0505) و (0.0937) لكل منهما على التوالي، والخطأ القياسي النسبي (43%) والخطأ القياسي النسبي للرطوبة من الصور الفضائية إلى دليل الرطوبة الحقلية (40-%)، وبارتباط معنوي قوي قيمته (0.928) عند مستوى معنوية إحصائية 0.05.

إن قيمة الارتباط العالية والمعنوية بين دليل الرطوبة الحقلية والرطوبة المقدرة (تم التأكد إحصائياً من خلال المقارنة مع جداول F الجدولية)، وكذلك انخفاض قيمة الخطأ النسبي (43%) قد أدى إلى ارتفاع في دقة التقدير (60%)، وبالتالي تعطى العلاقة بين دليل رطوبة التربة الحقلية (SM) وتلك المقدرة فضائياً (SWI) أثناء النصف الأول من آذار وفق نموذج خطي $SM = 0.499 SWI + 0.053$ وبدرجة اعتماد (معامل تحديد) قدرها 86%، كما يوضح الرسم البياني (16) وهذا يتوافق مع ما توصل إليه Wang وآخرون (2006) و Ali وآخرون (2015).

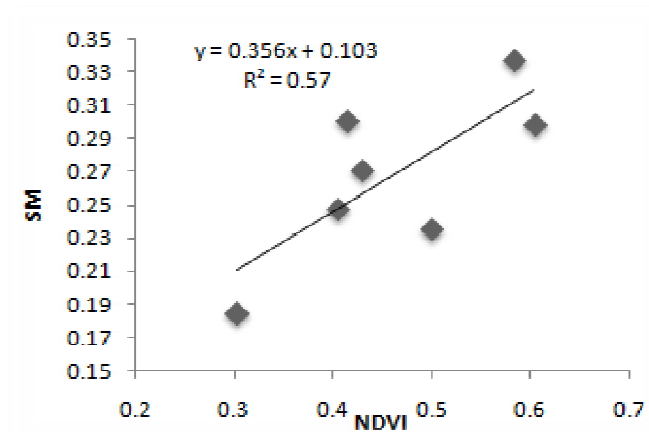


رسم بياني (16) علاقة رطوبة التربة المقدرة فضائياً (SWI) بالدليل الحقلّي (SM) خلال النصف الأول من شهر آذار

يظهر الرسم البياني (17) أن المنحني البياني يشير لوجود علاقة ارتباط طردية بين قيمة الدليل النباتي NDVI والرطوبة الحقلية SM وفق المعادلة الرياضية

$$SM = 0.356 \text{ NDVI} + 0.103 \quad (R^2 = 0.57)$$

وبدرجة اعتماد متوسطة قدرها 57% وهذا يتناسب مع ما توصل إليه Runping و Jing (2012) و Keshavarza وآخرون (2014) .



رسم بياني (17) تأثير دليل رطوبة التربة المقدرة حقلياً بالدليل النباتي خلال النصف الأول من شهر آذار

6 - الفترة 16-31 آذار :

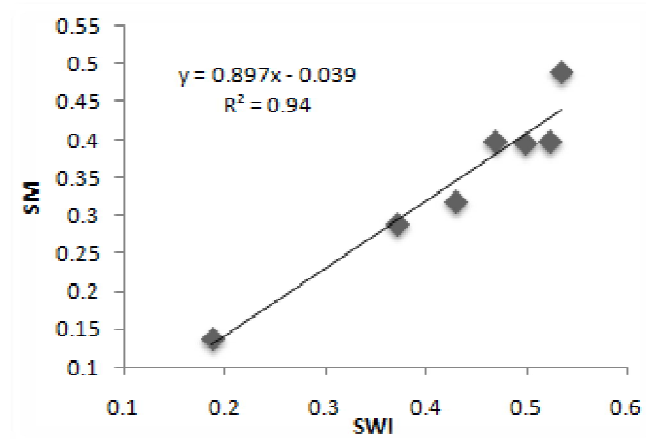
يبين الجدول (12) نتائج التحليل الإحصائي لمقارنة بيانات رطوبة التربة المقدرة فضائياً مقابل حقلياً خلال الفترة 16-31 آذار.

جدول (12) التحليل الإحصائي لتقدير SWI مقابل SM خلال 16-31 آذار

البيان	الرطوبة المقدرة حقلياً (SM)	الرطوبة المقدرة فضائياً (SWI)
عدد العينات	7	7
المتوسط	0.3468	0.4301
الانحراف المعياري SD	0.1122	0.1212
الخطأ القياسي النسبي %	25	
نسبة الخطأ الفضائي إلى الحقلي %	26-	
قيمة معامل الارتباط	0.969	

حيث بلغ متوسط دليل الرطوبة الحقلية (SM) (0.3468) مقابل تلك المستتبهة من الصور الفضائية (SWI) (0.4301)، بانحراف معياري قدره (0.1122) و (0.1212) لكل منهما على التوالي، والخطأ القياسي النسبي (25%) والخطأ القياسي النسبي للرطوبة من الصور الفضائية إلى دليل الرطوبة الحقلية (26-%)، وبارتباط معنوي قوي قيمته (0.969) عند مستوى معنوية إحصائية 0.05.

إن قيمة الارتباط العالية والمعنوية بين دليل الرطوبة الحقلية والرطوبة المقدرة (ثم التأكد إحصائياً من خلال المقارنة مع جداول F الجدولية) ، وكذلك انخفاض قيمة الخطأ النسبي (25%) قد أدى إلى ارتفاع في دقة التقدير (74%)، وبالتالي تعطى العلاقة بين دليل رطوبة التربة الحقلية (SM) وتلك المقدرة فضائياً (SWI) أثناء النصف الثاني من آذار وفق نموذج خطي $SM = 0.897 SWI + 0.039$ وبدرجة اعتماد (معامل تحديد) قدرها 94%، كما يوضح الرسم البياني (18) وهذا يتوافق مع ما توصل إليه Wang وآخرون (2006) و Ali وآخرون (2015).

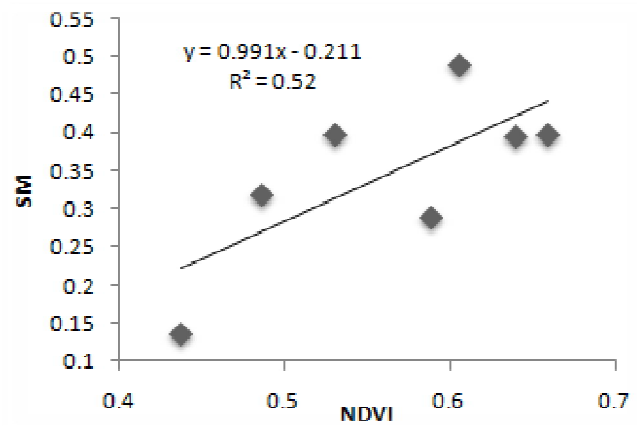


رسم بياني (18) علاقة رطوبة التربة المقدرة فضائياً (SWI) بالدليل الحقلية (SM) خلال النصف الثاني من شهر آذار

يظهر الرسم البياني (19) أن المنحني البياني يشير لوجود علاقة ارتباط طردية بين قيمة الدليل النباتي NDVI والرطوبة الحقلية SM وفق المعادلة الرياضية

$$SM = 0.991 NDVI + 0.211 \quad (R^2 = 0.52)$$

وبدرجة اعتماد متوسطة قدرها 52% وهذا يتناسب مع ما توصل إليه Runping و Jing (2012) و Keshavarza وآخرون (2014) .



رسم بياني (19) تأثير دليل رطوبة التربة المقدرة حقلياً بالدليل النباتي خلال النصف الثاني من شهر آذار

7 - الفترة 1-15 نيسان :

يبين الجدول (13) نتائج التحليل الإحصائي لمقارنة بيانات رطوبة التربة المقدرة فضائياً مقابل حقلياً خلال الفترة 1-15 نيسان.

جدول (13) التحليل الإحصائي لتقدير SWI مقابل SM خلال 1-15 نيسان

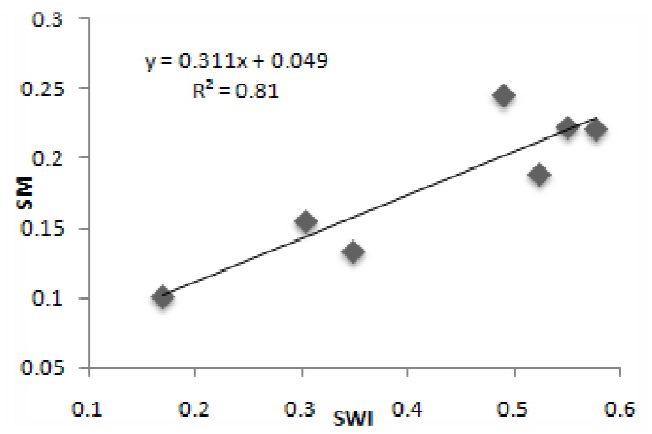
البيان	الرطوبة المقدرة حقلياً (SM)	الرطوبة المقدرة فضائياً (SWI)
عدد العينات	7	7
المتوسط	0.1814	0.4224
الانحراف المعياري SD	0.0526	0.1519
الخطأ القياسي النسبي %	144	
نسبة الخطأ الفضائي إلى الحقلي %	129-	
قيمة معامل الارتباط	0.900	

حيث بلغ متوسط دليل الرطوبة الحقلية (SM) (0.1814) مقابل تلك المستتبهة من الصور الفضائية (SWI) (0.4224)، بانحراف معياري قدره (0.0526) و (0.1519) لكل منهما على التوالي، والخطأ القياسي النسبي (144%) والخطأ القياسي النسبي للرطوبة من الصور الفضائية إلى دليل الرطوبة الحقلية (-129%)، وارتباط معنوي قوي قيمته (0.9) عند مستوى معنوية إحصائية 0.05.

إن قيمة الارتباط العالية بين دليل الرطوبة الحقلية والرطوبة المقدرة (تم التأكد إحصائياً من خلال المقارنة مع جداول F الجدولية) وكذلك قيمة الخطأ النسبي الكبيرة (144%) قد أدى إلى انخفاض دقة التقدير (29%)، وبالتالي فإن النموذج المبني على تلك البيانات في هذه الفترة سيكون منخفض الدقة، وهذا يستدعي عملية إعادة بناء النموذج الفضائي بثوابت حقلية جديدة يجب إدخالها على بيانات نموذج التقدير الفضائي أثناء تلك الفترة من الموسم (النصف الأول من نيسان) وهذا يتوافق مع ما توصل إليه Keshavarza وآخرون (2014).

تعطى العلاقة بين دليل رطوبة التربة الحقلية (SM) وتلك المقدرة فضائياً (SWI) أثناء النصف الأول من نيسان وفق نموذج خطي $SM = 0.311 SWI + 0.049$ وبدرجة اعتماد (معامل تحديد) قدرها 81%، كما يوضح الرسم البياني (20) وهذا يتوافق مع ما توصل إليه Wang

وآخرون (2006) و Ali وآخرون (2015).



رسم بياني (20) علاقة رطوبة التربة المقدرة فضائياً (SWI) بالدليل الحقلية (SM) خلال النصف الأول من شهر نيسان

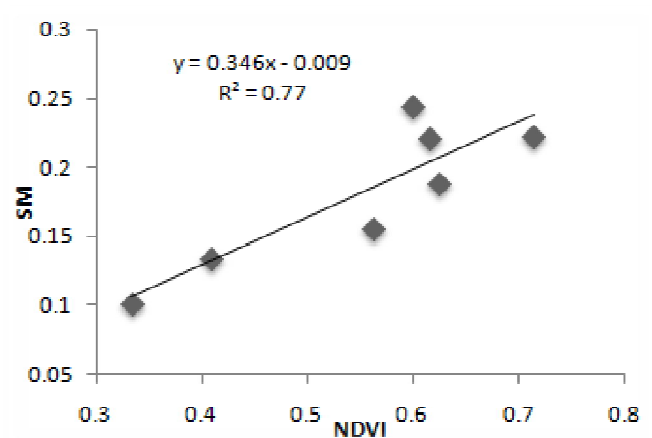
يظهر الرسم البياني (21) أن المنحني البياني يشير لوجود علاقة ارتباط طردية بين قيمة الدليل

النباتي NDVI والرطوبة الحقلية SM وفق المعادلة الرياضية

$$SM = 0.346 NDVI + 0.009 \quad (R^2 = 0.77)$$

وبدرجة اعتماد متوسطة قدرها 77% وهذا يتناسب مع ما توصل إليه Jing و Runping (2012) و

Keshavarza وآخرون (2014) .



رسم بياني (21) تأثير دليل رطوبة التربة المقدرة حقلياً بالدليل النباتي خلال النصف الأول من شهر نيسان

8- الفترة 16-30 نيسان :

يبين الجدول (14) نتائج التحليل الإحصائي لمقارنة بيانات رطوبة التربة المقدرة فضائياً مقابل حقلياً خلال الفترة 16-30 نيسان.

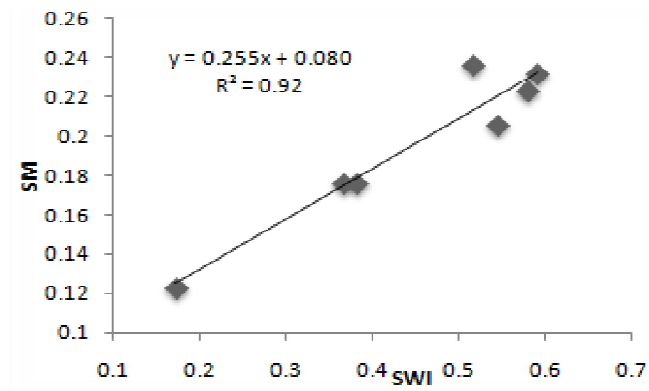
جدول (14) التحليل الإحصائي لتقدير SWI مقابل SM خلال 16-30 نيسان

البيان	الرطوبة المقدرة حقلياً (SM)	الرطوبة المقدرة فضائياً (SWI)
عدد العينات	7	7
المتوسط	0.1960	0.4499
الانحراف المعياري SD	0.0405	0.1520
الخطأ القياسي النسبي %	140	
نسبة الخطأ الفضائي إلى الحقلي %	123-	
قيمة معامل الارتباط	0.960	

حيث بلغ متوسط دليل الرطوبة الحقلية (SM) (0.1960) مقابل تلك المستنبطة من الصور الفضائية (SWI) (0.4499)، بانحراف معياري قدره (0.0405) و (0.1520) لكل منهما على التوالي، والخطأ القياسي النسبي (140%) والخطأ القياسي النسبي للرطوبة من الصور الفضائية إلى دليل الرطوبة الحقلية (123-%)، وبارتباط معنوي قوي قيمته (600.9) عند مستوى معنوية إحصائية 0.05.

إن قيمة الارتباط العالية بين دليل الرطوبة الحقلية والرطوبة المقدرة (تم التأكد إحصائياً من خلال المقارنة مع جداول F الجدولية) وكذلك قيمة الخطأ النسبي الكبيرة (140%) قد أدى إلى انخفاض دقة التقدير (23%)، وبالتالي فإن النموذج المبني على تلك البيانات في هذه الفترة سيكون منخفض الدقة، وهذا يستدعي عملية إعادة بناء النموذج الفضائي بثوابت حقلية جديدة يجب إدخالها على بيانات نموذج التقدير الفضائي أثناء تلك الفترة من الموسم (النصف الثاني من نيسان) وهذا يتوافق مع ما توصل إليه Keshavarza وآخرون (2014) .

تعطى العلاقة بين رطوبة دليل التربة الحقلية (SM) وتلك المقدرة فضائياً (SWI) أثناء النصف الثاني من نيسان وفق نموذج خطي $SM = 0.255 SWI + 0.080$ وبدرجة اعتماد (معامل تحديد) قدرها 92%، كما يوضح الرسم البياني (22) وهذا يتوافق مع ما توصل إليه Wang (2006) و Ali (2015).



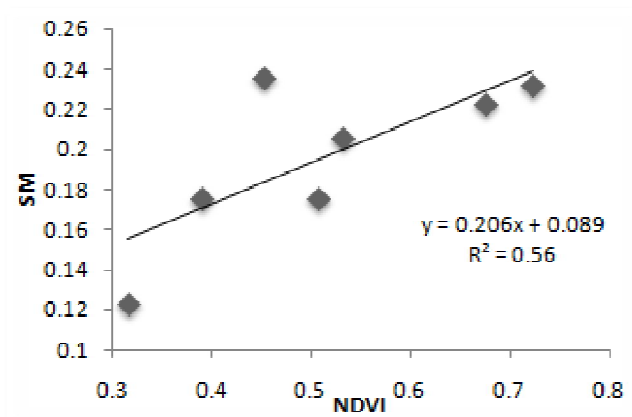
رسم بياني (22) علاقة رطوبة التربة المقدرة فضائياً (SWI) بالدليل الحقلية (SM) خلال النصف الثاني من شهر نيسان

يظهر الرسم البياني (23) أن المنحني البياني يشير لوجود علاقة ارتباط طردية بين قيمة الدليل

النباتي NDVI والرطوبة الحقلية SM وفق المعادلة الرياضية

$$SM = 0.206 NDVI + 0.089 \quad (R^2 = 0.56)$$

وبدرجة اعتماد متوسطة قدرها 56% وهذا يتناسب مع ما توصل إليه Jing و Runping (2012) و Keshavarza وآخرون (2014) .



رسم بياني (23) تأثير دليل رطوبة التربة المقدرة حقلياً بالدليل النباتي خلال النصف الثاني من شهر نيسان

9 - الفترة 1-15 أيار :

يبين الجدول (15) نتائج التحليل الإحصائي لمقارنة بيانات رطوبة التربة المقدرة فضائياً مقابل حقلياً خلال الفترة 1-15 أيار.

جدول (15) التحليل الإحصائي لتقدير SWI مقابل SM خلال 1-15 أيار

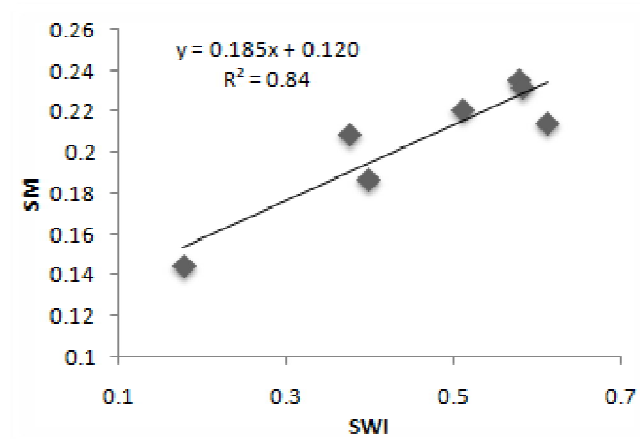
البيان	الرطوبة المقدرة حقلياً (SM)	الرطوبة المقدرة فضائياً (SWI)
عدد العينات	7	7
المتوسط	0.2064	0.4614
الانحراف المعياري SD	0.0315	0.1558
الخطأ القياسي النسبي %	136	

نسبة الخطأ الفضائي إلى الحقل %	118-
قيمة معامل الارتباط	0.917

حيث بلغ متوسط دليل الرطوبة الحقلية (SM) (0.2064) مقابل تلك المستتبطة من الصور الفضائية (SWI) (0.4614)، بانحراف قياسي قدره (0.0315) و (0.1558) لكل منهما على التوالي، والخطأ القياسي النسبي (136%) والخطأ القياسي النسبي للرطوبة من الصور الفضائية إلى الرطوبة الحقلية (118-%)، وبارتباط معنوي قوي قيمته (170.9) عند مستوى معنوية إحصائية 0.05.

إن قيمة الارتباط العالية بين دليل الرطوبة الحقلية والرطوبة المقدرة (ثم التأكد إحصائياً من خلال المقارنة مع جداول F الجدولية) وكذلك قيمة الخطأ النسبي الكبيرة (136%) قد أدى إلى انخفاض دقة التقدير (18%)، وبالتالي فإن النموذج المبني على تلك البيانات في هذه الفترة سيكون منخفض الدقة، وهذا يستدعي عملية إعادة بناء النموذج الفضائي بثوابت حقلية جديدة يجب إدخالها على بيانات نموذج التقدير الفضائي أثناء تلك الفترة من الموسم (النصف الأول من أيار) وهذا يتوافق مع ما توصل إليه Keshavarza وآخرون (2014).

تعطى العلاقة بين دليل رطوبة التربة الحقلية (SM) وتلك المقدرة فضائياً (SWI) أثناء النصف الأول من أيار وفق نموذج خطي $SM = 0.185 SWI + 0.120$ وبدرجة اعتماد (معامل تحديد) قدرها 84%، كما يوضح الرسم البياني (24) وهذا يتوافق مع ما توصل إليه Wang وآخرون (2006) و Ali وآخرون (2015).



رسم بياني (24) علاقة رطوبة التربة المقدرة فضائياً (SWI) بالدليل الحقلية (SM) خلال النصف الأول من شهر

أيار

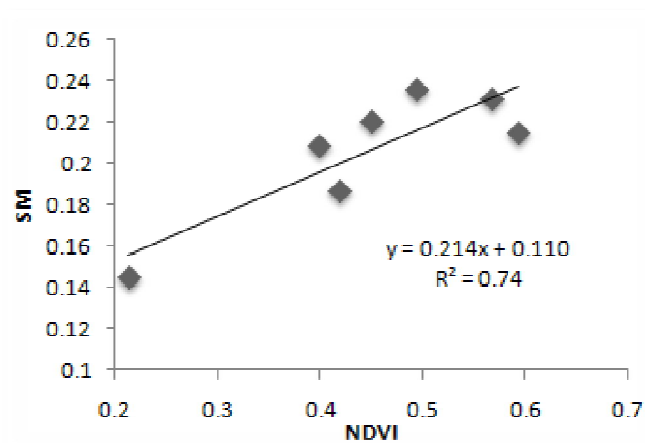
يظهر الرسم البياني (25) أن المنحني البياني يشير لوجود علاقة ارتباط طردية بين قيمة الدليل

النباتي NDVI والرطوبة الحقلية SM وفق المعادلة الرياضية

$$SM = 0.214 NDVI + 0.110 \quad (R^2 = 0.74)$$

وبدرجة اعتماد متوسطة قدرها 74% وهذا يتناسب مع ما توصل إليه Jing و Runping (2012) و

Keshavarza وآخرون (2014) .



رسم بياني (25) تأثير دليل رطوبة التربة المقدرة حقلياً بالدليل النباتي خلال النصف الأول من شهر أيار

10 – الفترة 16-31 أيار :

يبين الجدول (16) نتائج التحليل الإحصائي لمقارنة بيانات رطوبة التربة المقدرة فضائياً مقابل حقلياً خلال الفترة 16-31 أيار.

