



الجمهورية العربية السورية
جامعة دمشق
كلية الهندسة الزراعية
قسم الموارد الطبيعية المتجددة والبيئة

تحليل ظاهرة الصقيع

واحتمال حدوثها في جنوب سورية

*Analysis the phenomenon of frost and probability
of occurrence in the south of Syria*

رسالت أعدت لاستكمال مستلزمات الحصول على درجة الماجستير
في قسم الموارد الطبيعية المتجددة والبيئة

إعداد المهندسة
سمراء بيطار

إشراف

الدكتورة رجاء الصالح

مدرسة في قسم الموارد الطبيعية المتجددة والبيئة

2013

بِسْمِ اللَّهِ الرَّحْمَنِ الرَّحِيمِ

○ قُلْ هَلْ يَسْتَوِي

الَّذِينَ يَخْلَفُونَ وَآلِهِمْ

يَخْلَفُونَ إِنَّمَا يُنْفِكُونَ

○ الْبَرَارِ

صَدَقَ اللَّهُ الْعَظِيمُ

صفحة القبول

عنوان الرسالة: تحليل ظاهرة الصقيع واحتمال حدوثها في جنوب سورية
الدرجة العلمية: ماجستير في الهندسة الزراعية - قسم الموارد الطبيعية المتجددة والبيئة
اسم المرشحة: سمراء محمد بيطار

نوقشت الرسالة بتاريخ 3 / 9 / 2013، وقبلت من لجنة الحكم المؤلفة من السادة الأساتذة :

التوقيع

لجنة الحكم

الأستاذ الدكتور : **عبد الله أبو زخم** عضواً
كلية الهندسة الزراعية – جامعة دمشق

الدكتورة : **رجاء الصالح** عضواً مشرفاً
كلية الهندسة الزراعية – جامعة دمشق

الدكتور : **إبراهيم خليل مصطفى** عضواً
المدير العام – المديرية العامة للأرصاد الجوية

شهادة

نشهد بأن العمل الموصوف في هذه الرسالة ، نتيجة بحث علمي قامت به
المرشحة سمراء محمد بيطار تحت إشراف الدكتورة رجاء الصالح ، المدرسة
في كلية الهندسة الزراعية - جامعة دمشق ، وأي مراجع أخرى بحثت في
هذه الرسالة موثقة في النص .

المرشحة

سمراء محمد بيطار

الدكتورة رجاء الصالح

جامعة دمشق - كلية الهندسة الزراعية

فهرس المحتويات

الموضوع	رقم الصفحة
الملخص	
المقدمة	1
1- الدراسة المرجعية	4
1-1 تعريف الصقيع	4
2-1 أنواع الصقيع	4
3-1 أثر طبوغرافية وظروف الموقع المحلية في ظاهرة الصقيع	6
4-1 دراسة احتمالات حدوث الصقيع	7
5-1 معادلات تجريبية للتنبؤ بحدوث الصقيع	9
1-6-1 أثر الصقيع في النباتات	13
1-6-2 تخفيض خطر الصقيع على النباتات	16
2- مواد وطرائق البحث	18
1-2 موقع الدراسة	18
2-2 المعطيات المناخية	18
3-2 معالجة المعطيات المناخية	21
1-3-2 التنبؤ باحتمالات حدوث الحرارة المطلقة الدنيا السنوية والشهرية	21
2-3-2 دراسة توزع الصقيع الشتوي والربيعي والخريفي	21
3-3-2 تحليل شدة الصقيع	21
4-3-2 التنبؤ باحتمالية حدوث أول صقيع خريفي وآخر صقيع ربيعي	21
5-3-2 تحليل الانحدار الخطي لقيم مؤشر الأيام الباردة (Percentile 10)	22
1-3 النتائج والمناقشة	23
1-1-3 التنبؤ باحتمالات حدوث الحرارة المطلقة الدنيا الشهرية والسنوية	23
1-1-1-3 التنبؤ باحتمالات الحرارة المطلقة السنوية	23