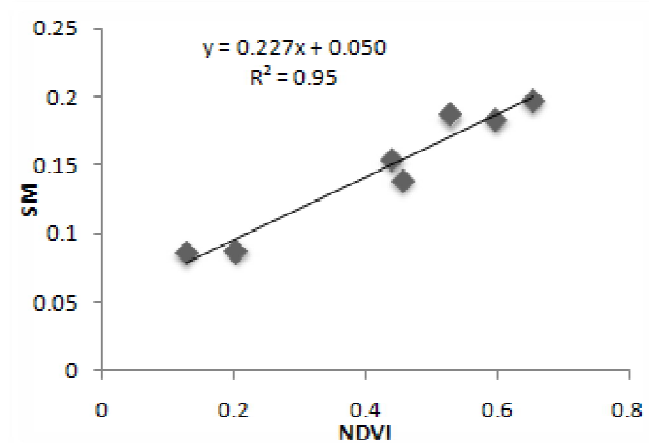
جدول (16) التحليل الإحصائي لتقدير SWI مقابل SM خلال 16-31 أيار

البيان	الرطوبة المقدرة حقلياً (SM)	الرطوبة المقدرة فضائياً (SWI)
عدد العينات	7	7
المتوسط	0.1486	0.4299
الانحراف المعياري SD	0.0459	0.1966
الخطأ القياسي النسبي %	212	
نسبة الخطأ الفضائي إلى الحقلي %	135-	
قيمة معامل الارتباط	0.976	

حيث بلغ متوسط دليل الرطوبة الحقلية (SM) (0.1486) مقابل تلك المستنبطة من الصور الفضائية (SWI) (0.4299)، بانحراف معياري قدره (0.0459) و (0.1966) لكل منهما على التوالي، والخطأ القياسي النسبي (212%) والخطأ القياسي النسبي للرطوبة من الصور الفضائية إلى دليل الرطوبة الحقلية (135-%)، وبارتباط معنوي قوي قيمته (760.9) عند مستوى معنوية إحصائية 0.05.

إن قيمة الارتباط العالية بين دليل الرطوبة الحقلية والرطوبة المقدرة (تم التأكد إحصائياً من خلال المقارنة مع جداول F الجدولية) وكذلك قيمة الخطأ النسبي الكبيرة (212%) قد أدى إلى انخفاض دقة التقدير (35%)، وبالتالي فإن النموذج المبني على تلك البيانات في هذه الفترة سيكون منخفض الدقة، وهذا يستدعي عملية إعادة بناء النموذج الفضائي بثوابت حقلية جديدة يجب إدخالها على بيانات نموذج التقدير الفضائي أثناء تلك الفترة من الموسم (النصف الثاني من أيار) وهذا يتوافق مع ما توصل إليه Keshavarza وآخرون (2014) .

تعطى العلاقة بين دليل رطوبة التربة الحقلية (SM) وتلك المقدرة فضائياً (SWI) أثناء النصف الثاني من أيار وفق نموذج خطي $SM = 0.277 SWI + 0.050$ وبدرجة اعتماد (معامل تحديد) قدرها 95%، كما يوضح الرسم البياني (26) وهذا يتوافق مع ما توصل إليه Wang وآخرون (2006) و Ali وآخرون (2015).



رسم بياني (26) علاقة رطوبة التربة المقدرة فضائياً (SWI) بالدليل الحقلية (SM) خلال النصف الثاني من شهر أيار

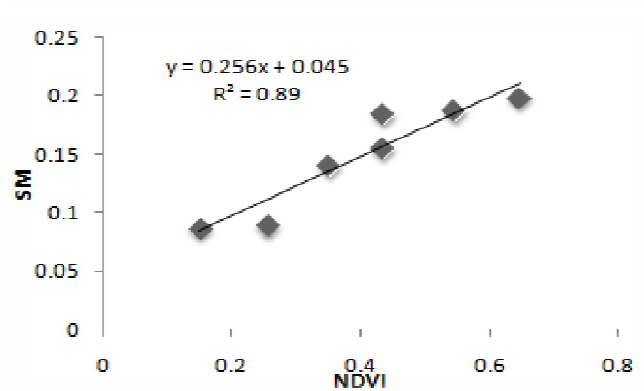
يظهر الرسم البياني (27) أن المنحني البياني يشير لوجود علاقة ارتباط طردية بين قيمة الدليل

النباتي NDVI والرطوبة الحقلية SM وفق المعادلة الرياضية

$$SM = 0.256 NDVI + 0.045 \quad (R^2 = 0.89)$$

وبدرجة اعتماد متوسطة قدرها 89% وهذا يتناسب مع ما توصل إليه Runping و Jing (2012) و

Keshavarza وآخرون (2014) .



رسم بياني (27) تأثير دليل رطوبة التربة المقدرة فضائياً بالدليل النباتي خلال النصف الثاني من شهر أيار

11- الفترة 1-15 حزيران :

يبين الجدول (17) نتائج التحليل الإحصائي لمقارنة بيانات رطوبة التربة المقدرة فضائياً مقابل حقلياً

خلال الفترة 1-15 حزيران.

جدول (17) التحليل الإحصائي لتقدير SWI مقابل SM خلال 1-15 حزيران

البيان	لرطوبة المقدرة حقلياً (SM)	لرطوبة المقدرة فضائياً (SWI)
عدد العينات	7	7

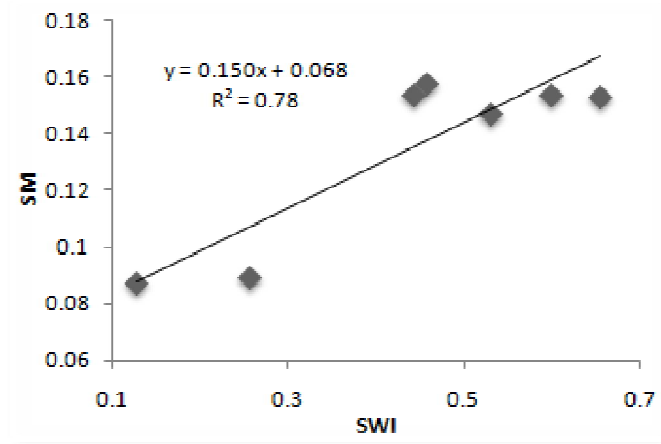
0.4370	0.1346	المتوسط
0.1877	0.0320	الانحراف المعياري SD
250		الخطأ القياسي النسبي %
212-		نسبة الخطأ الفضائي إلى الحقل %
0.885		قيمة معامل الارتباط

حيث بلغ متوسط دليل الرطوبة الحقلية (SM) (0.1346) مقابل تلك المستنبطة من الصور الفضائية (SWI) (0.4370)، بانحراف معياري قدره (0.0320) و (0.1877) لكل منهما على التوالي، والخطأ القياسي النسبي (250%) والخطأ القياسي النسبي للرطوبة من الصور الفضائية إلى دليل الرطوبة الحقلية (-212%)، وبارتباط معنوي قوي قيمته (0.885) عند مستوى معنوية إحصائية 0.05.

إن قيمة الارتباط العالية بين دليل الرطوبة الحقلية والرطوبة المقدرة (تم التأكد إحصائياً من خلال المقارنة مع جداول F الجدولية) وكذلك قيمة الخطأ النسبي الكبيرة (250%) قد أدى إلى انخفاض دقة التقدير (12%)، وبالتالي فإن النموذج المبني على تلك البيانات في هذه الفترة سيكون منخفض الدقة، وهذا يستدعي عملية إعادة بناء النموذج الفضائي بثوابت حقلية جديدة يجب إدخالها على بيانات نموذج التقدير الفضائي أثناء تلك الفترة من الموسم (النصف الأول من حزيران) وهذا يتوافق مع ما توصل إليه Keshavarza وآخرون (2014).

تعطى العلاقة بين دليل رطوبة التربة الحقلية (SM) وتلك المقدرة فضائياً (SWI) أثناء النصف الأول من حزيران وفق نموذج خطي $SM = 0.150 SWI + 0.068$ وبدرجة اعتماد (معامل تحديد

(قدرها 78%، كما يوضح الرسم البياني (28) وهذا يتوافق مع ما توصل إليه Wang وآخرون (2006) و Ali وآخرون (2015).

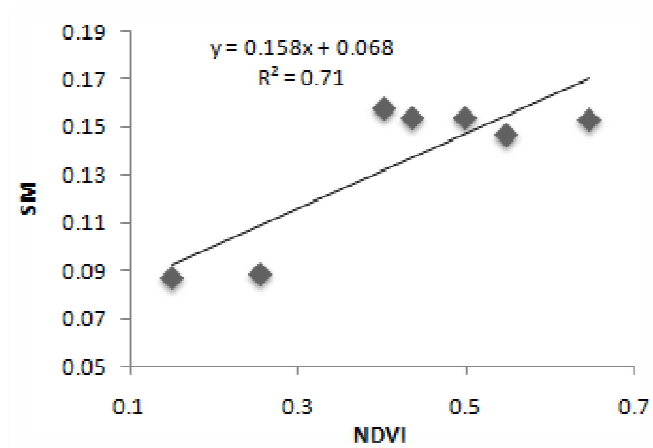


رسم بياني (28) علاقة رطوبة التربة المقدرة فضائياً (SWI) بالدليل الحقلية (SM) خلال النصف الأول من شهر حزيران

يظهر الرسم البياني (29) أن المنحني البياني يشير لوجود علاقة ارتباط طردية بين قيمة الدليل النباتي NDVI والرطوبة الحقلية SM وفق المعادلة الرياضية

$$SM = 0.158 \text{ NDVI} + 0.068 \quad (R^2 = 0.71)$$

وبدرجة اعتماد متوسطة قدرها 71% وهذا يتناسب مع ما توصل إليه Jing و Runping (2012) و Keshavarza وآخرون (2014).



رسم بياني (29) تأثير دليل رطوبة التربة المقدرة حقلياً بالدليل النباتي خلال النصف الأول من شهر حزيران

12 - الفترة 16-30 حزيران :

يبين الجدول (18) نتائج التحليل الإحصائي لمقارنة بيانات رطوبة التربة المقدرة فضائياً مقابل حقلياً خلال الفترة 16-30 حزيران.

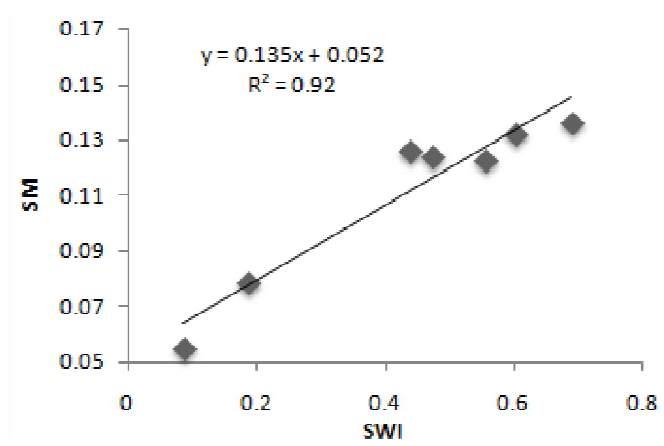
جدول (18) التحليل الإحصائي لتقدير SWI مقابل SM خلال 16-30 حزيران

البيان	الرطوبة المقدرة حقلياً (SM)	الرطوبة المقدرة فضائياً (SWI)
عدد العينات	7	7
المتوسط	0.1107	0.4329
الانحراف المعياري SD	0.0311	0.1205
الخطأ القياسي النسبي %	332	
نسبة الخطأ الفضائي إلى الحقلي %	242-	
قيمة معامل الارتباط	0.959	

حيث بلغ متوسط دليل الرطوبة الحقلية (SM) (0.1107) مقابل تلك المستنبطة من الصور الفضائية (SWI) (0.4329)، بانحراف معياري قدره (0.0311) و(0.1205) لكل منهما على التوالي، والخطأ القياسي النسبي (332%) والخطأ القياسي النسبي للرطوبة من الصور الفضائية إلى دليل الرطوبة الحقلية (-242%)، وارتباط معنوي قوي قيمته (590.9) عند مستوى معنوية إحصائية 0.05.

إن قيمة الارتباط العالية بين دليل الرطوبة الحقلية والرطوبة المقدرة (ثم التأكد إحصائياً من خلال المقارنة مع جداول F الجدولية) وكذلك قيمة الخطأ النسبي الكبيرة (332%) قد أدت إلى انخفاض دقة التقدير (42%)، وبالتالي فإن النموذج المبني على تلك البيانات في هذه الفترة سيكون منخفض الدقة، وهذا يستدعي عملية إعادة بناء النموذج الفضائي بثوابت حقلية جديدة يجب إدخالها على بيانات نموذج التقدير الفضائي أثناء تلك الفترة من الموسم (النصف الأول من حزيران) وهذا يتوافق مع ما توصل إليه Keshavarza وآخرون (2014) .

تعطى العلاقة بين دليل رطوبة التربة الحقلية (SM) وتلك المقدرة فضائياً (SWI) أثناء النصف الأول من حزيران وفق نموذج خطي $SM = 0.135 SWI + 0.052$ وبدرجة اعتماد (معامل تحديد قدرها 92%)، كما يوضح الرسم البياني (30) وهذا يتوافق مع ما توصل إليه Wang وآخرون (2006) و Ali وآخرون (2015).



رسم بياني (30) علاقة رطوبة التربة المقدرة فضائياً (SWI) بالدليل الحقلية (SM) خلال النصف الثاني من شهر حزيران

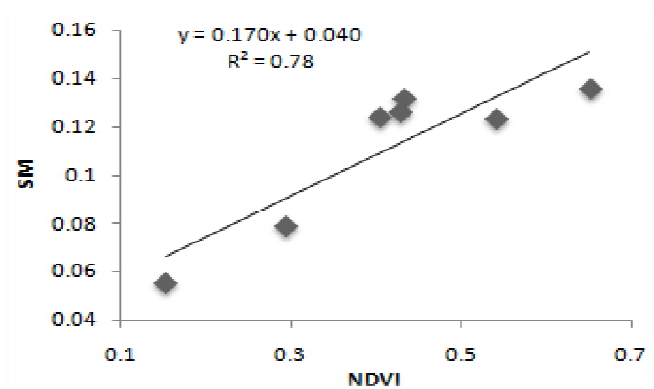
يظهر الرسم البياني (31) أن المنحني البياني يشير لوجود علاقة ارتباط طردية بين قيمة الدليل

النباتي NDVI والرطوبة الحقلية SM وفق المعادلة الرياضية

$$SM = 0.170 \text{ NDVI} + 0.040 \quad (R^2 = 0.78)$$

وبدرجة اعتماد متوسطة قدرها 78% وهذا يتناسب مع ما توصل إليه Runping و Jing (2012) و

Keshavarza وآخرون (2014) .



رسم بياني (31) تأثير دليل رطوبة التربة المقدرة حقلياً بالدليل النباتي خلال النصف الثاني من شهر حزيران

إعادة النمذجة الحقلية

تم إعادة بناء نماذج فضائية بثوابت حقلية جديدة (إعادة النمذجة الحقلية) للنماذج التي كانت بها نسبة الخطأ الفضائي إلى الحقل مرتفعة وهي تلك الفترات ذات التواريخ التالية (1-15 نيسان / 16-30 نيسان / 1-15 أيار / 16-31 حزيران) أي إدخال قيم ثوابت المعادلة التي حصلنا عليها من الرسوم البيانية (20-22-24-26-28-30)

$$(SM = E \text{ SWI} + F)$$

حيث SM دليل رطوبة التربة الحقلية

SWI رطوبة التربة من الصور الفضائية

E-F: ثوابت رياضية من الرسوم البيانية

حيث في نموذج تم تصميمه على برنامج ERDAS للحصول على صور فضائية معتمدة على هذه

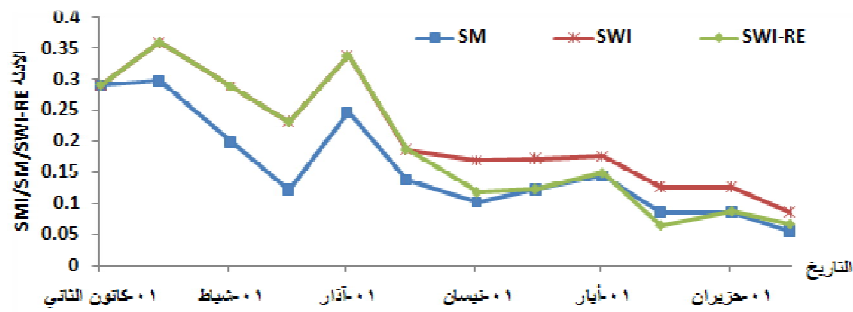
الثوابت ثم تم إجراء اختبار الدقة للنماذج الجديدة فكانت النتائج المرفقة في الجدول (19):

جدول(19) نتائج اختبار الدقة بين الرطوبة الحقلية SM وإعادة النمذجة للرطوبة من الصور الفضائية

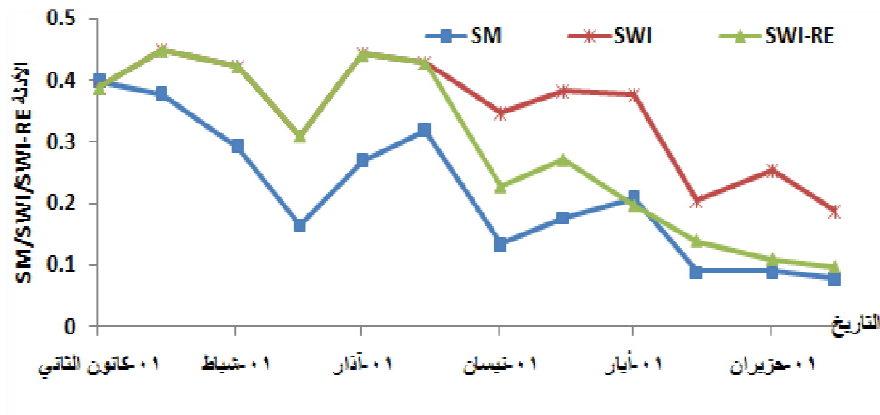
16-حزيران		01-حزيران		16-أيار		01-أيار		16-نيسان		01-نيسان		البيان
-SWI	SWI	-SWI	SWI	-SWI	SWI	-SWI	SWI	-SWI	SWI	-SWI	SWI	
RE		RE		RE		RE		RE		RE		الخطأ القياسي النسبي
29	332	15	250	17	212	15	136	24	140	34	144	
26-	242-	2-	212-	8-	135-	10-	118-	7-	123-	35-	129-	نسبة الخطأ الفضائي إلى الحقل (معادلة الدقة)

يبين الجدول (19) أن قيم الارتباط أصبحت عالية ومعنوية بين الرطوبة الحقلية والرطوبة المقدرة، وقيمة الخطأ النسبي صغيرة مما أدى إلى ارتفاع الدقة التقديرية (انخفاض نسبة الخطأ الفضائي إلى الحقلية)، وبالتالي يمكن اعتماد هذه الصورة الناتجة عن عملية إعادة النمذجة في هذه التواريخ كمؤشر على رطوبة التربة بوثوقية عالية.

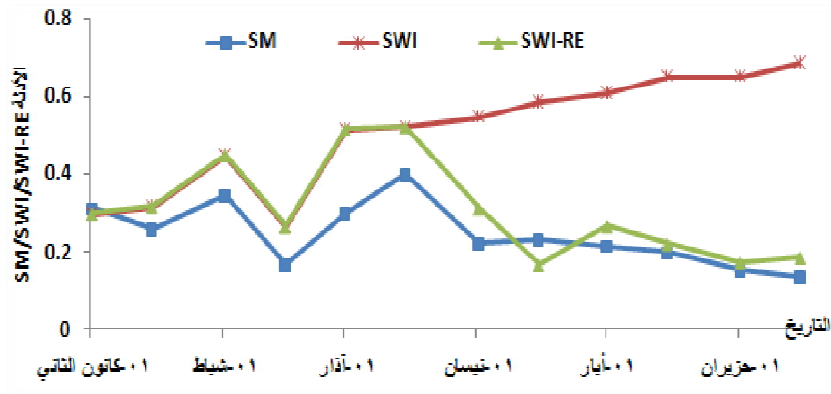
حيث تبين الرسوم البيانية التالية (32-33-34-35-36-37-38) اختلاف قيم الرطوبة الحقلية (SM) والرطوبة من الصور الفضائية (SWI) والرطوبة من الصور الفضائية بعد إعادة النمذجة (SWI-RE) في مناطق الدراسة.