34	3-1-1-2 التنبؤ بقيم درجات الحرارة الصغرى المطلقة الشهرية
38	3-1-2 دراسة توزيع الصقيع الربيعي والشتوي والخريفي
53	3-1-3 تحليل شدة الصقيع وفق عتبات محددة
53	3-1-3-1 شدة الصقيع ضمن العتبات الحرارية (0،-2،-4، أقل من -4)°م
65	3-1-3-2 متوسط طول موجة الصقيع الشتوي والربيعي والخريفي
65	3-1-3-2-1 متوسط طول موجة الصقيع الشتوي
68	3-1-3-2-2 متوسط طول موجة الصقيع الربيعي
71	3-1-3-2-3 متوسط طول موجة الصقيع الخريفي
75	3-1-4 التنبؤ باحتمالات حدوث أول و آخر صقيع
75	3-1-4-1 التنبؤ باحتمالية حدوث أول صقيع
80	3-1-4-2 التنبؤ باحتمالية حدوث آخر صقيع
87	3-1-5 تحليل الانحدار الخطي لقيم مؤشر الأيام الباردة (10 percentile)
91	3-2 المناقشة العامة والخلاصة
93	3-3 المقترحات والتوصيات
94	المراجع العربية
95	المراجع الأجنبية
102	الملحق

فهرس الجداول

رقم الصفحة	عنوان الجدول	رقم الجدول
14	درجة مقاومة النباتات المختلفة للصقيع خلال مراحل النمو المختلفة	1
20	إحداثيات المحطات المدروسة	2
35	احتمالات الحرارة المطلقة الصغرى الشهرية في سر غايا	3
35	احتمالات الحرارة المطلقة الصغرى الشهرية في عين العرب	4
36	احتمالات الحرارة المطلقة الصغرى الشهرية في دمشق	5
36	احتمالات الحرارة المطلقة الصغرى الشهرية في درعا	6
37	احتمالات الحرارة المطلقة الصغرى الشهرية في السويداء	7
37	احتمالات الحرارة المطلقة الصغرى الشهرية في القنيطرة	8
40	توزع الصقيع الشتوي والربيعي والخريفي لمحطة درعا	9
41	عدد أيام الصقيع الشتوي والربيعي والخريفي لمحطة دمشق	10
43	عدد أيام الصقيع الشتوي والربيعي والخريفي لمحطة عين العرب	11
44	توزع الصقيع الشتوي والربيعي والخريفي لمحطة سر غايا	12
46	توزع الصقيع الشتوي والربيعي والخريفي لمحطة القنيطرة	13
47	عدد أيام الصقيع الشتوي والربيعي والخريفي لمحطة السويداء	14
66	متوسط طول موجة الصقيع الشتوي للمحطات كافة	15
69	متوسط طول موجة الصقيع الربيعي للمحطات كافة	16
72	متوسط طول موجة الصقيع الخريفي للمحطات المدروسة	17
84	طول الفترة الخالية من الصقيع ومتوسط طول هذه الفترة للمحطات	18

فهرس المخططات

رقم الصفحة	عنوان المخطط	رقم المخطط
12	مخطط برانوف لتحديد احتمالية حدوث الصقيع	1
19	الإقليم الجنوبي ومناطقه	2
20	مواقع المحطات المناخية المدروسة	3
24	احتمالات الحرارة المطلقة السنوية بالدرجة المئوية باحتمالية 10%	4
25	احتمالات الحرارة المطلقة السنوية بالدرجة المئوية باحتمالية 20%	5
26	احتمالات الحرارة المطلقة السنوية بالدرجة المئوية باحتمالية 30%	6
27	احتمالات الحرارة المطلقة السنوية بالدرجة المئوية باحتمالية 40%	7
28	احتمالات الحرارة المطلقة السنوية بالدرجة المئوية باحتمالية 50%	8
29	احتمالات الحرارة المطلقة السنوية بالدرجة المئوية باحتمالية 60%	9
30	احتمالات الحرارة المطلقة السنوية بالدرجة المئوية باحتمالية 70%	10
31	احتمالات الحرارة المطلقة السنوية بالدرجة المئوية باحتمالية 80%	11
32	احتمالات الحرارة المطلقة السنوية بالدرجة المئوية باحتمالية 90%	12
33	احتمالات الحرارة المطلقة السنوية بالدرجة المئوية باحتمالية 95%	13
48	متوسط عدد أيام الصقيع الشتوي والربيعي والخريفي للمحطات	14
50	الانحدار الخطي لعدد أيام الصقيع الشتوي للمحطات المدروسة	18-15
51	الانحدار الخطي لعدد أيام الصقيع الخريفي للمحطات المدروسة	20-19
52	الانحدار الخطي لعدد أيام الصقيع الربيعي للمحطات المدروسة	24-21
56-55	عدد أيام الصقيع الشتوي ضمن العتبات المدروسة للمحطات	30-25
58 – 57	عدد أيام الصقيع الربيعي عند العتبات (0،-2،-4، أقل من -4) م	37-31
60 – 59	عدد أيام الصقيع الخريفي ضمن العتبات المدروسة	43-38
61	عدد أيام الصقيع الشتوي والربيعي والخريفي عند العتبة 0م	44