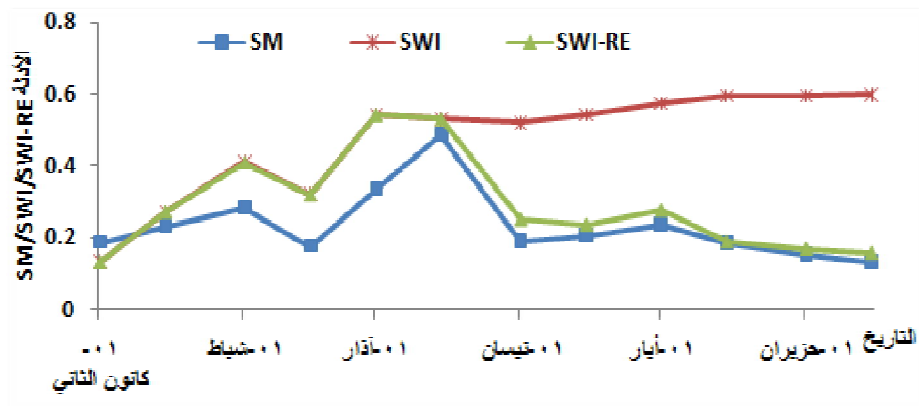
رسم بياني (32) قيم SM و SWI و SWI-RE في السليمية لموسم 2016



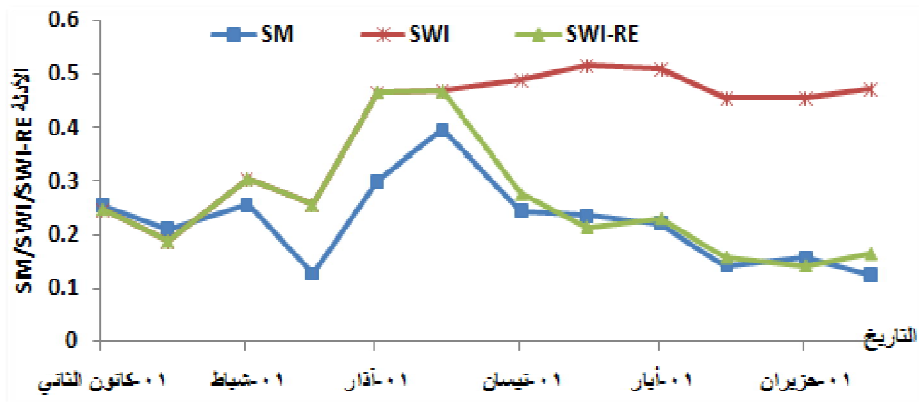
رسم بياني (33) قيم SM و SWI و SWI-RE في حماة لموسم 2016



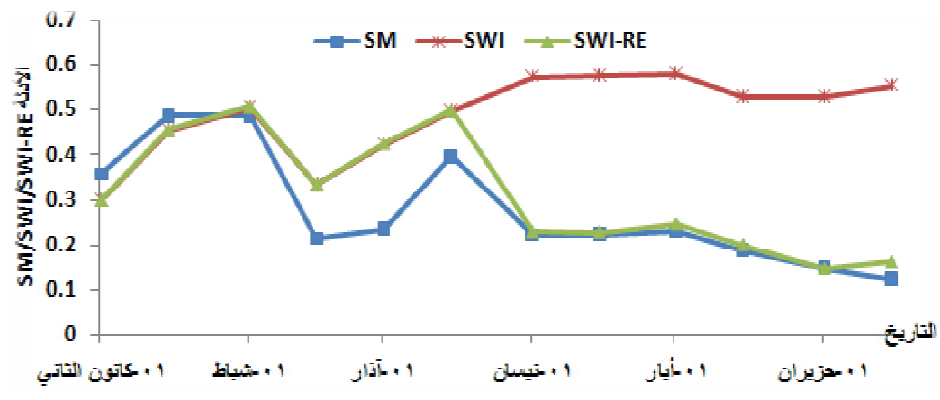
رسم بياني (34) قيم SM و SWI و SWI-RE في الغاب لموسم 2016



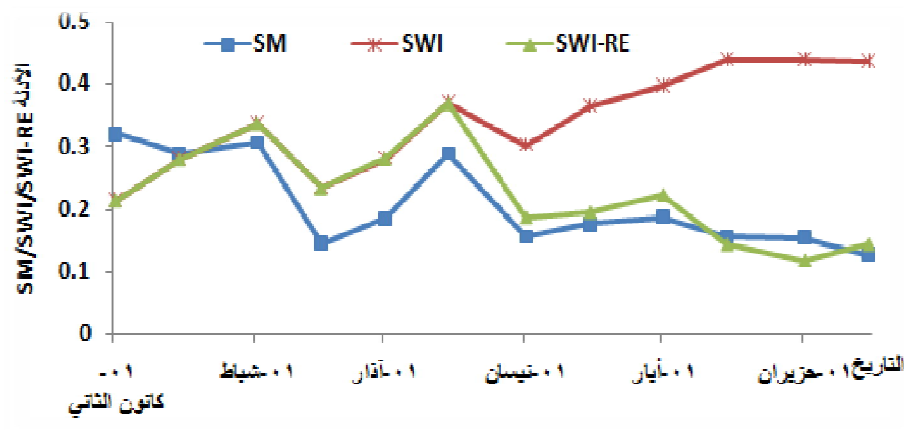
رسم بياني (35) قيم SM و SWI و SWI-RE في الشيخ بدر لموسم 2016



رسم بياني (36) قيم SM و SWI و SWI-RE في بيت كمونة لموسم 2016



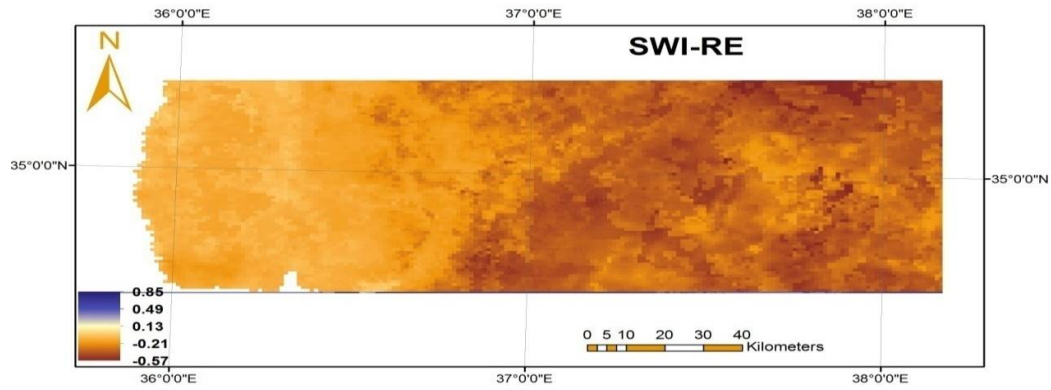
رسم بياني (37) قيم SM و SWI و SWI-RE في صافيتا لموسم 2016



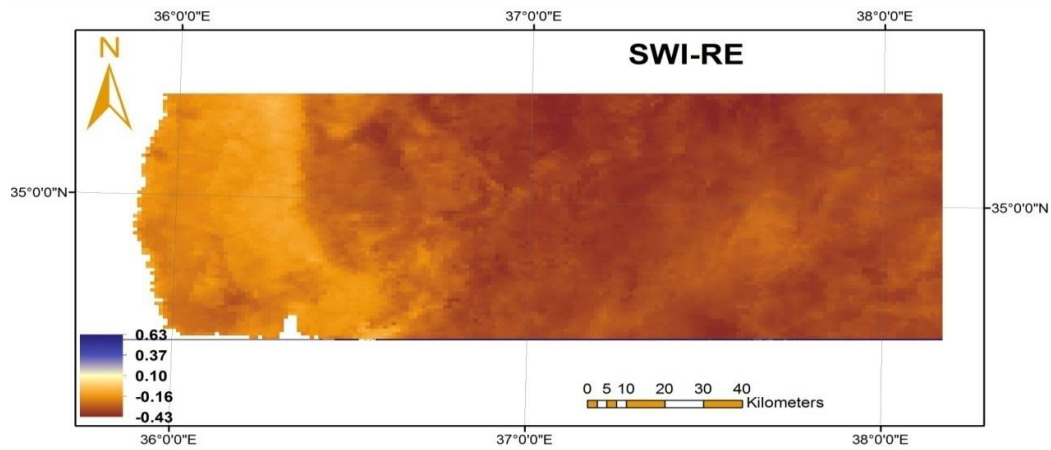
رسم بياني (38) قيم SM و SWI و SWI-RE في زاهد لموسم 2016

حيث نلاحظ أن قيم الرطوبة الحقلية SM كانت متقاربة مع قيم رطوبة التربة من الصور الفضائية SWI في الفترات من 1 كانون الثاني حتى 31 آذار بينما تتباعد القيم في الفترات من 1 نيسان حتى 30 حزيران، بينما تتقارب قيم الرطوبة الحقلية SM وقيم الرطوبة بعد إعادة النمذجة الحقلية SWI-RE.

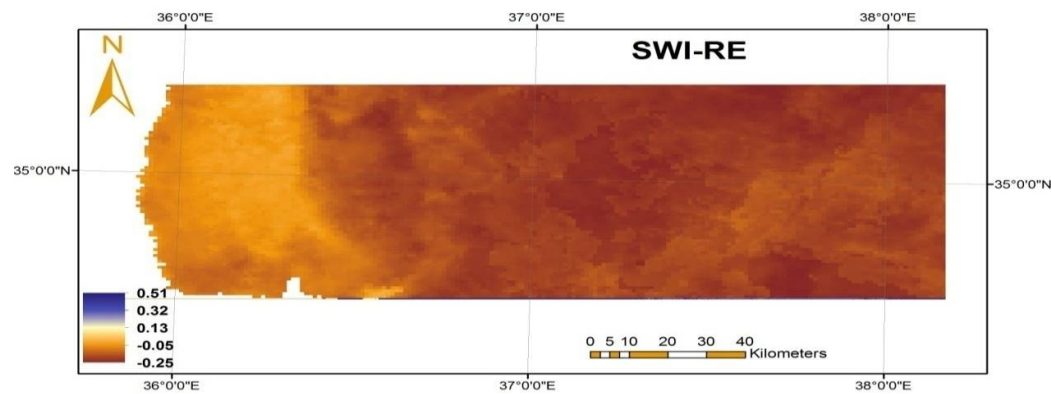
وفيما يلي خرائط رطوبة التربة من الصور الفضائية بعد إعادة النمذجة الحقلية للفترات 1-نيسان حتى 30 حزيران (الأشكال 74-75-76-77-78-79).



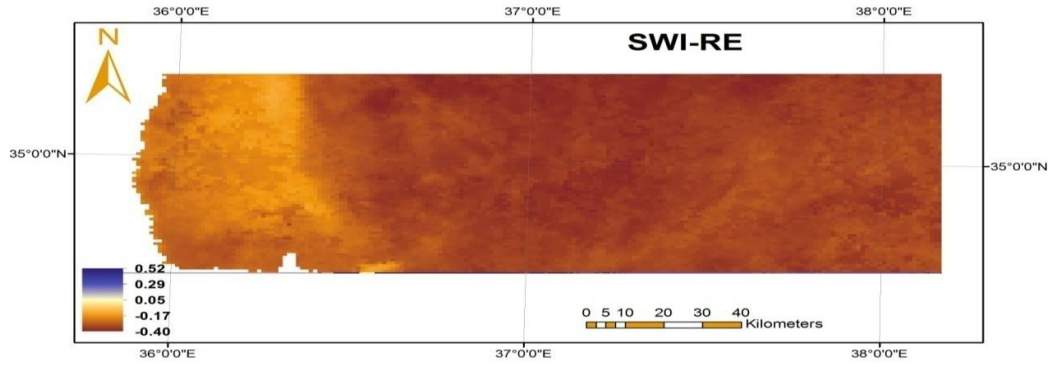
شكل (74) توزيع قيم رطوبة التربة المقدرة فضائياً بعد إعادة النمذجة الحقلية (1-15 نيسان 2016)



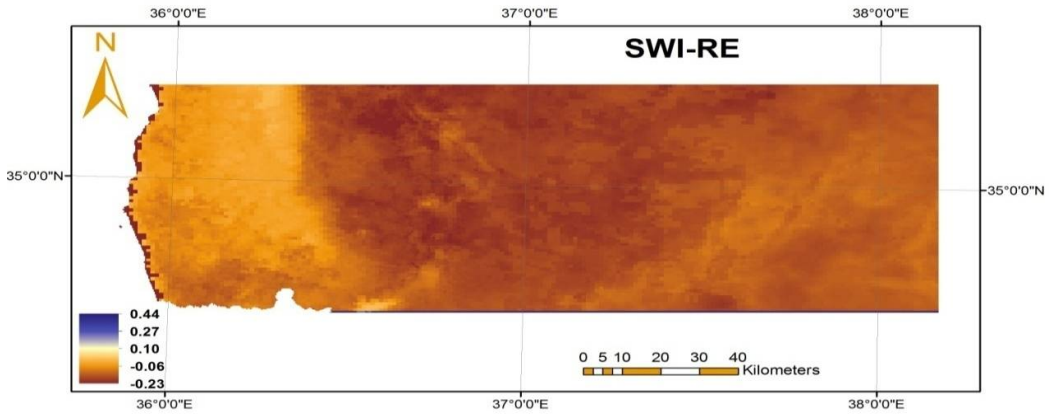
شكل (75) توزيع قيم رطوبة التربة المقدرة فضائياً بعد إعادة النمذجة الحقلية (16-30 نيسان 2016)



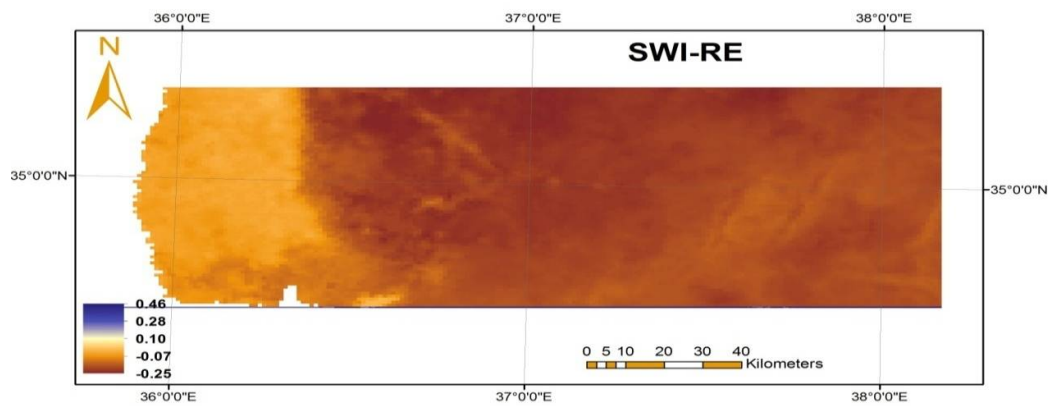
شكل (76) توزيع قيم رطوبة التربة المقدرة فضائياً بعد إعادة النمذجة الحقلية (1-15 أيار 2016)



شكل (77) توزيع قيم رطوبة التربة المقدرة فضائياً بعد إعادة النمذجة الحقلية (16-31 أيار 2016)



شكل (78) توزيع قيم رطوبة التربة المقدرة فضائياً بعد إعادة النمذجة الحقلية (1-15 حزيران 2016)



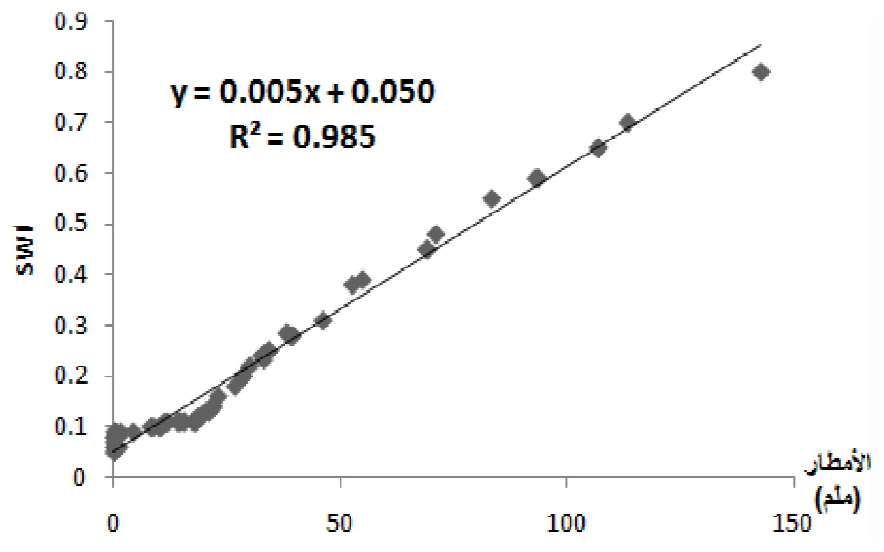
شكل (79) توزيع قيم رطوبة التربة المقدرة فضائياً بعد إعادة النمذجة الحقلية (16-30 حزيران 2016)

نلاحظ بعد إعادة النمذجة الحقلية انخفاض في الحدود العليا لقيم رطوبة التربة من الصور الفضائية لتصبح قريبة من القيم الحقلية وبالتالي يجب إعادة النمذجة الحقلية لنماذج الصور الفضائية المبينة في الفترات الزمنية التي تتزامن مع بداية فصل انخفاض الأمطار (من بداية شهر نيسان حتى نهاية شهر حزيران).

3-6 - علاقة خرائط رطوبة التربة بخرائط الهطل المطري

تم إجراء مقارنة بين خرائط الهطل المطري المستنبطة بالتحليل الجيوستاتيكي لكميات الهطل خلال مدة الدراسة بفترة نصف شهرية مع خرائط رطوبة التربة المقدرة من بيانات الصور الفضائية بشكل متزامن وخلال نفس المدة، بحيث تم مقارنة ثنائية -كمنهجية عمل- بين كمية الأمطار ورطوبة التربة الفضائية المتزامنتين، فقد تم مقارنة الشكل (25) لرطوبة التربة الفضائية مقابل الشكل (49) لكمية الهطل المطري باستعمال برنامج معالجة الصور الفضائية وبرنامج الجداول الالكترونية وهكذا دواليك لجميع بيانات الموسم، حيث تم توزيع نقاط المقارنة على منطقة الدراسة لتشمل كافة مناطق الاستقرار الخمسة المتواجدة ولعدة سمات أرضية وغطاء نباتي لكل منطقة استقرار.

يبين الرسم البياني (39) علاقة رطوبة التربة المقدرة من الصور الفضائية بكمية الهطل المطري في مناطق الاستقرار الخمسة لمنطقة الدراسة.



رسم بياني (39) علاقة دليل رطوبة التربة من الصور الفضائية بكمية الهطل المطري

حيث أوضح الرسم البياني (39) وجود علاقة طردية خطية بين كمية الأمطار (R) ورطوبة التربة (SWI) خلال موسم الهطل لكافة مناطق الاستقرار بقيمة معامل تحديد ($R^2 = 0.985$) وفق المعادلة التالية:

$$SWI = 0.005R + 0.050$$

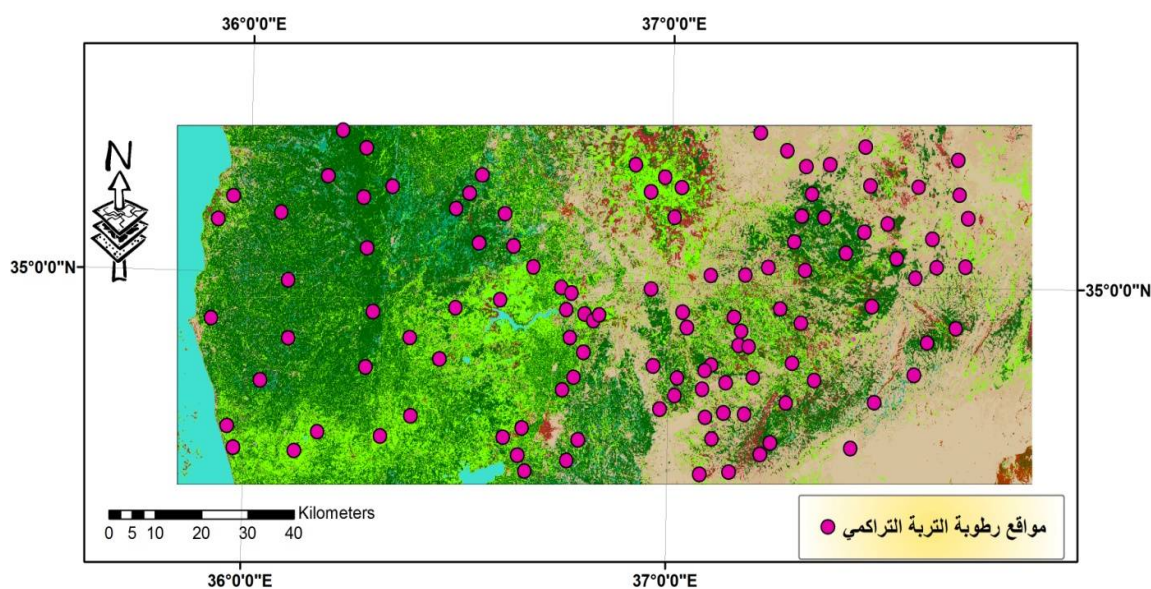
بما يؤكد اعتماد رطوبة تربة المنطقة كلياً على الهطل المطري الهاطل خلال ذلك الموسم وفي جميع مناطق الاستقرار وهذا يتناسب مع ما توصل إليه Yang وآخرون (2008).

7-3 - علاقة خرائط رطوبة التربة بخرائط الغطاء النباتي

يمثل الغطاء النباتي خلال نموه المحصلة التراكمية لجميع عوامل النمو المؤدية في سيرورتها الفزيولوجية إلى إنتاجية الكتلة الحية للأنواع النباتية التي تتوزع في منطقة الدراسة بين الغطاء الشجري الغابي الكثيف إلى المحصولي الزراعي (حسب نوع المحصول)، فالمراعي ذات الغطاء النباتي المنتشر وصولاً إلى المناطق الخالية من الغطاء النباتي (المناطق الجرداء)، وحيث يعتبر العامل

المائي الأكثر تأثيراً في نمو وحيوية الغطاء النباتي خلال موسم النمو فإنه سيتم اعتماد الكمية المائية التراكمية لرطوبة التربة المقاسة في الطبقة السطحية (0-10 سم) وليس الكمية اللحظية الهائلة نظراً لتحويله من قبل النبات من الصورة المائية إلى صورة الكتلة الحية والغطاء النباتي.

يبين الشكل (80) مواقع النقاط لتحديد علاقة رطوبة خرائط التربة بخرائط الغطاء النباتي موزعة على كافة وحدات استعمالات الأراضي ضمن مناطق الاستقرار الخمسة لمنطقة الدراسة.



شكل (80) مواقع نقاط رطوبة التربة التراكمية

بينما يبين الجدول (20) كمية الرطوبة التراكمية (مجموع قيم الرطوبة من الصور الفضائية لكافة فترات الدراسة) في تلك المواقع مقابل تصنيف الغطاء النباتي له.

ملاحظة: تم إعطاء ترميز رقمي لكل تصنيف نباتي في تلك المواقع لتسهيل عملية حساب قيمة الارتباط وإيجاد العلاقة.

جدول (20) كمية الرطوبة التراكمية مقابل التصنيف النباتي

الرمز	الغطاء النباتي	%SM	SWI التراكمي	الموقع	منطقة الاستقرار
4	أراضي غابات وحراج	128.08	4.404	1	IA
4	أراضي غابات وحراج	130.64	4.532	2	
4	أراضي غابات وحراج	136	4.8	3	
4	أراضي غابات وحراج	141.7	5.085	4	
4	أراضي غابات وحراج	134.34	4.717	5	
4	أراضي غابات وحراج	125.28	4.264	6	
4	أراضي غابات وحراج	129.86	4.493	7	
4	أراضي غابات وحراج	130.12	4.506	8	
4	أراضي غابات وحراج	127.6	4.38	9	
4	أراضي غابات وحراج	122.46	4.123	10	
4	أراضي غابات وحراج	120.24	4.012	11	
3	أراضي زراعية	89.08	2.454	12	
3	أراضي زراعية	93.48	2.674	13	
3	أراضي زراعية	95.42	2.771	14	
3	أراضي زراعية	96.4	2.82	15	
3	أراضي زراعية	90.8	2.54	16	
3	أراضي زراعية	95.92	2.796	17	
3	أراضي زراعية	95.86	2.793	18	
3	أراضي زراعية	96.68	2.834	19	
3	أراضي زراعية	96.62	2.831	20	

3	أراضي زراعية	93.4	2.67	21	IB
4	أراضي غابات وحراج	139.2	4.96	22	
4	أراضي غابات وحراج	123.32	4.166	23	
4	أراضي غابات وحراج	157.74	5.887	24	
4	أراضي غابات وحراج	141.82	5.091	25	
3	أراضي زراعية	95.76	2.788	26	
3	أراضي زراعية	86.24	2.312	27	
3	أراضي زراعية	85.7	2.285	28	
3	أراضي زراعية	86.66	2.333	29	
3	أراضي زراعية	88.68	2.434	30	
3	أراضي زراعية	87.58	2.379	31	
3	أراضي زراعية	89.82	2.491	32	
3	أراضي زراعية	89.82	2.491	33	
3	أراضي زراعية	86.46	2.323	34	
3	أراضي زراعية	89.18	2.459	35	
3	أراضي زراعية	89.72	2.486	36	
3	أراضي زراعية	91.36	2.568	37	
3	أراضي زراعية	92.66	2.633	38	
3	أراضي زراعية	91.56	2.578	39	
3	أراضي زراعية	90.38	2.519	40	
3	أراضي زراعية	85.3	2.265	41	II
3	أراضي زراعية	93.1	2.655	42	
3	أراضي زراعية	90.66	2.533	43	

3	أراضي زراعية	90.46	2.523	44	III
3	أراضي زراعية	88.488	2.4244	45	
1	أراضي جرداء	70.64	1.532	46	
1	أراضي جرداء	65.58	1.279	47	
1	أراضي جرداء	68.4	1.42	48	
1	أراضي جرداء	69.48	1.474	49	
3	أراضي زراعية	92.12	2.606	50	
3	أراضي زراعية	91.06	2.553	51	
3	أراضي زراعية	87.74	2.387	52	
3	أراضي زراعية	91.66	2.583	53	
1	أراضي جرداء	70.06	1.503	54	
1	أراضي جرداء	69.84	1.492	55	
3	أراضي زراعية	89.54	2.477	56	
3	أراضي زراعية	89.16	2.458	57	
3	أراضي زراعية	89.4	2.47	58	
3	أراضي زراعية	89.3	2.465	59	
3	أراضي زراعية	89.4	2.47	60	
3	أراضي زراعية	89.88	2.494	61	
3	أراضي زراعية	90.06	2.503	62	
3	أراضي زراعية	89.92	2.496	63	
3	أراضي زراعية	90.74	2.537	64	
3	أراضي زراعية	89.4	2.47	65	
1	أراضي جرداء	65.24	1.262	66	

1	أراضي جرداء	63.3	1.165	67	
1	أراضي جرداء	71.42	1.571	68	
1	أراضي جرداء	66.86	1.343	69	
1	أراضي جرداء	71.86	1.593	70	
1	أراضي جرداء	68.74	1.437	71	
1	أراضي جرداء	65.92	1.296	72	
1	أراضي جرداء	66.78	1.339	73	
1	أراضي جرداء	68.76	1.438	74	
1	أراضي جرداء	69.96	1.498	75	
1	أراضي جرداء	67.06	1.353	76	
1	أراضي جرداء	70.68	1.534	77	
1	أراضي جرداء	67.68	1.384	78	
1	أراضي جرداء	64.14	1.207	79	
1	أراضي جرداء	69.52	1.476	80	IV
1	أراضي جرداء	71.72	1.586	81	
2	أراضي مراعي	79.6	1.98	82	
2	أراضي مراعي	76	1.8	83	
3	أراضي زراعية	93.6	2.68	84	
1	أراضي جرداء	73.54	1.677	85	
2	أراضي مراعي	77.8	1.89	86	
2	أراضي مراعي	75.98	1.799	87	
1	أراضي جرداء	73.98	1.699	88	
3	أراضي زراعية	85.12	2.256	89	

2	أراضي مرعي	78.4	1.92	90	V
3	أراضي زراعية	88.06	2.403	91	
3	أراضي زراعية	90.9	2.545	92	
3	أراضي زراعية	90.4	2.52	93	
2	أراضي مرعي	77	1.85	94	
2	أراضي مرعي	78.6	1.93	95	
3	أراضي زراعية	92.82	2.641	96	
2	أراضي مرعي	79.8	1.99	97	
2	أراضي مرعي	75.8	1.79	98	
2	أراضي مرعي	79	1.95	99	
2	أراضي مرعي	77.8	1.89	100	
2	أراضي مرعي	77.6	1.88	101	
2	أراضي مرعي	79	1.95	102	
1	أراضي جرداء	70.8	1.54	103	
2	أراضي مرعي	78.6	1.93	104	
2	أراضي مرعي	79.8	1.99	105	
2	أراضي مرعي	77.8	1.89	106	
1	أراضي جرداء	63.16	1.158	107	IA
1	أراضي جرداء	67.54	1.377	108	
1	أراضي جرداء	69.66	1.483	109	
4	أراضي غابات وحراج	141.88	5.094	110	
4	أراضي غابات وحراج	137.68	4.884	111	
4	أراضي غابات وحراج	150.68	5.534	112	

4	أراضي غابات وحراج	149.68	5.484	113
3	أراضي زراعية	91.36	2.568	114
3	أراضي زراعية	90.8	2.54	115
3	أراضي زراعية	88.58	2.429	116

يبين الشكل (81) قيم رطوبة التربة التراكمية من الصور الفضائية مقابل تركيبة الغطاء النباتي في

مناطق الاستقرار الخمسة شاملة كافة وحدات استعمالات الأراضي في منطقة الدراسة.



شكل (81) قيم رطوبة التربة التراكمية من الصور الفضائية مقابل تركيبة الغطاء النباتي

حيث يوضح الشكل (81) وبيانات الجدول (20) وجود علاقة ارتباط قوية (0.872) ومعنوية بين

نوع وكثافة الغطاء النباتي مقابل رطوبة التربة التراكمية خلال موسم النمو لكافة مناطق الاستقرار

وبكافة وحدات استعمالات الأراضي.

بما يؤكد تأثير رطوبة التربة التراكمية في نوع وكثافة الغطاء النباتي بدرجة اعتماد قدرها 76% أي أن

تحديد نوع الغطاء النباتي يعتمد على عامل أساسي هو رطوبة التربة بنسبة 76% ثم تساهم بقية

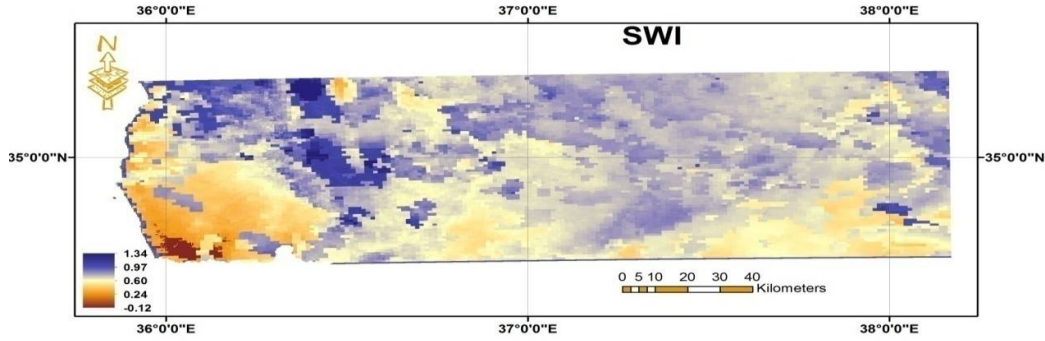
العوامل الأخرى في تحديد تلك الأنواع من الغطاء النباتي مجتمعة بما نسبته 24% لعوامل التضاريس

والبعد عن المسطح المائي والمكان الجغرافي وهذا يتناسب مع ما توصل إليه Keshavarza وآخرون (2014) ، فنجد أن المناطق ذات رطوبة التربة المرتفعة توافق مناطق غطاء نباتي كثيف وغابي أما المناطق منخفضة رطوبة التربة فيكون الغطاء النباتي ضعيف ومتناثر.

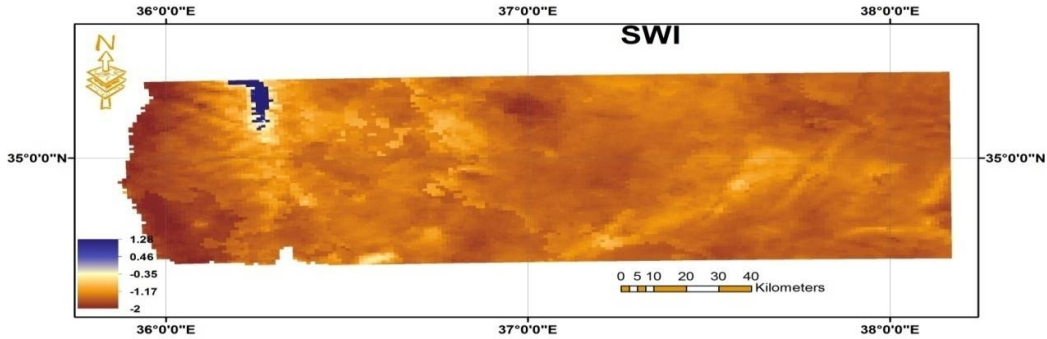
8-3 - تقدير رطوبة التربة فضائياً لسنوات سابقة

عام 2015 :

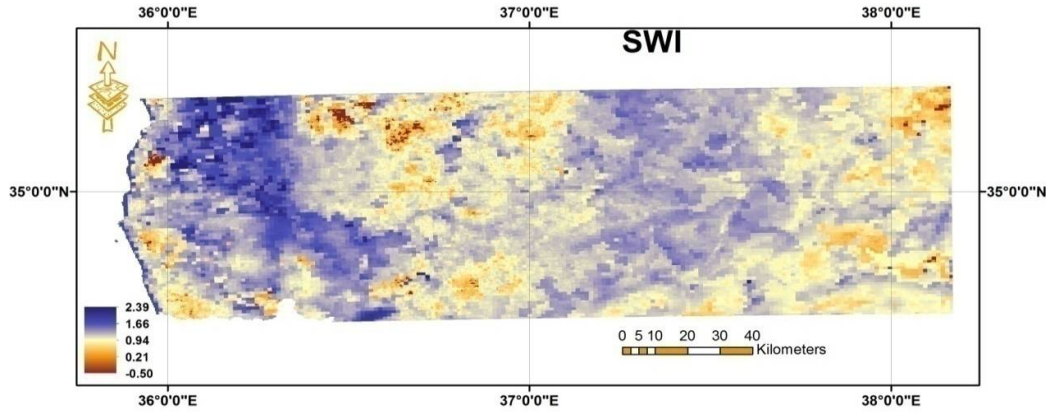
نتيجة تطبيق المنهجية المذكورة سابقاً للحصول على رطوبة التربة من صور الأقمار الصناعية، فقد تم تحليل مؤشرات الرطوبة لعام 2015 وكانت النتائج كالتالي:



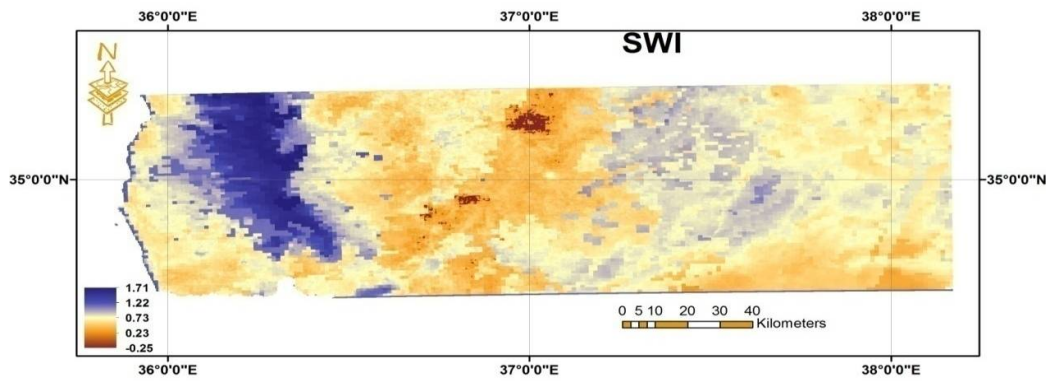
شكل (82) توزيع قيم رطوبة التربة المقدرة فضائياً خلال الفترة 1-15 كانون الثاني 2015



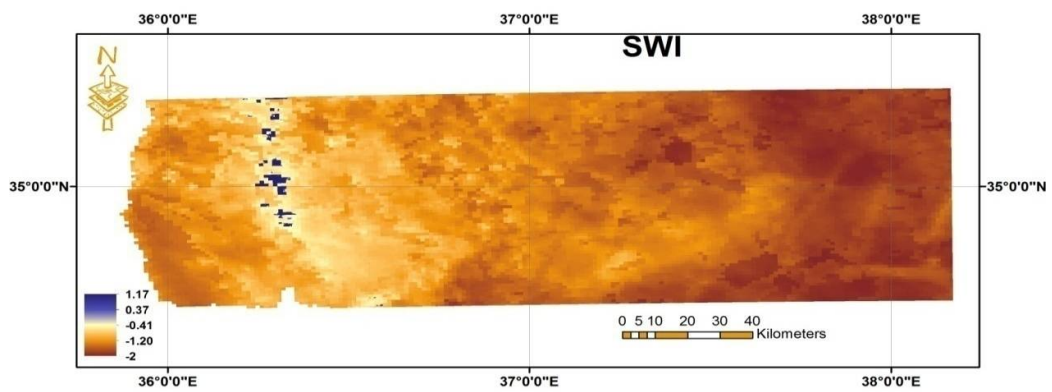
شكل (83) توزيع قيم رطوبة التربة المقدرة فضائياً خلال الفترة 16-31 كانون الثاني



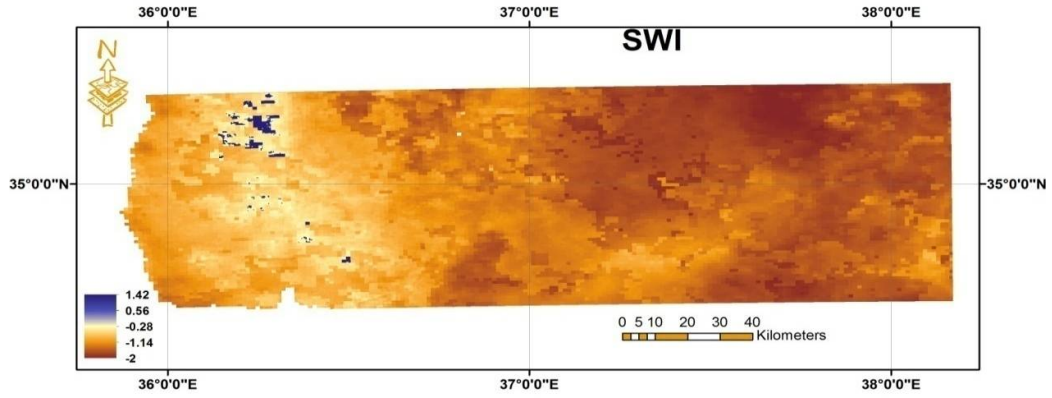
شكل (84) توزيع قيم رطوبة التربة المقدرة فضائياً خلال الفترة 1-15 شباط 2015



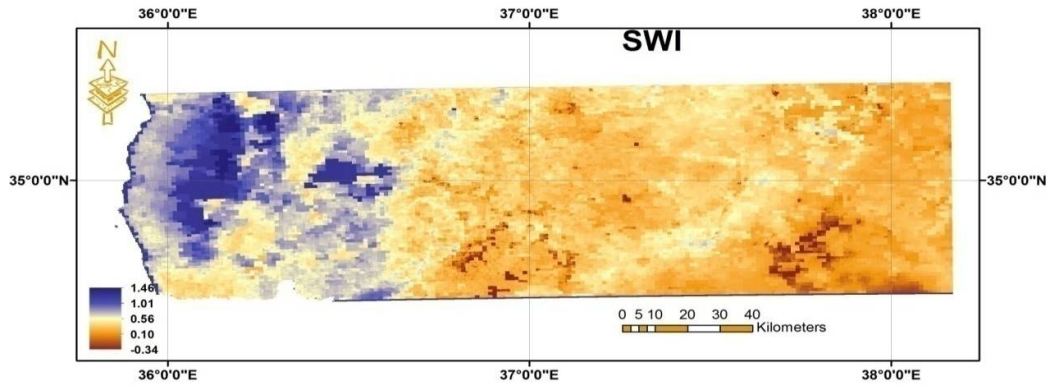
شكل (85) توزيع قيم رطوبة التربة المقدرة فضائياً خلال الفترة 16-28 شباط 2015



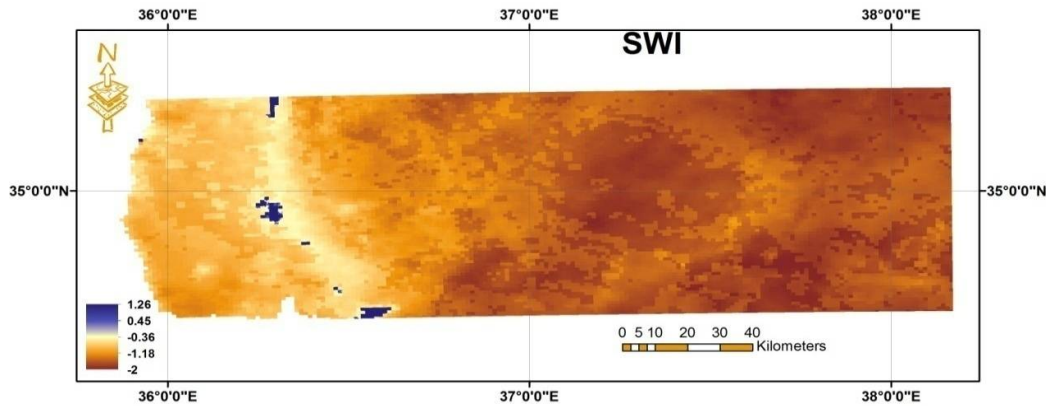
شكل (86) توزيع قيم رطوبة التربة المقدرة فضائياً خلال الفترة 1-15 آذار 2015



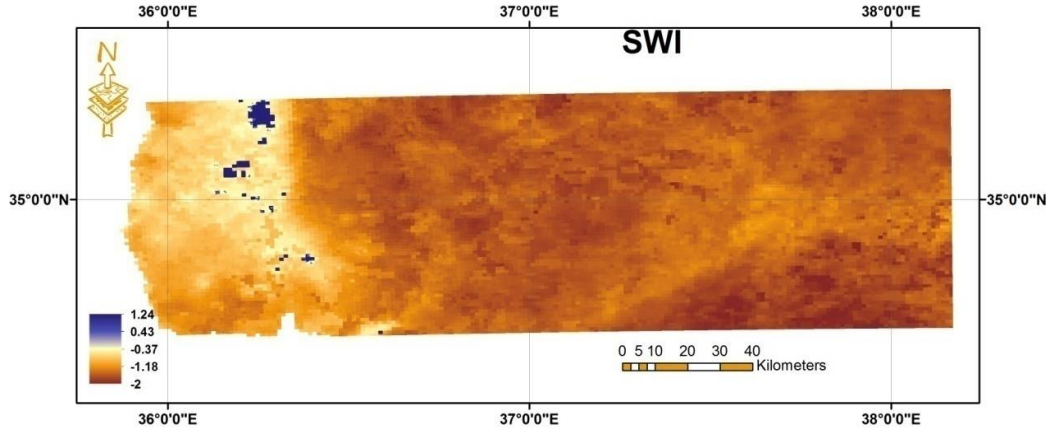
شكل (87) توزيع قيم رطوبة التربة المقدرة فضائياً خلال الفترة 16-31 آذار 2015



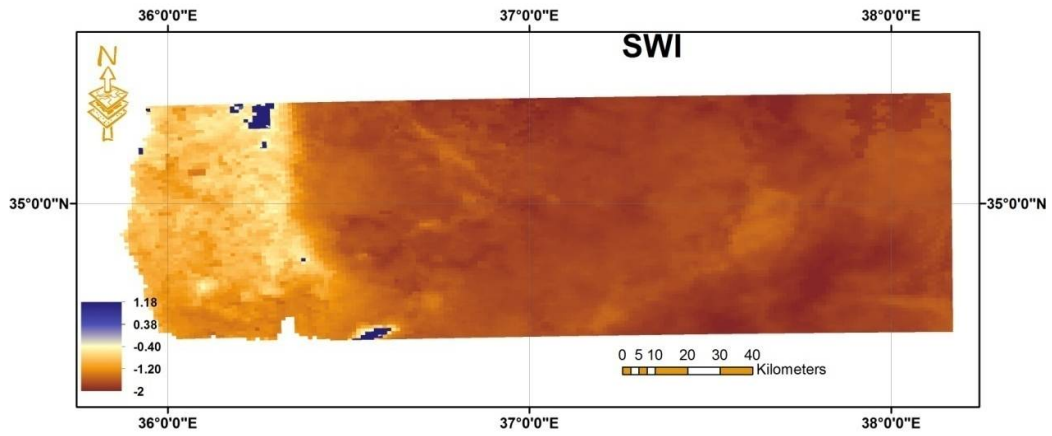
شكل (88) توزيع قيم رطوبة التربة المقدرة فضائياً خلال الفترة 1-15 نيسان 2015



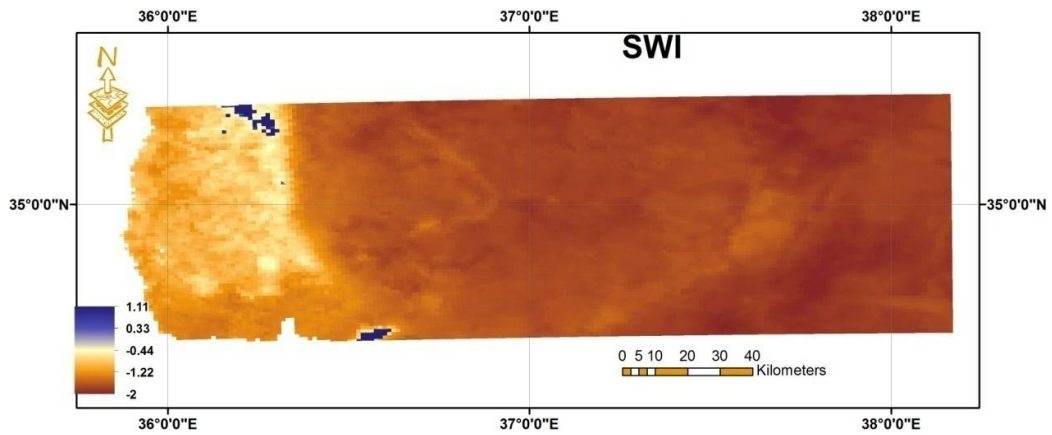
شكل (89) توزيع قيم رطوبة التربة المقدرة فضائياً خلال الفترة 16-30 نيسان 2015



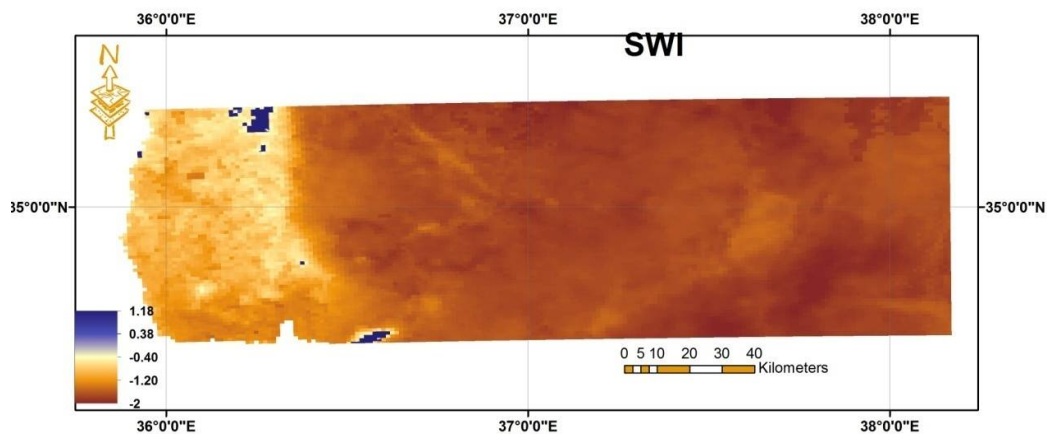
شكل (90) توزيع قيم رطوبة التربة المقدرة فضلياً خلال الفترة 1-15 أيار 2015



شكل (91) توزيع قيم رطوبة التربة المقدرة فضائياً خلال الفترة 16-31 أيار 2015



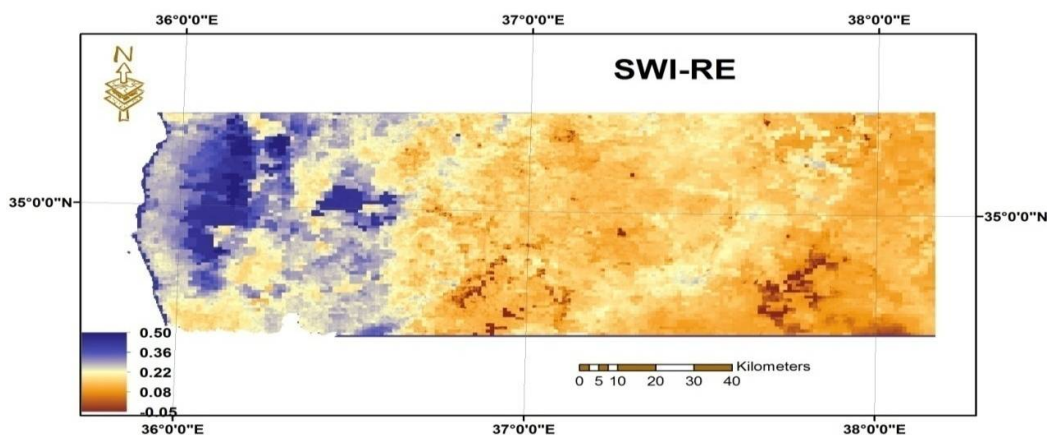
شكل (92) توزيع قيم رطوبة التربة المقدرة فضائياً خلال الفترة 1-15 حزيران 2015



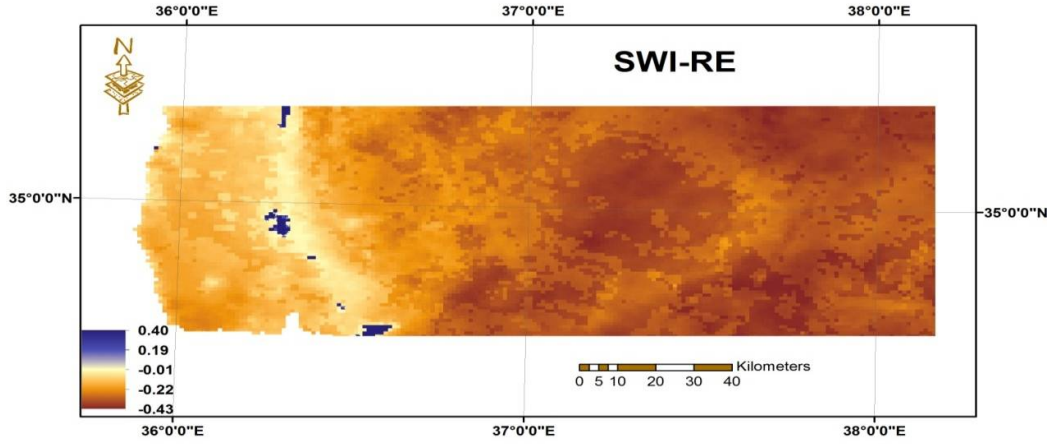
شكل (93) توزيع قيم رطوبة التربة المقدرة فضائياً خلال الفترة 16-30 حزيران 2015

نلاحظ أن رطوبة التربة من الصور الفضائية لعام 2015 كانت مرتفعة في المناطق الساحلية وتتناقص كلما اتجهنا للداخل أي للمناطق الشرقية كما في عام 2016.

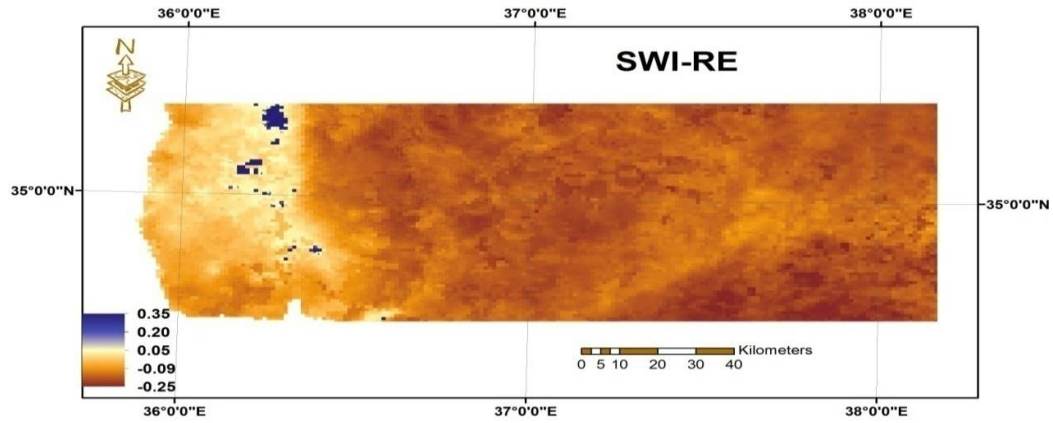
وبعد إجراء إعادة النمذجة الحقلية للفترات (1-15 نيسان / 16-30 نيسان / 1-15 أيار / 16-31 أيار / 1-15 حزيران / 16-30 حزيران) انخفضت قيم رطوبة التربة لتصبح قريبة من القيم الحقلية وكانت النتائج كالتالي:



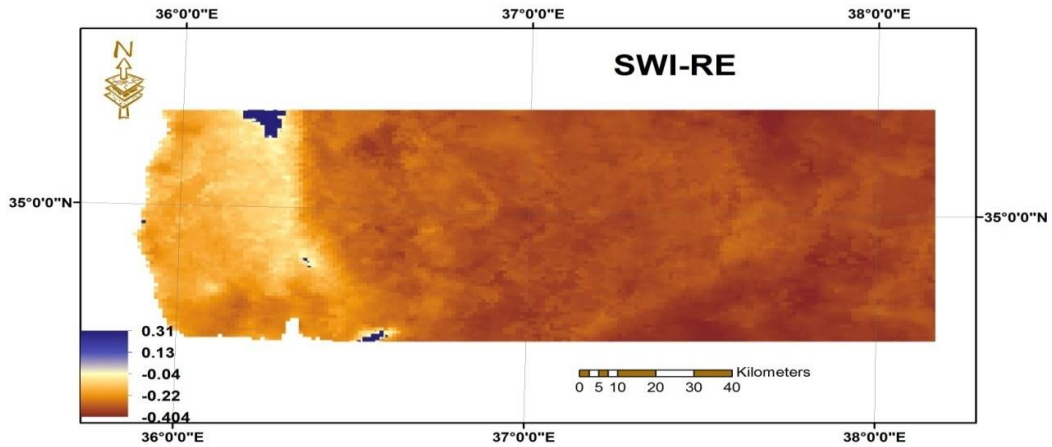
شكل (94) قيم رطوبة التربة المقدرة فضائياً بعد إعادة النمذجة الحقلية (1-15 نيسان 2015)



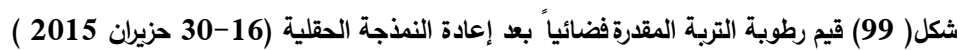
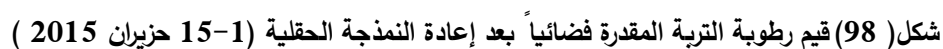
شكل (95) قيم رطوبة التربة المقدرة فضائياً بعد إعادة النمذجة الحقلية (16-30 نيسان 2015)



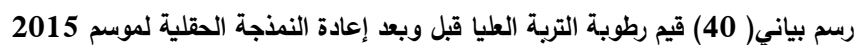
شكل (96) قيم رطوبة التربة المقدرة فضائياً بعد إعادة النمذجة الحقلية (1-15 أيار 2015)



شكل (97) قيم رطوبة التربة المقدرة فضائياً بعد إعادة النمذجة الحقلية (16-31 أيار 2015)



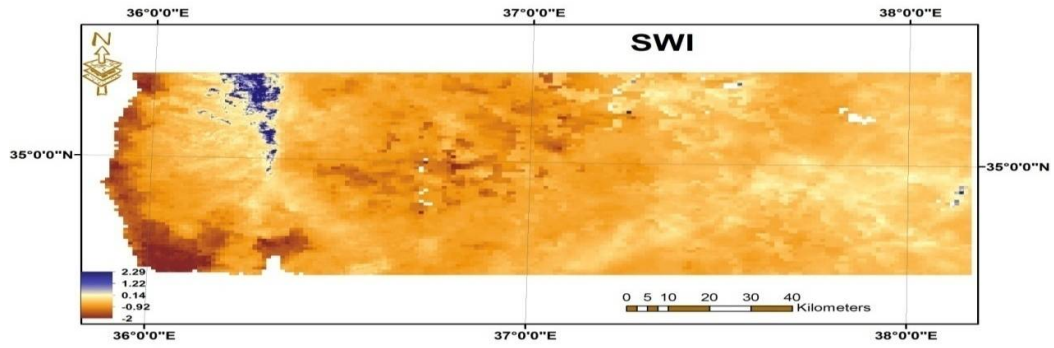
لأشهر نيسان - أيار - حزيران



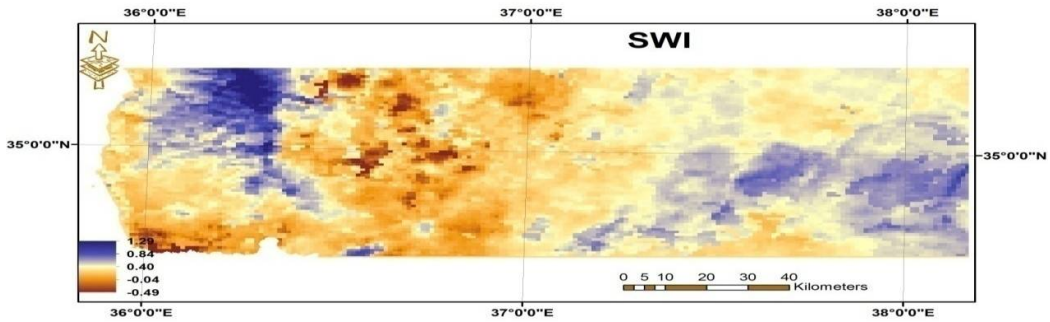
عام 2014 :

نتيجة تطبيق المنهجية المذكورة سابقاً للحصول على رطوبة التربة من صور الأقمار الصناعية، فقد

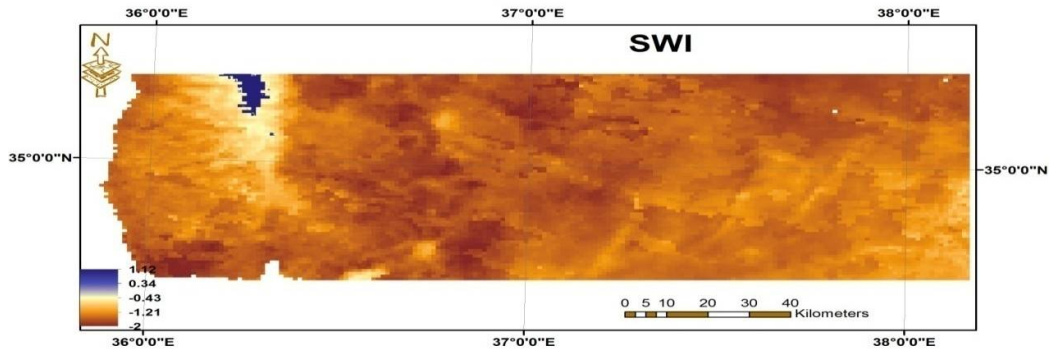
تم تحليل مؤشرات الرطوبة لعام 2014 وكانت النتائج كالتالي:



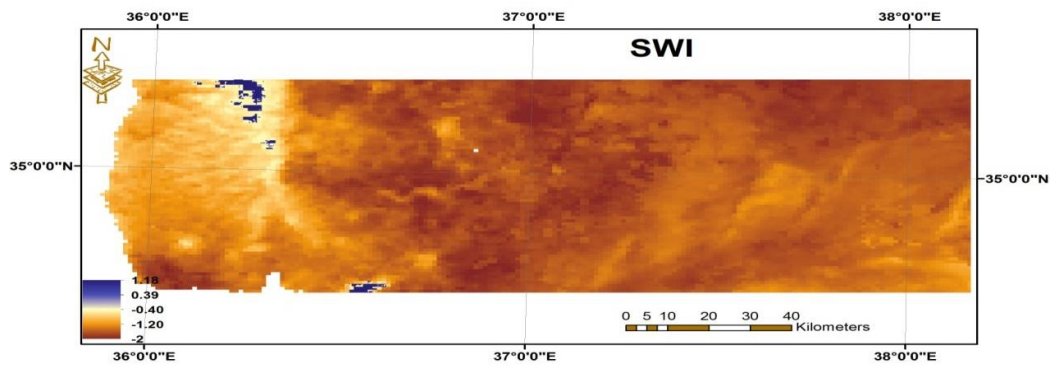
شكل (100) توزيع قيم رطوبة التربة المقدرة فضائياً خلال الفترة 1-15 كانون الثاني 2014



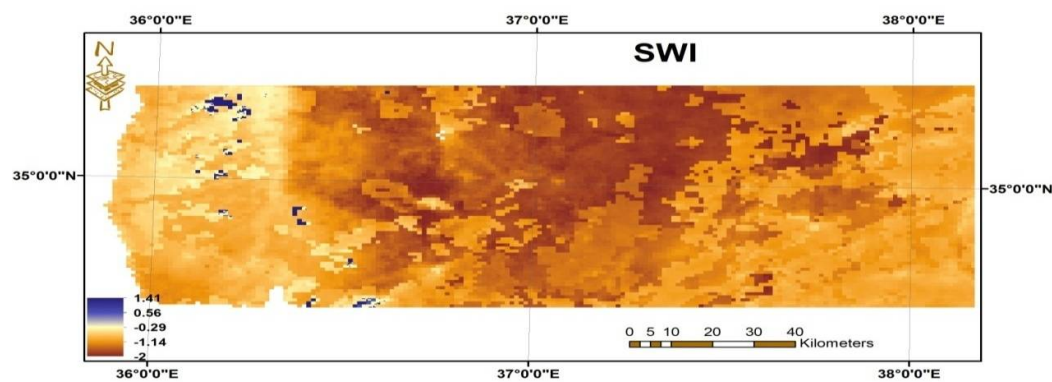
شكل (101) توزيع قيم رطوبة التربة المقدرة فضائياً خلال الفترة 16-31 كانون الثاني 2014



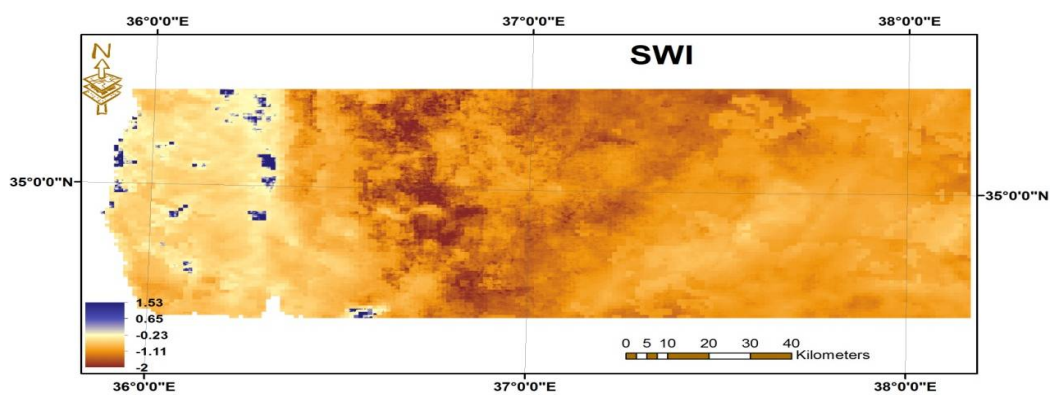
شكل (102) توزيع قيم رطوبة التربة المقدرة فضائياً خلال الفترة 1-15 شباط 2014



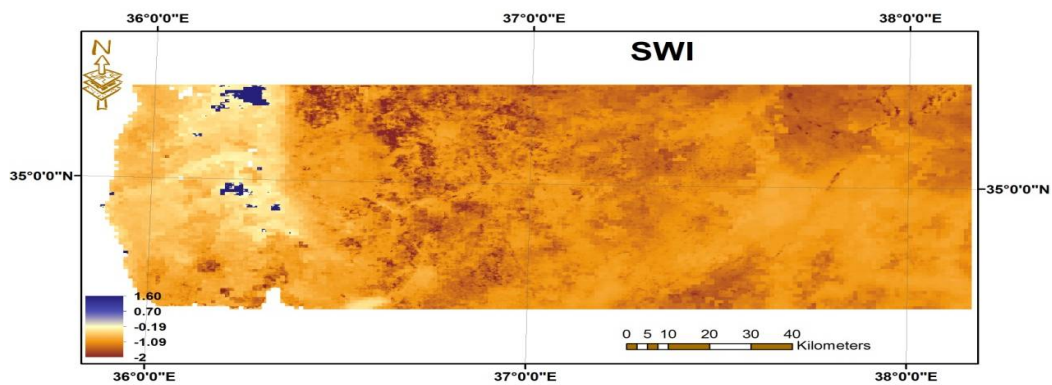
شكل (103) توزيع قيم رطوبة التربة المقدرة فضائياً خلال الفترة 16-28 شباط 2014



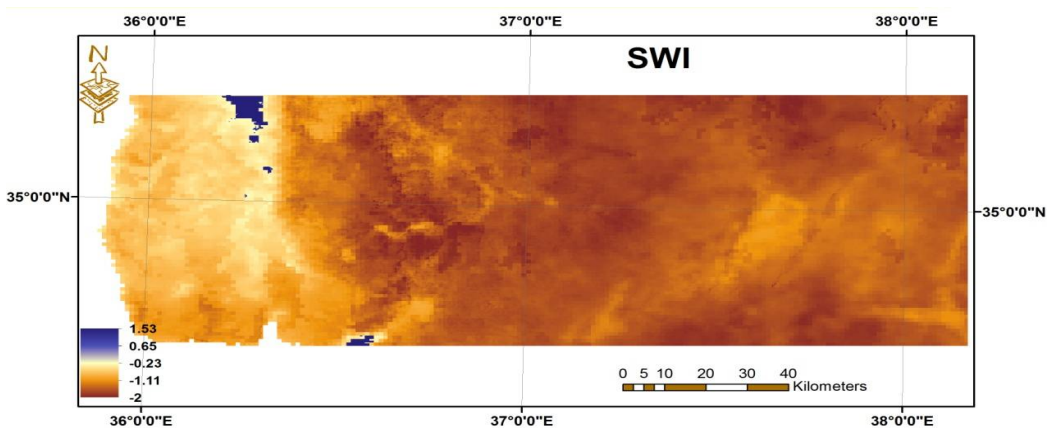
شكل (104) توزيع قيم رطوبة التربة المقدرة فضائياً خلال الفترة 1-15 آذار 2014



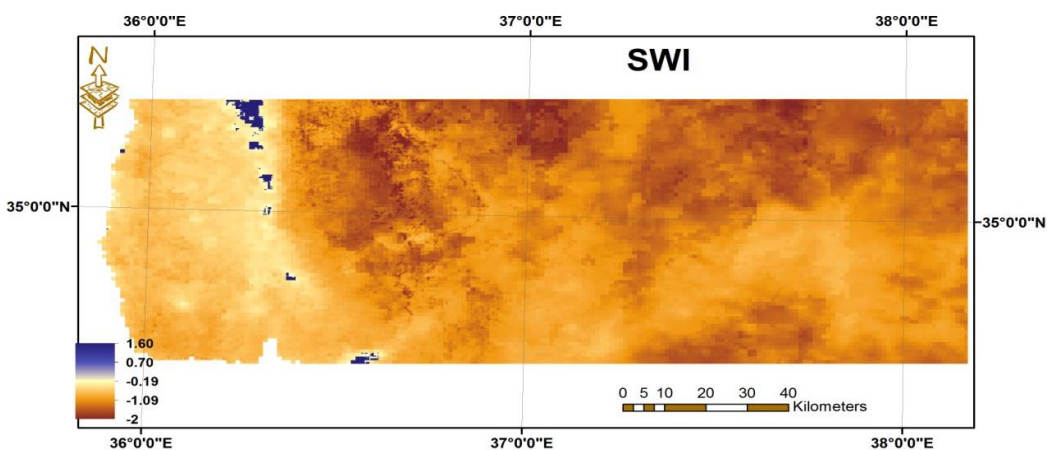
شكل (105) توزيع قيم رطوبة التربة المقدرة فضائياً خلال الفترة 16-31 آذار 2014



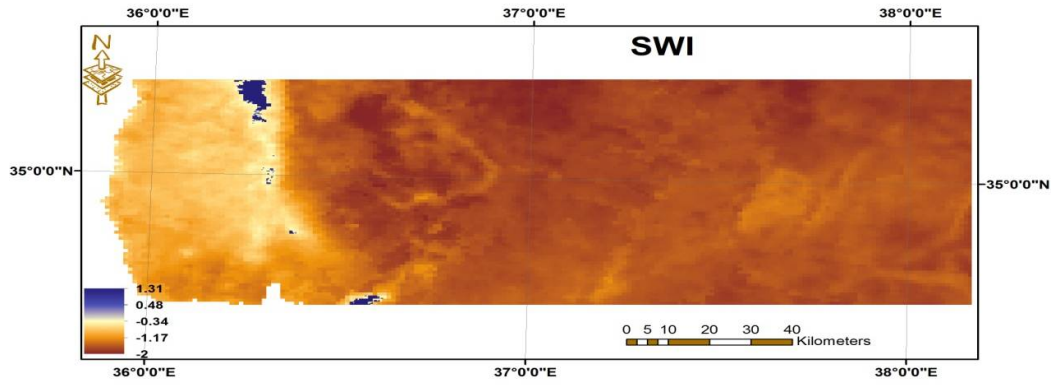
شكل (106) توزيع قيم رطوبة التربة المقدرة فضائياً خلال الفترة 1-15 نيسان 2014



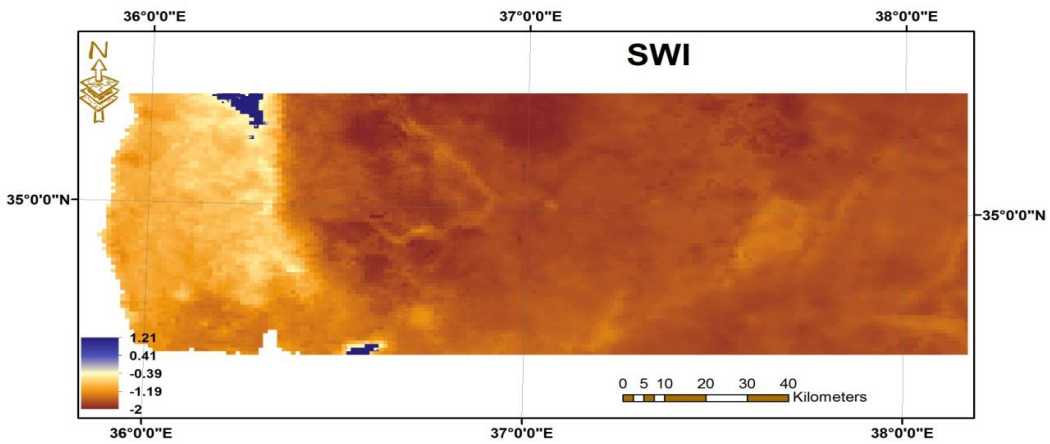
شكل (107) توزيع قيم رطوبة التربة المقدرة فضائياً خلال الفترة 16-30 نيسان 2014



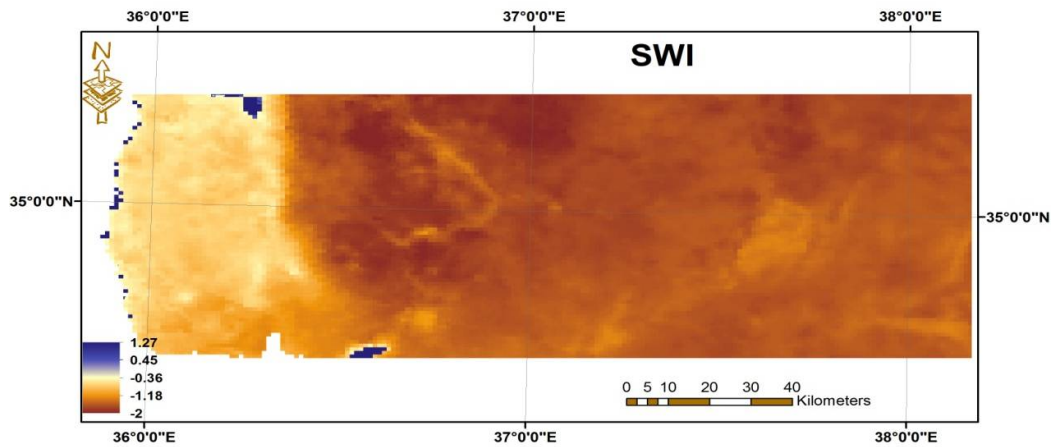
شكل (108) توزيع قيم رطوبة التربة المقدرة فضائياً خلال الفترة 1-15 أيار 2014



شكل (109) توزيع قيم رطوبة التربة المقدرة فضائياً خلال الفترة 16-31 أيار 2014



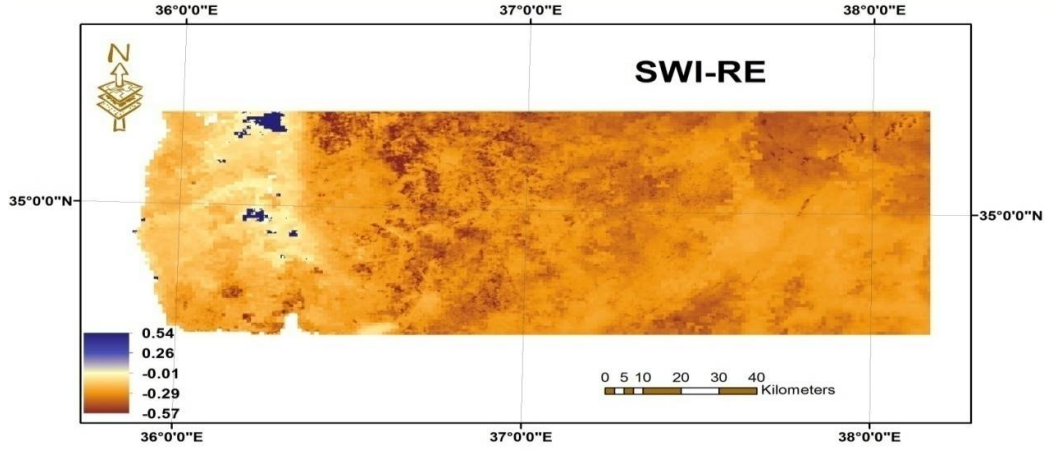
شكل (110) توزيع قيم رطوبة التربة المقدرة فضائياً خلال الفترة 1-15 حزيران 2014



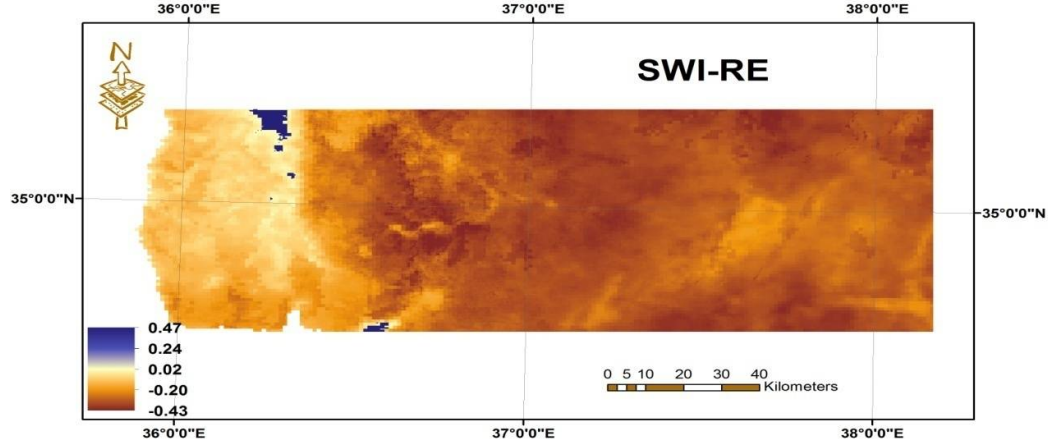
شكل (111) توزيع قيم رطوبة التربة المقدرة فضائياً خلال الفترة 16-30 حزيران 2014

نلاحظ أن رطوبة التربة من الصور الفضائية لعام 2014 كانت مرتفعة في المناطق الساحلية وتنخفض كلما اتجهنا للداخل أي للمناطق الشرقية كما في عامي 2015 - 2016.

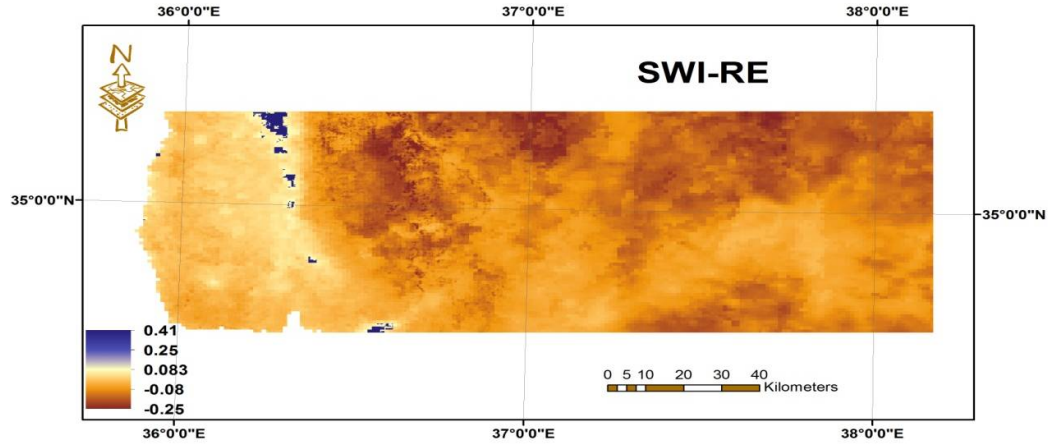
وبعد إجراء إعادة النمذجة الحقلية للفترات (1-15 نيسان / 16-30 نيسان / 1-15 أيار / 16-31 أيار / 15-1 حزيران / 16-30 حزيران) انخفضت قيم رطوبة التربة وكانت النتائج كالتالي:



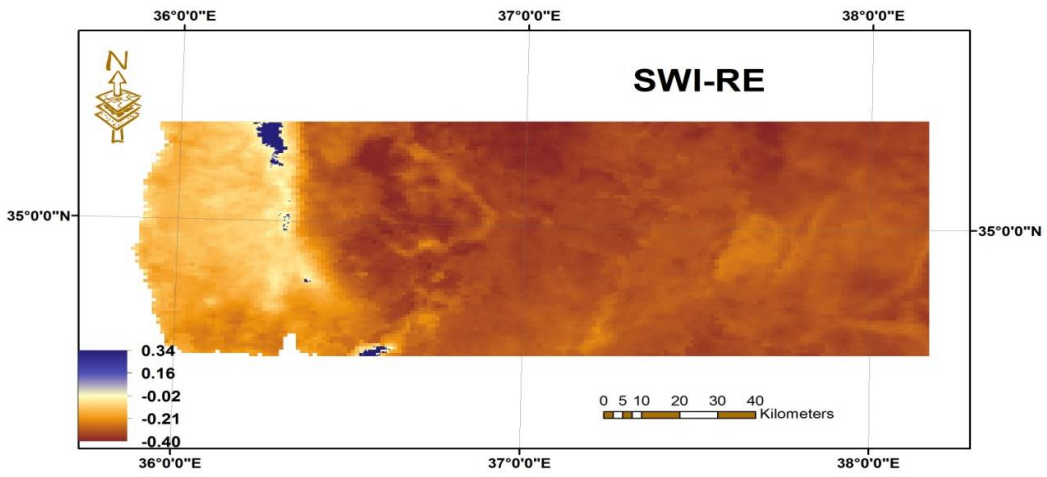
شكل (112) قيم رطوبة التربة المقدرة فضائياً بعد إعادة النمذجة الحقلية (1-15 نيسان 2014)



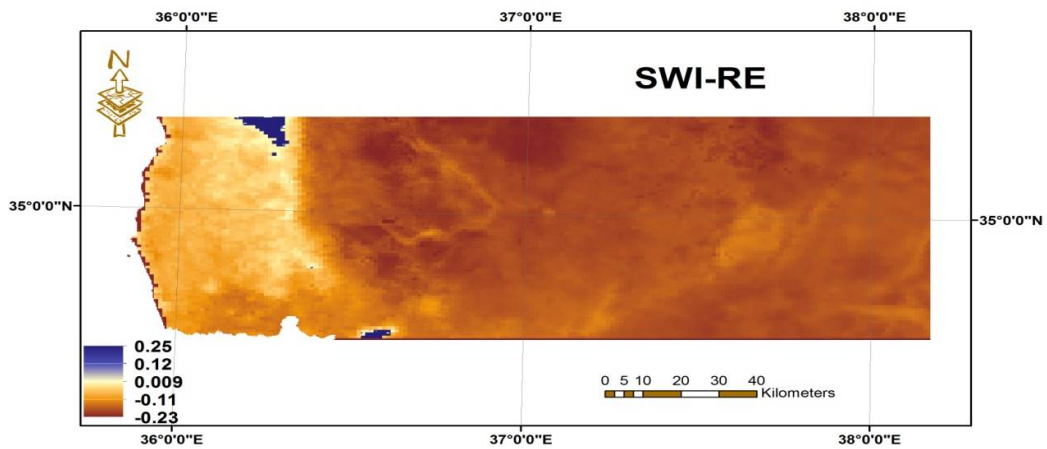
شكل (113) قيم رطوبة التربة المقدرة فضائياً بعد إعادة النمذجة الحقلية (16-30 نيسان 2014)



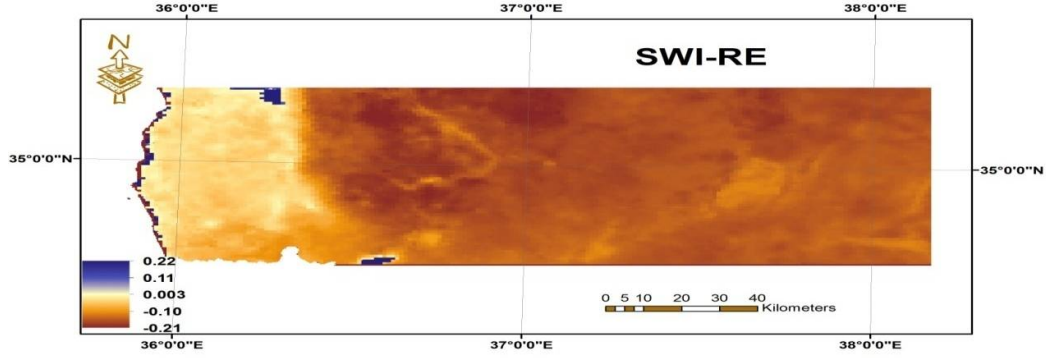
شكل (114) قيم رطوبة التربة المقدرة فضائياً بعد إعادة النمذجة الحقلية (1-15 أيار 2014)



شكل (115) قيم رطوبة التربة المقدرة فضائياً بعد إعادة النمذجة الحقلية (16-31 أيار 2014)



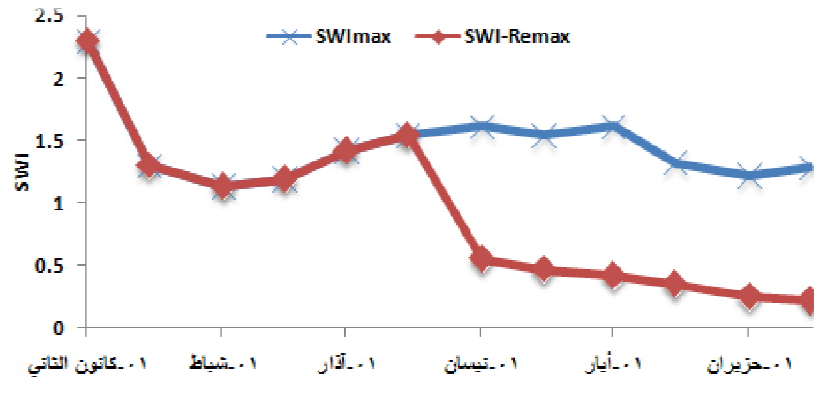
شكل (116) قيم رطوبة التربة المقدرة فضائياً بعد إعادة النمذجة الحقلية (15-1 حزيران 2014)



شكل (117) قيم رطوبة التربة المقدرة فضائياً بعد إعادة النمذجة الحقلية (16-30 حزيران 2014)

يبين الرسم البياني (41) المخطط البياني لانخفاض قيم رطوبة التربة العليا بعد إعادة النمذجة الحقلية

لأشهر نيسان - أيار - حزيران



رسم بياني (41) قيم رطوبة التربة العليا قبل وبعد إعادة النمذجة الحقلية لموسم 2014

الاستنتاجات والمقترحات

3-9- الاستنتاجات

1. إن دراسة رطوبة التربة في الطبقة السطحية (0-10سم) يمكن أن يتم باستعمال تقانات

الاستشعار عن بعد من خلال نموذج رياضي يعتمد على طريقة المثلث باستعمال دليل

درجة حرارة سطح التربة والدليل النباتي.

2. إن الارتباط عالي ومعنوي بين رطوبة التربة الحقلية والفضائية وقيمة الدقة عالية في

الفترات (15-1 كانون الثاني / 31-15 كانون الثاني / 15-1 شباط / 28-15 شباط

/ 15-1 آذار / 31-15 آذار) مما يدل على إمكانية اعتماد الصور الفضائية الناتجة

عن تطبيق منهجية الدراسة في هذه الفترات كمؤشر على رطوبة التربة بوثوقية عالية.

3. إن الارتباط عالي ومعنوي بين رطوبة التربة الحقلية والفضائية ولكن قيمة الدقة منخفضة

بشكل كبير في الفترات (15-1 نيسان / 30-15 نيسان / 15-1 أيار / 31-15 أيار

/ 15-1 حزيران / 30-15 حزيران) مما يدل على عدم دقة نموذج التقدير الفضائي

في تلك الفترات، مما يستدعي عملية إعادة بناء النموذج الفضائي بثوابت حقلية جديدة (

إعادة النمذجة الحقلية).

4. ضرورة إعادة النمذجة الحقلية حيث وجد عند إعادة اختبار الدقة ارتفاع قيم الارتباط بين

رطوبة التربة الفضائية والحقلية مع ارتفاع مقدار الدقة، وبالتالي إمكانية اعتماد الصور

الفضائية الناتجة عن إعادة النمذجة الحقلية في هذه التواريخ كمؤشر على رطوبة التربة.

5. تكون العلاقة بين رطوبة التربة الفضائية والحقلية أفضل في الأشهر الرطبة منها في الجافة، وكذلك العلاقة بينهما أفضل في المناطق ذات الهطل المطري المنخفض منها في مناطق الهطل المطري المرتفع
6. يوجد اختلاف كبير بين رطوبة التربة الفضائية والحقلية في المناطق الساحلية أثناء الأشهر الجافة (نيسان - أيار - حزيران)، أما في المناطق الداخلية فالاختلافات كانت أقل بين رطوبة التربة الفضائية والحقلية في الأشهر الجافة.
7. اعتماد رطوبة التربة كلياً على الهطل المطري خلال موسم الدراسة لكافة مناطق الاستقرار، حيث أن العلاقة بين كمية الأمطار (R) ورطوبة التربة (SWI) خلال موسم الهطل ولكافة مناطق الاستقرار كانت طردية وخطية وفق المعادلة التالية :
- $$0.050 + R \quad 0.005 = SWI$$
8. الاعتماد على رطوبة التربة التراكمية لدراسة العلاقة بين الغطاء النباتي ورطوبة التربة وليس رطوبة التربة اللحظية بسبب تحويل العامل المائي من قبل النبات إلى صورة كتلة حية وغطاء أخضر.
9. تأثير رطوبة التربة التراكمية على نوع وكثافة الغطاء النباتي، حيث يعتمد نوع الغطاء النباتي على رطوبة التربة بشكل أساسي بينما تساهم بقية العوامل الأخرى كالتضاريس والبعد عن المسطح المائي والموقع الجغرافي في تحديد أنواع الغطاء النباتي بشكل ثانوي.
10. ارتفاع قيم رطوبة التربة في المناطق الغربية والشمالية الغربية لمنطقة الدراسة وانخفاضها كلما اتجهنا للداخل مما يتوافق مع مناطق الاستقرار المطري.
- 11.

3-10- المقترحات

ينصح بتطبيق تقنية تقدير رطوبة التربة من بيانات الصور الفضائية المقترحة في هذه الدراسة على نطاق إقليمي واسع لكافة أراضي الجمهورية العربية السورية، لما له من أهمية في تحديد الكثير من علاقات الإنتاج النباتي ورصد الجفاف الزراعي.

المراجع

المراجع العربية:

1. أبو نقطة ، فلاح . 2004. أساسيات في علم التربة - منشورات جامعة دمشق -كلية الزراعة.
2. أسود، وليد، سليم زهوة، وغالية مرتيني. 2000. رسالة دكتوراه دراسة اجتماعية نباتية في الطابق المتوسطي الحقيقي- جامعة حلب. 2000.
3. التقرير الوطني الرابع لاتفاقية التنوع الحيوي- الجمهورية العربية السورية – وزارة الدولة لشؤون البيئة – 2009
4. الخالد، إياد ورادا كاسوحة، 2016 . مراقبة التغيرات في الغطاء النباتي في مناطق الاستقرار الزراعي لسورية باستخدام القرينة النباتية NDVI من معطيات MODIS للسلسلة الزمنية 2000-2012. المجلة السورية للبحوث الزراعية. المجلد(3) – العدد (2) 2016، 2016ب.
5. الشرع، خالد. 2016. مشروع الخطة الوطنية لمكافحة التصحر -وزارة الزراعة.أ. 2016.
6. الشمري، الأحمد صالح. نظم المعلومات الجغرافية ، الجامعة التكنولوجية – بغداد - العراق، 2007.
7. الضيعة، أنعام. 1989. تصنيف ترب منطقة سهل عكار بمقياس 1 على 250000 بمساحة 40000 هكتار. مديرية الأراضي طرطوس - وزارة الزراعة والإصلاح الزراعي، 1989.
8. الغماز، فراس ، وسيم المسبر و وديد عريان. استخدام تقانات الاستشعار عن بعد ونظم المعلومات الجغرافية في دراسة تأثير الجفاف في زراعة بعض المحاصيل البعلية وإنتاجيتها. رسالة أعدت لنيل درجة الماجستير في الهندسة الزراعية، 2015.
9. بركات، منى ، ايلين محفوض و أيمن كويس. 2014. تقدير عامل الغطاء النباتي (C) باستخدام مؤشر الاختلاف النباتي القياسي (NDVI) لمنطقة الحوض الأدنى و الأوسط

- لنهر الكبير الشمالي في محافظة اللاذقية / سورية. مجلة جامعة تشرين للبحوث والدراسات العلمية _ سلسلة العلوم البيولوجية المجلد (63) العدد (5) 2014، 2014.
10. جلب، أدهم ، د.أحمد علي و علا مرهج. 2014. استخدام مؤشر الاختلاف النباتي القياسي NDVI في تقدير الجفاف في المنطقة الشمالية الشرقية من سورية. مجلة جامعة تشرين للبحوث والدراسات العلمية _ سلسلة العلوم البيولوجية المجلد (63) العدد (4) 2014، 2014.
11. جمعة، داوود محمد، 2015، أسس وتطبيقات الاستشعار عن بعد ، جمهورية مصر العربية.
12. حيدر، سيف الدين ، محمد و إبراهيم. 2000. دراسة حول الواقع الراهن لسهل عكار في محافظة طرطوس وإمكانية استثماره بالشكل الأمثل . مديرية زراعة طرطوس - وزارة الزراعة والإصلاح الزراعي، 2000.
13. عبد الكريم، عبد السلام، عادل و الشيخ. جغرافيا سورية الإقليمية (الأقاليم الجغرافية) . كلية الآداب والعلوم الإنسانية - منشورات جامعة تشرين.
14. محمد، وسام الدين. 2015. أساسيات نظم المعلومات الجغرافية. 2015.
15. منظمة الأغذية والزراعة للأمم المتحدة FAO. 2015. التربة تخزين الماء وتلقيه. 2015.
16. منظمة الأغذية والزراعة للأمم المتحدة FAO. 2000.
17. وزارة الزراعة. 2016. الخارطة الاستثمارية الزراعية. 2016.

المراجع الأجنبية:

1. Ali,S,S . Khan,M .Shah,S,S . 2015 . Soil Moisture Retrieval from MODIS and AMSRE Satellite Data A Case Study of Sindh Province, Pakistan. Journal of Basic & Applied Sciences, 2015, 11, 193-206.
2. Assiri,M .2017 .Assessing MODIS Land Surface Temperature LST Over Jeddah :.Pol. J. Environ. Stud. Vol. 26, No. 4 (2017), 1461-1470.
3. Boudewijn,L . 2015 . GIS workflow for continuous soil moisture estimation based on medium resolution satellite data. AGILE, Lisbon,233P.
4. Cammalleri, C . Vogt,J. 2015. On the Role of Land Surface Temperature as Proxy of Soil Moisture Status for Drought Monitoring in Europe. s.l. : Remote Sens. 2015, 7, 16849–16864; doi:10.3390/rs71215857.
5. Dirgahayu, D. development of land moisture estimation model using MODIS infrared, thermal, and EVI to detect drought at paddy field. International Journal of Remote Sensing and Earth Sciences Vol.10 No.1 June 2013:47-54.
6. Fang,x. Zhao,W . Wang,L . 2016. Variations of deep soil moisture under different vegetation types and influencing factors in watershed of the loess plateau , china. Hydrol. Earth Syst. Sci, 20, 3309–3323.
7. Ibrahim,N .2014- Drought Assessment and Monitoring based on Satellite Remote Sensing. General Organization of Remote Sensing, damascuse, 2014, 78p.

8. Samarakoon,l. polpanich,o. Retrieval of soil moisture index from MODIS in dryland area. Geoinformaics center, Joint training workshop ,15-17 december 2009, Tokyo, Japan.
9. Johnson, A, I. 1962. Methods of Measuring Soil Moisture in the Field. s.l. : UNITED STATES GOVERNMENT PRINTING OFFICE, WAYANGNGTON : 1962, 1962.
- 10.Keshavarza,M. Vazifedoustb,M . Alizadeha,A . 2014. Drought monitoring using a Soil Wetness Deficit Index (SWDI) derived from MODIS satellite data. Agricultural Water Management 132 (2014) 37– 45.
- 11.Mekonnen,D . 2009. satellite Remote sensing for soil moisture estimation :Gumara catchment , Ethiopia. 2009. International institute for geo-information science and earth observation enchede• the Netherlands,102p.
- 12.Merlin, O. Malbêteau,Y. Notfi,Y .Bacon,S 2015. Performance Metrics for Soil Moisture Downscaling Methods:Application to DISPATCH Data in Central Morocco. s.l. : Remote Sens. 2015, 7, 3783-3807; doi:10.3390/rs70403783.
- 13.Pablos,M. Piles,M. Sánchez,N. Vall-llossera.M. 2016.a. Impact of day/night time land surface temperature in soil moisture disaggregation algorithms. s.l. : European Journal of Remote Sensing - 2016• 49: 899-916.
- 14.Pablos,M. Piles,M. Sánchez,N. Vall-llossera.M. 2016.b. Multi-Temporal Evaluation of Soil Moisture and Land Surface Temperature Dynamics Using in Situ and Satellite Observations. s.l. : Remote Sens. 2016, 8, 587; doi:10.3390/rs8070587.

15. Peng, J. Loew, A . 2017. Recent Advances in Soil Moisture Estimation from Remote Sensing. *Water* 2017, 9, 530, Switzerland, 5P.
16. Piles, M. 2011. Downscaling SMOS-Derived Soil Moisture Using MODIS Visible/Infrared Data. s.l. : IEEE TRANSACTIONS ON GEOSCIENCE AND REMOTE SENSING, VOL. 49, NO. 9.
17. Rahmati, M . Oskouei, M, M . Neyshabouri, M, R. 2015. Soil moisture derivation using triangle method in the Lighvan watershed, north western Iran. *Journal of Soil Science and Plant Nutrition*, 15 (1), 167-178.
18. Runping, M . Jing, Y . 2012 . Soil Moisture Retrieval through Satellite Data for Gansu and Xinjiang Region of China. *Pakistan Journal of Meteorology*, vol 9 , issue 17 , Pakistan.
19. TRAINING COURSE SERIES No. 30. 2008. Field Estimation of Soil Water Content. s.l. : INTERNATIONAL ATOMIC ENERGY AGENCY, VIENNA.
20. Wang, X . Guan, H . Xie, H . 2006 – Estimation of root-zone soil moisture using MODIS-derived NDVI in semiarid and humid conditions, ASPRS 2006 Annual Conference Reno, Nevada, May 1-5.
21. Weng, Q. Fu, P. Gao, F. 2014. Generating daily land surface temperature at Landsat resolution by fusing Landsat and MODIS data. s.l. : *Remote Sensing of Environment* 145 (2014) 55–67.
22. Wu, H. Ren, H . Yan, G. Wan, Z. 2012. Satellite-derived land surface temperature: Current status and perspectives. s.l. : *Remote Sensing of Environment* 131 (2013) 14–37.

23. Yang, Y. Cai, W. Yang, J. 2017. Evaluation of MODIS Land Surface Temperature Data to Estimate Near-Surface Air Temperature in Northeast China. s.l. : Remote Sens. 2017, 9, 410; doi:10.3390/rs9050410.
24. Yang, X. Wu, J. Yang. 2008. Modified triangle method to estimate soil moisture status with moderate resolution imaging spectroradiometer (MODIS) products. The International Archives of the Photogrammetry, Remote Sensing and Spatial Information Science, Vol. XXXVII. Part B8.
25. Yu, W. Ma, M. Li, Z. 2017. New Scheme for Validating Remote-Sensing Land Surface Temperature Products with Station Observations. s.l. : Remote Sens, 9, 1210; doi:10.3390/rs9121210.

المواقع الإلكترونية:

1. www.landsat.usgs.gov .
2. www.geosystem.de .
3. www.NASA.gov.
4. www.MODIS.com .
5. www.FAO.org.
6. www.moaar.gov.

Abstract

Remote sensing technology is an important tool for predicting soil moisture in the root area for large areas and consecutive times Instantaneously. Therefore, MODIS or Moderate Resolution Imaging Spectroradiometer was used to estimate surface soil moisture using a triangle method based on both spectral evidence of surface temperature Soil and Vegetation indicator (NDVI) (Normalized Difference Vegetation Index).

MODIS was used MOD11A2 product to obtain LST surface temperature and MOD13Q1 to obtain the NDVI plant indicator simultaneously and with a time frequency of 15 days in a study area that characterized by its diverse in terms of terrain, vegetation cover, climate and precipitation amounts to include all Rainfall areas in the Syrian Arab Republic.

by measuring soil moisture at several sites that also distributed to all rainfall stabilization areas Has been field-tested using the weighted method for estimating soil moisture for the 2016 season.

The results of the study showed that spatial images can be used to estimate soil moisture with high reliability in humid months, while field modeling of space images should be carried out in a few months in order to increase the degree and reliability of soil moisture in those time periods of the year.

The results also showed that the soil moisture was totally depend on the amount of rain precipitation during the study season by 98%, and its dependence and effect on the type and density of vegetation cover by 76%.

Key words: Soil moisture - Moderate Resolution Imaging Spectroradiometer (MODIS) – MOD11A2 – MOD13Q1 – Vegetation - Normalized Difference Vegetation Index (NDVI) –Land Surface Temperature (LST) - Syria.

الملحق

ملحق (1) :

التاريخ	17/03/2016	رمز الحقل	14	القرية	مركز البحوث الزراعية - الجماسة
المحافظة	طرطوس	المنطقة	طرطوس	منطقة الاستقرار	IA (750-850)
الاحداثيات	N	34.73233	E	35.97736	35
طبيعة المنطقة	جبلية		سهلية	✓	تلال
الغطاء النباتي					
طبيعي	رعوي		شجري		شجيري
المحصولي	شتوي	✓	صيفي		
	شجري		حولي	✓	شجيري
اسم النوع	القمح				
طور النمو	ازهار و اخصاب				
النباتات المرافقة	فول				
نسبة التغطية	70-75%	الارتفاع	50سم	المساحة	8دنم
ملاحظات					



ملحق(2) :

التاريخ	17/03/2016	رمز الحقل	15	القرية	الحميدية
المحافظة	طرطوس	المنطقة	طرطوس	منطقة الاستقرار	IA (850-750)
الاحداثيات	N	34.73265	E	35.97741	35
طبيعة المنطقة	جبلية		سهلية	✓	تلال
الغطاء النباتي					
طبيعي	رعوي		شجري		شجيري
المحصولي	شتوي		صيفي		
	شجري		حولي	✓	شجيري
اسم النوع	<u>البطاطا</u>				
طور النمو	بداية إزهار				
النباتات المرافقة	لا يوجد				
نسبة التغطية	80%	الارتفاع	20سم	المساحة	6 دسم
ملاحظات					



ملحق (3) :

التاريخ	17/05/2016	رمز الحقل	29	القرية	الحميدية
المحافظة	طرطوس	المنطقة	طرطوس - الحميدية	منطقة الاستقرار	IA (750-850)
الاحداثيات	N	34.73265	E	35.97741	Z
طبيعة المنطقة	جبلية		سهلية	✓	تلال
الغطاء النباتي					
طبيعي	رعوي		شجري		شجيري
المحصولي	شتوي		صيفي		
	شجري		حولي	✓	شجيري
اسم النوع	<u>بطاطا</u>				
طور النمو	انبات				
80	القليل من النباتات الحولية				
نسبة التغطية	10%	الارتفاع	سم 10-20	المساحة	6 دنم
ملاحظات	تسوير الحقل بأشجار سرو				



ملحق (4) :

التاريخ	17/03/2016	رمز الحقل	16	القرية	الحميدية
المحافظة	طرطوس	المنطقة	طرطوس	منطقة الاستقرار	IA (750-850)
الاحداثيات	N	34.73265	E	35.97741	15
طبيعة المنطقة	جبلية		سهلية	✓	تلال
الغطاء النباتي					
طبيعي	رعوي		شجري		شجيري
المحصولي	شتوي	✓	صيفي		
	شجري		حولي	✓	شجيري
اسم النوع	قمح				
طور النمو	ازهار و اخصاب				
النباتات المرافقة	خرفيش - حميضة -وردة الشاي				
نسبة التغطية	99%	الارتفاع	50	المساحة	10دنم
ملاحظات					



ملحق (5) :

التاريخ	17/05/2016	رمز الحقل	30	القرية	الحميدية
المحافظة	طرطوس	المنطقة	طرطوس - الحميدية	منطقة الاستقرار	IA (750-850)
الاحداثيات	N	34.73265	E	35.97741	Z
طبيعة المنطقة	جبلية		سهلية	✓	تلال
الغطاء النباتي					
طبيعي	رعوي		شجري		شجيري
المحصولي	شتوي	✓	صيفي		
	شجري		حولي	✓	شجيري
اسم النوع	قمح				
طور النمو	حصاد				
80	القليل من النباتات الحولية				
نسبة التغطية	99%	الارتفاع	50	المساحة	10دنم



ملحق (6) :

التاريخ	17/03/2016	رمز الحقل	18	القرية	زاهد
المحافظة	طرطوس	المنطقة	طرطوس- الحميدية	منطقة الاستقرار	B-1 (850-750)
الاحداثيات	N	34.69777	E	36.00741	18
طبيعة المنطقة	جبلية		سهلية	✓	تلال
الغطاء النباتي					
طبيعي	رعوي		شجري		شجيري
المحصولي	شتوي		صيفي		
	شجري		حولي	✓	شجيري
اسم النوع	بطاطا				
طور النمو	بداية إزهار				
النباتات المرافقة	لا يوجد				
نسبة التغطية	60%	الارتفاع	سم 15-20	المساحة	25 دنم
ملاحظات					



ملحق(7):

زاهد	القرية	31		رمز الحقل	17/05/2016		التاريخ
IA (850-750)	منطقة الاستقرار	طرطوس - الحميدية		المنطقة	طرطوس		المحافظة
30	Z	36.00741	E	34.69777	N	الاحداثيات	
	تلال	✓	سهلية		جبلية	طبيعة المنطقة	
الغطاء النباتي							
	شجيري		شجري		رعوي	طبيعي	
			صيفي		شتوي	المحصولي	
	شجيري		حولي		شجري		
أرض بور							اسم النوع
						طور النمو	
							النباتات المرافقة
25دنم	المساحة			الارتفاع			نسبة التغطية
							ملاحظات



ملحق (8) :

التاريخ	17/03/2016	رمز الحقل	19	القرية	مركز بحوث زاهد الشرقية
المحافظة	طرطوس	المنطقة	طرطوس	منطقة الاستقرار	IA (850-750)
الاحداثيات	N	34.69958	E	35.99915	30
طبيعة المنطقة	جبلية		سهلية	✓	تلال
الغطاء النباتي					
طبيعي	رعوي		شجري		شجيري
المحصولي	شتوي	✓	صيفي		
	شجري		حولي	✓	شجيري
اسم النوع	فول				
طور النمو	ازهار				
النباتات المرافقة	أعشاب منها النجيلي و منها عريضة الأوراق				
نسبة التغطية	30-40%	الارتفاع	سم 15-20	المساحة	3دسم
ملاحظات	مساحة صغيرة - يتبع بالحقل الزراعة العضوية حيث يوجد نسبة عالية من الأعشاب				

ملحق (9) :

التاريخ	13/01/2016	رمز الحقل	40	القرية	الكريم
المحافظة	حماة	المنطقة	السلمية	منطقة الاستقرار	IV (250-200)
الاحداثيات	N	35.016	E	37.028	450
طبيعة المنطقة	جبلية		سهلية	✓	تلال
الغطاء النباتي					
طبيعي	رعوي		شجري		شجيري
المحصولي	شتوي		صيفي		
	شجري		حولي		شجيري ✓
اسم النوع	بيقية				
طور النمو	انبات				
النباتات المرافقة	حوليات عشبية رفيعة الأوراق				
نسبة التغطية	100%	الارتفاع	30سم	المساحة	20نم
ملاحظات					

ملحق(10) :

التاريخ	24/03/2016	رمز الحقل	41	القرية	الكريم
المحافظة	حماة	المنطقة	السلمية	منطقة الاستقرار	IV (250-200)
الاحداثيات	N	35.016	E	37.028	450
طبيعة المنطقة	جبلية		سهلية	✓	تلال
الغطاء النباتي					
طبيعي	رعوي		شجري		شجيري

المحصولي	شتوي		صيفي		
	شجري		حولي		✓
بيقية					اسم النوع
ازهار					طور النمو
حولييات عشبية رفيعة الأوراق					النباتات المرافقة
نسبة التغطية	100%	الارتفاع	سم50-55	المساحة	20دسم
					ملاحظات

ملحق (11) :

التاريخ	03/04/2016		رمز الحقل	42		القرية	الكريم
المحافظة	حماة		المنطقة	السلمية		منطقة الاستقرار	IV (250-200)
الاحداثيات		N	35.016	E	37.028	Z	450
طبيعة المنطقة		جبلية		سهلية	✓	تلال	
الغطاء النباتي							
طبيعي		رعوي		شجري		شجيري	
المحصولي		شتوي		صيفي			
		شجري		حولي		شجيري	✓
اسم النوع						ببقية	
طور النمو				اثمار			
النباتات المرافقة						حوليات عشبية رفيعة الأوراق	
نسبة التغطية		100%	الارتفاع	سم50-55		المساحة	20دنم
ملاحظات							

ملحق (12) :

التاريخ	20/03/2016	رمز الحقل	43	القرية	مركز البحوث الزراعية
المحافظة	حماة	المنطقة	نقارنة	منطقة الاستقرار	IV (250-200)
الاحداثيات	N	35.05	E	36.44	Z
طبيعة المنطقة	جبلية		سهلية	✓	تلال
الغطاء النباتي					
طبيعي	رعوي		شجري		شجيري
المحصولي	شتوي	✓	صيفي		
	شجري		حولي	✓	شجيري
اسم النوع	الشوندر السكري				
طور النمو :	بداية ازهار				
النباتات المرافقة	نباتات حولية عشبية صفراء				
نسبة التغطية	60-70%	الارتفاع	سم 15-20	المساحة	20 دنم
ملاحظات	لا يوجد				

ملحق (13) :

التاريخ	16/03/2016	رمز الحقل	1	القرية	مفرق شين (الاستيراد الدولي)
المحافظة	حمص	المنطقة	مركز شين	منطقة الاستقرار	B-1 (850-780)
الاحداثيات	N	34.69328	E	36.5226	Z
طبيعة المنطقة	جبلية		سهلية	✓	تلال
الغطاء النباتي					
طبيعي	رعوي		شجري	تشجير صناعي	شجيري
المحصولي	شتوي		صيفي		
	شجري		حولي		شجيري
اسم النوع	اوكالبتوس				

طور النمو :					دائم الخضرة
نباتات حولية عشبية صفراء					النباتات المرافقة
نسبة التغطية					60-70%
الارتفاع					12م
المساحة					جانب الطريق الدولي (2-3 دنم)
ملاحظات					يوجد نسبة كبيرة من الأحجار البنية الكبيرة بجانب الطريق



ملحق (14) :

التاريخ	17/03/2016	رمز الحقل	20	القرية	المشرفة
المحافظة	حمص	المنطقة	تلكخ - طريق حمص طرطوس	منطقة الاستقرار	IA (750-700)
الاحداثيات	N	34.69638	E	35.108	Z
طبيعة المنطقة	جبلية		سهلية	✓	تلال
الغطاء النباتي					
طبيعي	رعوي	شجري	تشجير صناعي	شجري	
المحصولي	شتوي	صيفي			
	شجري	حولي		شجري	
أوكالبيتوس					اسم النوع

طور النمو :					دائم الخضرة
نباتات حولية عشبية					النباتات المرافقة
نسبة التغطية	80%	الارتفاع	م10-12	المساحة	20م دنم جانبي الطريق
ملاحظات					

ملحق (15) :

التاريخ	15/05/2016	رمز الحقل	21	القرية	تلكلخ - الطريق الدولي
المحافظة	حمص	المنطقة	تلكلخ	منطقة الاستقرار	IA (750-700)
الاحداثيات	N	34° 42.198	E	36° 19.618	Z
طبيعة المنطقة	جبلية		سهلية	✓	تلال
الغطاء النباتي					
طبيعي	رعوي	شجري	تشجير صناعي	شجيري	
المحصولي	شتوي	صيفي			
	شجري	حولي		شجيري	
اسم النوع	<u>اوكالبتوس</u>				
طور النمو :					دائم الخضرة
نباتات المرافقة					شوكيات
نسبة التغطية	95%	الارتفاع	م25	المساحة	25م من جانبي الطريق
ملاحظات					وجود صخور من أصل بازلي



ملحق (16) :

التاريخ	16/03/2016	رمز الحقل	7	القرية	ضهر القصير
المحافظة	حمص	المنطقة	مركز حمص	منطقة الاستقرار	IA (1000-900)
الاحداثيات	N	34.85687	E	36.34984	980
طبيعة المنطقة	جبلية	✓	سهلية	تلال	
الغطاء النباتي					
طبيعي	رعوي		شجري	✓	شجيري
المحصولي	شتوي		صيفي		
	شجري		حولي		شجيري
اسم النوع	<u>غابة السرو</u>				
طور النمو :	دائم الخضرة				
النباتات المرافقة	نباتات حولية عشبية صفراء				
نسبة التغطية	95%	الارتفاع	6-8م	المساحة	11دعم
ملاحظات					



ملحق (17) :

التاريخ	16/03/2016	رمز الحقل	5	القرية	كفرام
المحافظة	حمص	المنطقة	تلخلخ	منطقة الاستقرار	IA (1000-900)
الاحداثيات	N	34.81543	E	36.33453	Z
طبيعة المنطقة	جبلية	✓	سهلية	تلال	975
الغطاء النباتي					
طبيعي	رعوي	شجري	تشجير صناعي	شجيري	
المحصولي	شتوي	صيفي			
	شجري	حولي		شجيري	
اسم النوع	<u>غابة صنوبر</u>				
طور النمو :	دائم الخضرة				
النباتات المرافقة	وجود فرشاة غابية (أوراق أبرية)				
نسبة التغطية	100%	الارتفاع	12م	المساحة	10دنم
ملاحظات	بجانب غابة الصنوبر هناك سفوح جبلية مزروعة بالتفاح				



ملحق (18) :

بعرانيل	القرية	24		رمز الحقل	15/05/2016		التاريخ
IA (900-800)	منطقة الاستقرار	الشيخ بدر		المنطقة	طرطوس		المحافظة
429	Z	36°01.19	E	34°59.36	N	الاحداثيات	
	تلال		سهلية	✓	جبلية	طبيعة المنطقة	
الغطاء النباتي							
	شجري	✓	شجري		رعوي	طبيعي	
			صيفي		شتوي	المحصولي	
	شجري		حولي		شجري		
<u>صنوبر مع القليل من المخروطيات</u>							اسم النوع
دائم الخضرة						طور النمو :	

نباتات متسلقة - بطم - سميلاكس - زمزريق					النباتات المرافقة
1كم	المساحة	30م	الارتفاع	95-100%	نسبة التغطية
الغابة مغلقة - يلاحظ وجود مجتمع جديد من السنديان					ملاحظات



ملحق (19) :

بانيس	القرية	36		رمز الحقل	04/09/2016		التاريخ
IA (850-800)	منطقة الاستقرار	بانيس		المنطقة	طرطوس		المحافظة
420	Z	360101.3	E	351043	N	الاحداثيات	
	تلال		سهلية	✓	جبلية	طبيعة المنطقة	
الغطاء النباتي							

شجيري	✓	شجري	رعوي	طبيعي
		صيفي	شتوي	المحصولي
شجيري		حولي	شجري	
<u>غابة صنوبر مع بعض أشجار السنديان</u>				اسم النوع
دائم الخضرة			طور النمو :	
لا يوجد				النباتات المرافقة
500م	المساحة	20م	الارتفاع	نسبة التغطية
يوجد عدد من الصخور - على يمين الطريق هناك غابة سنديان بتغطية أقل				ملاحظات



ملحق (20) :

كفرام - ضهر القصير	القرية	6	رمز الحقل	16/03/2016	التاريخ
IA (850-800)	منطقة الاستقرار	تلكلخ	المنطقة	حمص	المحافظة
1035	Z	36.36793	E	34.84026	N
	تلال		سهلية	✓	جبلية
الغطاء النباتي					
شجيري	✓	شجري	رعوي	طبيعي	

			صيفي		شتوي	المحصولي
	شجيري		حولي		شجري	
<u>سنديان عادي</u>						اسم النوع
سكون						طور النمو :
نباتات حولية عشبية صفراء						النباتات المرافقة
دنم 5-10	المساحة	م 10-12	الارتفاع	80%		نسبة التغطية
الامتداد على مساحة واسعة على جانبي الطريق						ملاحظات



ملحق (21) :

التاريخ	16/03/2016	رمز الحقل	11	القرية	الطريز
المحافظة	طرطوس	المنطقة	صافيتا - مشتى الحلو	منطقة الاستقرار	IA (1200-950)
الاحداثيات	N	34.8714	E	36.27421	Z
طبيعة المنطقة	جبلية	✓	سهلية	تلال	682
الغطاء النباتي					

	شجيري	✓	شجيري		رعوي	طبيعي
			صيفي		شتوي	المحصولي
	شجيري		حولي		شجري	
<u>غابات سنديان عادي</u>						اسم النوع
نمو خضري					طور النمو	
وجود العديد من الأشجار الحراجية خاصة الصنوبر - نسبة عالية من الوزال						النباتات المرافقة
1000دنم	المساحة	5-7م	الارتفاع	90%	نسبة التغطية	
امتداد لمساحات واسعة						ملاحظات



ملحق (22) :

بيت عتق	القرية	33	رمز الحقل	04/09/2016	التاريخ
---------	--------	----	-----------	------------	---------

المحافظة	حماة	المنطقة	مصيف	منطقة الاستقرار	IA (1300-980)
الاحداثيات	N	34° 5347.6	E	36° 1910.5	765
طبيعة المنطقة	جبلية	✓	سهلية	تلال	
الغطاء النباتي					
طبيعي	رعوي		شجري	✓	شجيري
المحصولي	شتوي		صيفي		
	شجري		حولي		شجيري
اسم النوع	غابات حراجية يسود فيها السنديان العادي				
طور النمو :	دائم الخضرة				
النباتات المرافقة	نباتات حولية عشبية و نباتات شوكية				
نسبة التغطية	80 وتتنخفض على الطريق %	الارتفاع	2م	المساحة	500م
ملاحظات	وجود العديد من الصخور - على يمين الطريق يوجد اشجار زيتون تمتد حتى حزور				



ملحق (23) :

التاريخ	04/09/2016	رمز الحقل	35	القرية	حيالين
المحافظة	حماة	المنطقة	مصيف	منطقة الاستقرار	IA (1300-980)

945	Z	36° 18077	E	3505337	N	الاحداثيات
	تلال		سهلية	✓	جبلية	طبيعة المنطقة
الغطاء النباتي						
	شجيري	✓	شجري		رعوي	طبيعي
			صيفي		شتوي	المحصولي
	شجيري		حولي		شجري	
<u>سنديان مع بعض الأشجار الحراجية</u>						اسم النوع
دائم الخضرة					طور النمو :	
لا يوجد						النباتات المرافقة
4كم	المساحة	1.5-2م	الارتفاع	70%	نسبة التغطية	
يوجد تكشفات صخرية تظهر واضحة على يمين الطريق						ملاحظات



ملحق (24) :

المرانة	القرية	4	رمز الحقل	16/03/2016	التاريخ
IA (950-900)	منطقة الاستقرار	شين - مركز حمص	المنطقة	حمص	المحافظة

841	Z	36.41154	E	34.80009	N	الاحداثيات
	تلال		سهلية	مدرجات	جبلية	طبيعة المنطقة
الغطاء النباتي						
	شجيري	✓	شجري		رعوي	طبيعي
			صيفي		شتوي	المحصولي
	شجيري		حولي		شجري	
تفاحيات مع زيتون						اسم النوع
سكون						طور النمو :
الديس (scirpus) - أعشاب حولية						النباتات المرافقة
دسم 45	المساحة	م3	الارتفاع	60%	نسبة التغطية	
وجود أشجار سرو كمصدات للرياح						ملاحظات



ملحق (25) :

مركز البحوث الزراعية برشين	القرية	8	رمز الحقل	16/03/2016	التاريخ
IA (1100-950)	منطقة الاستقرار	مصيف	المنطقة	حماة	المحافظة

960	Z	36.34133	E	34.87187	N	الاحداثيات
	تلال		سهلية	✓	جبلية	طبيعة المنطقة
الغطاء النباتي						
	شجيري	✓	شجري		رعوي	طبيعي
			صيفي		شتوي	المحصولي
	شجيري		حولي		شجري	
تفاح						اسم النوع
سكون مع بداية النمو الخضري						طور النمو:
نباتات حولية عشبية						النباتات المرافقة
دنم2.5	المساحة	م2	الارتفاع	30%	نسبة التغطية	
						ملاحظات



ملحق (26) :

مركز البحوث الزراعية - برشين	القرية	32	رمز الحقل	04/09/2016	التاريخ
IA (1100-950)	منطقة الاستقرار	مصيف	المنطقة	حماة	المحافظة

965	Z	36° 2035.4	E	34° 5218.7	N	الاحداثيات
	تلال		سهلية	✓	جبلية	طبيعة المنطقة
الغطاء النباتي						
	شجيري	✓	شجري		رعوي	طبيعي
			صيفي		شتوي	المحصولي
	شجيري		حولي		شجري	
تفاح						اسم النوع
اثمار						طور النمو
نباتات حولية عشبية صفراء						النباتات المرافقة
دنم2.5	المساحة	3م	الارتفاع	40-50%	نسبة التغطية	



ملحق (27) :

برشين	القرية	9	رمز الحقل	16/03/2016	التاريخ
IA 1100-950)	منطقة الاستقرار	برشين - مصيف	المنطقة	حماة	المحافظة

848	Z	36.32566	E	34.88965	N	الاحداثيات
	تلال		سهلية	مدرجات	جبلية	طبيعة المنطقة
الغطاء النباتي						
	شجيري	✓	شجري		رعوي	طبيعي
			صيفي		شتوي	المحصولي
	شجيري		حولي		شجري	
تفاح (مدرجات - سفوح)						اسم النوع
بداية النمو الخضري						طور النمو
نباتات عشبية (الديس) و حوليات صفراء						النباتات المرافقة
20دسم	المساحة	2-2.5م	الارتفاع	80%	نسبة التغطية	
تغطية لمساحات واسعة						ملاحظات



ملحق (28) :

بدايا	القرية	12	رمز الحقل	16/03/2016	التاريخ
IA (1200-980)	منطقة الاستقرار	صافيتا	المنطقة	طرطوس	المحافظة

275	Z	36.16863	E	34.80594	N	الاحداثيات
✓	تلال		سهلية		جبلية	طبيعة المنطقة
الغطاء النباتي						
	شجيري	✓	شجري		رعوي	طبيعي
			صيفي		شتوي	المحصولي
	شجيري		حولي		شجري	
زيتون معمر						اسم النوع
بداية ازهار						طور النمو
سنيسلة						النباتات المرافقة
20دعم	المساحة	4م	الارتفاع	70%	نسبة التغطية	
جانب سد الباسل (مساحات واسعة من التلال قليلة الارتفاع مزروعة زيتون)						ملاحظات



ملحق (29) :

ضهر الدوير	القرية	23	رمز الحقل	15/05/2016	التاريخ
IA (700-600)	منطقة الاستقرار	طرطوس	المنطقة	طرطوس	المحافظة

124	Z	35°540.7	E	34°573.2	N	الاحداثيات
	تلال		سهلية	✓	جبلية	طبيعة المنطقة
الغطاء النباتي						
	شجيري	✓	شجري		رعوي	طبيعي
			صيفي		شتوي	المحصولي
	شجيري		حولي		شجري	
زيتون						اسم النوع
بداية العقد					طور النمو :	
القليل من الحوليات						النباتات المرافقة
1كم	المساحة	م3-4	الارتفاع	90%	نسبة التغطية	
						ملاحظات



ملحق (30) :

التاريخ	15/05/2016	رمز الحقل	25	القرية	النمط
المحافظة	طرطوس	المنطقة	الشيخ بدر	منطقة الاستقرار	IA (1200-950)
الاحداثيات	N	35°000.2	E	36°062.8	Z
طبيعة المنطقة	جبلية	✓	سهلية	تلال	

الغطاء النباتي						
	شجيري	✓	شجري		رعوي	طبيعي
			صيفي		شتوي	المحصولي
	شجيري		حولي		شجري	
غابات مختلطة زيتون و عريصات أوراق						اسم النوع
الزيتون بداية عقد					طور النمو :	
نباتات حولية						النباتات المرافقة
1كم	المساحة	3-4م	الارتفاع	60 -95 %	نسبة التغطية	
						ملاحظات



ملحق (31) :

التاريخ	15/05/2016	رمز الحقل	26	القرية	المقبلة
المحافظة	طرطوس	المنطقة	الشيخ بدر	منطقة الاستقرار	IA (1200-980)
الاحداثيات	N	35°0113	E	36°0886	586
طبيعة المنطقة	جبلية	جبال و وديان	سهلية	تلال	
الغطاء النباتي					
	رعوي	شجري	✓	شجيري	طبيعي

المحصولي	شتوي		صيفي		
	شجري		حولي		شجيري
اسم النوع	<u>غابات مختلطة زيتون و أشجار حراجية (سنديان - بطم - قطلب)</u>				
طور النمو :	الزيتون بداية عقد				
النباتات المرافقة	سرخس - طيون - زمزريق - الآس				
نسبة التغطية	95%	الارتفاع	3-4م	المساحة	كم-4-2
ملاحظات	تغطية الغابات للسلاسل الجبلية - نلاحظ التعداد البشرية على مناطق الغابات				



ملحق (32) :

التاريخ	17/03/2016	رمز الحقل	17	القرية	مركز البحوث الزراعية- زاهد الغربية
المحافظة	طرطوس	المنطقة	الحميدية - طرطوس	منطقة الاستقرار	IA (750-850)
الاحداثيات	N	34.69529	E	35.98669	18
طبيعة المنطقة	جبلية		سهلية	✓	تلال
الغطاء النباتي					
طبيعي	رعوي		شجري	✓	شجيري
المحصولي	شتوي		صيفي		
	شجري		حولي		شجيري

<u>حمضيات</u>					اسم النوع
ازهار و بداية اثمار					طور النمو
لا يوجد					النباتات المرافقة
9-10 دنم	المساحة	4-5 م	الارتفاع	98%	نسبة التغطية
تم تسوير الحقل بأشجار سرو					ملاحظات



ملحق (33) :

التاريخ	17/05/2016	رمز الحقل	27	القرية	مركز البحوث الزراعية - زاهد الغربية
المحافظة	طرطوس	المنطقة	زاهد الغربية - الحميدية	منطقة الاستقرار	IA (750-850)
الاحداثيات	N	34.69529	E	35.98669	18
طبيعة المنطقة	جبلية		سهلية	✓	تلال
الغطاء النباتي					
طبيعي	رعوي		شجري	✓	شجيري
المحصولي	شتوي		صيفي		
	شجري		حولي		شجيري
<u>حمضيات</u>					اسم النوع

العقد				طور النمو:	
حوليات				النباتات المرافقة	
دسم 9-10	المساحة	م 4-5	الارتفاع	98%	نسبة التغطية
تسوير الحقل بأشجار سرو					ملاحظات



ملحق (34) :

بيت كمونة	القرية	28		رمز الحقل	17/05/2016		التاريخ
IA (750-650)	منطقة الاستقرار	طرطوس		المنطقة	طرطوس		المحافظة
60	Z	35°55.44	E	34°51.57	N	الاحداثيات	
	تلال	✓	سهلية		جبلية	طبيعة المنطقة	
الغطاء النباتي							
	شجيري	✓	شجري		رعوي	طبيعي	
			صيفي		شتوي	المحصولي	
	شجيري		حولي		شجري		
<u>حمضيات</u>							اسم النوع
العقد						طور النمو:	

حوليات - الطيون					النباتات المرافقة
100-200م	المساحة	2م	الارتفاع	80%	نسبة التغطية
تسوير الحقل بأشجار سرو					ملاحظات



ملحق (35) :

التاريخ	16/03/2016		رمز الحقل	3		القرية	شين
المحافظة	حمص		المنطقة	شين - مركز حمص		منطقة الاستقرار	IA (900-800)
الاحداثيات	N	34.72739	E	36.46326	Z	602	
طبيعة المنطقة	جبلية		سهلية	✓	تلال		
الغطاء النباتي							
طبيعي	رعوي		شجري		شجيري		
المحصولي	شتوي		صيفي				
	شجري		حولي		شجيري		
اسم النوع	<u>نباتات حولية عشبية صفراء</u>						
طور النمو :	سكون						
النباتات المرافقة	لا يوجد						

نسبة التغطية	90%	الارتفاع	50سم	المساحة	10دعم
ملاحظات					



ملحق (36) :

التاريخ	16/03/2016	رمز الحقل	10	القرية	الجويحات
المحافظة	حمص	المنطقة	شين	منطقة الاستقرار	IA (1200-980)
الاحداثيات	N	34.87912	E	36.31566	805
طبيعة المنطقة	جبلية	✓	سهلية	تلال	
الغطاء النباتي					
طبيعي	رعوي	✓	شجري	شجري	
المحصولي	شتوي		صيفي		
	شجري		حولي	شجري	
اسم النوع	بقايا غابية مع شجيرات قزمية (بلان)				
طور النمو					
النباتات المرافقة	نباتات حولية عشبية صفراء				
نسبة التغطية	90%	الارتفاع	قزمية	المساحة	100-200دعم

	ملاحظات
--	---------



ملحق (37) :

التاريخ	04/09/2016	رمز الحقل	34	القرية	عين حلاقيم
المحافظة	حماة	المنطقة	مصيف	منطقة الاستقرار	IA (1200-980)
الاحداثيات	N	345627.6	E	36° 1919.2	587
طبيعة المنطقة	جبلية		سهلية		تلال
الغطاء النباتي					
طبيعي	رعوي		شجري		شجيري
المحصولي	شتوي		صيفي		
	شجري		حولي		شجيري
اسم النوع	<u>جبل أجرد مع نسبة منخفضة من النباتات</u>				
طور النمو					
النباتات المرافقة					
نسبة التغطية	10%	الارتفاع	60سم	المساحة	3كم
ملاحظات					



ملحق (38) :

التاريخ	09/06/2016	رمز الحقل	38	القرية	المسعودية
المحافظة	حمص	المنطقة	المخرم	منطقة الاستقرار	IV (350-250)
الاحداثيات	N	34.866	E	Z	750
طبيعة المنطقة	جبلية		سهلية	تلال	✓
الغطاء النباتي					
طبيعي	رعوي		شجري	✓	شجيري
المحصولي	شتوي		صيفي		
	شجري		حولي		شجيري
اسم النوع	<u>زيتون</u>				
طور النمو	اثمار				
النباتات المرافقة	لا يوجد				
نسبة التغطية	50-60%	الارتفاع	2م	المساحة	10دنم
ملاحظات					



ملحق (39) :

التاريخ	09/06/2016	رمز الحقل	37	القرية	المسعودية
المحافظة	حمص	المنطقة	المخرم	منطقة الاستقرار	IV (350-250)
الاحداثيات	N	34.866	E	37.305	Z
طبيعة المنطقة	جبلية		سهلية	✓	تلال
الغطاء النباتي					
طبيعي	رعوي		شجري		شجيري
المحصولي	شتوي		صيفي	✓	
	شجري		حولي	✓	شجيري
اسم النوع	نباتات حولية عشبية				
طور النمو					
النباتات المرافقة	بعض أشجار السرو والزيتون واللوز				
نسبة التغطية	90%	الارتفاع	20سم	المساحة	2-3 دسم
ملاحظات					



ملحق (40) :

التاريخ	09/06/2016	رمز الحقل	39	القرية	المسعدية
المحافظة	حمص	المنطقة	المخرم	منطقة الاستقرار	IV (350-250)
الاحداثيات	N	34.866	E	37.305	Z
طبيعة المنطقة	جبلية		سهلية	✓	تلال
الغطاء النباتي					
طبيعي	رعوي		شجري	✓	شجيري
المحصولي	شتوي		صيفي		
	شجري		حولي		شجيري
اسم النوع	لوز				
طور النمو	حصاد				
النباتات المرافقة	لا يوجد				
نسبة التغطية	50-60%	الارتفاع	2م	المساحة	10دنم
ملاحظات					

ملحق (41) :

التاريخ	16/03/2016	رمز الحقل	2	القريبة	شين
المحافظة	حمص	المنطقة	شين - مركز حمص	منطقة الاستقرار	B-1 (850-750)
الاحداثيات	N	34.72739	E	36.46326	Z
طبيعة المنطقة	جبلية		سهلية	✓	تلال
الغطاء النباتي					
طبيعي	رعوي		شجري	✓	شجيري
المحصولي	شتوي		صيفي		
	شجري		حولي		شجيري
اسم النوع	زيتون				
طور النمو :	سكون				
النباتات المرافقة	نباتات حولية عشبية صفراء				
نسبة التغطية	30%	الارتفاع	2م	المساحة	10دعم
ملاحظات					



ملحق (42) :

التاريخ	17/03/2016	رمز الحقل	13	القرية	مركز البحوث الزراعية – الجماسة
المحافظة	طرطوس	المنطقة	طرطوس	منطقة الاستقرار	IA (850-750)
الاحداثيات	N	34.8727	E	35.33443	38
طبيعة المنطقة	جبلية		سهلية	✓	تلال
الغطاء النباتي					
طبيعي	رعوي	شجري	شجيري		
المحصولي	شتوي	صيفي			
	شجري	حولي	شجيري		
اسم النوع	<u>أرض بور</u>				
طور النمو					
النباتات المرافقة					
نسبة التغطية		الارتفاع		المساحة	20دنم
ملاحظات	المحصول السابق : القطن - مسور الحقل بأشجار السرو				



ملحق (43) :

التاريخ	15/05/2016	رمز الحقل	22	القرية	تلكلخ - الطريق الدولي
المحافظة	حمص	المنطقة	تلكلخ	منطقة الاستقرار	IA (800-700)
الاحداثيات	N	34° 42.198	E	36° 19.618	Z
طبيعة المنطقة	جبلية		سهلية	✓	تلال
الغطاء النباتي					
طبيعي	رعوي		شجري		شجيري
المحصولي	شتوي		صيفي	✓	
	شجري		حولي		شجيري
اسم النوع	القمح				
طور النمو :	حصاد				
النباتات المرافقة	شوكيات				
نسبة التغطية	100%	الارتفاع	50سم	المساحة	3كم
ملاحظات	وجود صخور من أصل بازلي				





Syrian Arab Republic

**Damascus university
Faculty of Agricultural
Soil Science Department**

Using MODIS images in studing the relationship of soil moisture with spectral vegetation indices

**Thesis submitted to the University of Damascus to obtain a
master's degree in soil science**

Prepare : Rouba Alyousef

:Supervisor

Scientific Supervisor:

Wasem Almesber

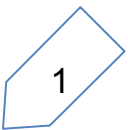
**Faculty of Agricultural
Soil Science Department**

Co-supervisor:

Nasser Ibrahim

**General Organization
of Remote Sensing**

2019–2018



الملخص

تعتبر تقانة الاستشعار عن بعد أداة مهمة للتنبؤ برطوبة التربة في منطقة الجذور لمساحات واسعة وأزمنة متعاقبة بشكل لحظي، لذلك تم في هذا الدراسة استخدام منتجات MODIS (Moderate Resolution Imaging Spectroradiometer) لتقدير رطوبة التربة السطحية باستخدام طريقة المثلث المعتمدة على كل من الأدلة الطيفية لدرجة حرارة سطح التربة LST (Land Surface Temperature) والدليل النباتي (Normalized Difference NDVI (Vegetation Index).

استخدم المنتج (MOD11A2) من منتجات MODIS للحصول على درجة حرارة سطح التربة LST والمنتج (MOD13Q1) للحصول على الدليل النباتي NDVI بشكل متزامن لكل منهما وبتواتر زمني كل 15 يوم في منطقة دراسة تميزت بتنوع تضاريسها وغطائها النباتي ومناخها وكميات الهطل المطري فيها لتشمل جزء من مناطق الاستقرار المطري المتواجدة في الجمهورية العربية السورية.

تم التحقق حقلياً بقياس رطوبة التربة في عدة مواقع موزعة على كافة مناطق الاستقرار المطري باستخدام الطريقة الوزنية لتقدير رطوبة التربة لموسم 2016.

أوضحت نتائج الدراسة إمكانية اعتماد الصور الفضائية في تقدير رطوبة التربة بموثوقية عالية في الأشهر الرطبة، بينما يجب إجراء إعادة نمذجة حقلية للصور الفضائية في الأشهر قليلة الهطل المطري وذلك لرفع درجة موثوقيتها في تقدير رطوبة التربة في تلك الفترات الزمنية من السنة.

كما أظهرت النتائج اعتماد رطوبة التربة كلياً على كمية الهطل المطري خلال موسم الدراسة بنسبة 98%، واعتمادها على الغطاء النباتي وتأثيرها بنوع وكثافة الغطاء النباتي بنسبة 76%.

الكلمات المفتاحية : رطوبة التربة – Moderate Resolution Imaging (MODIS)

– Spectroradiomete – MOD11A2 – MOD13Q1 – الغطاء النباتي –

Normalized Diffrence Vegetation Index (NDVI) – Land Surface

– Temperature (LST) – سورية.

Abstract

Remote sensing technology is an important tool for predicting soil moisture in the root area for large areas and consecutive times Instantaneously. Therefore, MODIS or Moderate Resolution Imaging Spectroradiometer was used to estimate surface soil moisture using a triangle method based on both spectral evidence of surface temperature Soil and Vegetation indicator (NDVI) (Normalized Difference Vegetation Index).

MODIS was used MOD11A2 product to obtain LST surface temperature and MOD13Q1 to obtain the NDVI plant indicator simultaneously and with a time frequency of 15 days in a study area that characterized by its diverse in terms of terrain, vegetation cover, climate and precipitation amounts to include all Rainfall areas in the Syrian Arab Republic.

by measuring soil moisture at several sites that also distributed to all rainfall stabilization areas Has been field-tested using the weighted method for estimating soil moisture for the 2016 season.

The results of the study showed that spatial images can be used to estimate soil moisture with high reliability in humid months, while field modeling of space images should be carried out in a few months in order to increase the degree and reliability of soil moisture in those time periods of the year.

The results also showed that the soil moisture was totally depend on the amount of rain precipitation during the study season by 98%, and its dependence and effect on the type and density of vegetation cover by 76%.

Key words: Soil moisture - Moderate Resolution Imaging Spectroradiometer (MODIS) – MOD11A2 – MOD13Q1 – Vegetation - Normalized Diffrence Vegetation Index (NDVI) –Land Surface Temperature (LST) -