62	عدد أيام الصقيع الشتوي والربيعي والخريفي عند العتبة -2 م°	45
63	عدد أيام الصقيع الشتوي والربيعي والخريفي عند العتبة -4 م°	46
64	عدد أيام الصقيع الشتوي والربيعي والخريفي عند العتبة أقل من -4 م°	47
67	الانحدار الخطي لمتوسط طول موجة الصقيع الشتوي	52-48
70	الانحدار الخطي لمتوسط طول موجة الصقيع الربيعي	57-53
73	الانحدار الخطي لمتوسط طول موجة الصقيع الخريفي	61-58
79 – 77	احتمالية حدوث أول صقيع لكافة المحطات	67-62
83 – 81	احتمالية حدوث آخر صقيع لكافة المحطات	73-68
86 – 85	الانحدار الخطي لطول الفترة الخالية من الصقيع للمحطات المدروسة	78-74
88	الانحدار الخطي لقيمة المنوي العاشر خلال أشهر الربيع للمحطات	84-79
89	الانحدار الخطي لقيمة المنوي العاشر خلال أشهر الخريف للمحطات	89-85
90	الانحدار الخطي لقيمة المنوي العاشر خلال أشهر الشتاء للمحطات	93-90

الملخص

نفذ هذا البحث على ست محطات مناخية هي دمشق، درعا، السويداء، القنيطرة، عين العرب الجنوبية، سرغايا بهدف تحليل ظاهرة الصقيع في المنطقة الجنوبية وتم استخدام درجة الحرارة الصغرى لدراسة هذه الظاهرة ولفترة زمنية بلغت ثلاثين عاماً، عولجت المعطيات المناخية باستخدام برنامج التحليل الإحصائي اكسل حيث تم إيجاد أدنى درجة حرارة صغرى مسجلة شهرياً وسنوياً وترتيبها تصاعدياً بهدف رسم مخططات تبين شدة الصقيع وزمن حدوثه .

درست ظاهرة الصقيع بحساب عدد الأيام التي انخفضت فيها درجة الحرارة دون الصفر المئوي لأشهر الشتاء والربيع والخريف ورسم مخططات تبين اتجاه الانحدار الخطي لعدد هذه الأيام ولزيادة دقة الدراسة ساهم حساب عدد الأيام التي حدث فيها صقيع بعبئات محددة (0،-2،-4، أقل من -4) م ورصد لموجات الصقيع الشتوية والربيعية والخريفية وحددت موجة الصقيع باستمرار انخفاض الحرارة دون الصفر المئوي لمدة تزيد عن ثلاثة أيام .

كما تم حدد احتمال حدوث أول وآخر صقيع حسب تاريخ حدوث أول وآخر صقيع لشدات مختلفة (2،0،-2،-4)م ثم حساب مقدار انحراف عن المعدل بالأيام وباستخدام معامل التوزيع الرياضي والذي يتوافق مع النسب الاحتمالية اعتباراً من (0-100)% وبناءً على هذه المعالجات تم تنظيم جداول تمثل النسب الاحتمالية المذكورة للمحطات كافة ونتيجة لما تقدم تم رسم مخططات تبين الانحدار الخطي لقيم مؤشر الليالي الباردة لأشهر الربيع والخريف والشتاء والذي يعبر عن القيم المتطرفة جداً لدرجة الحرارة الصغرى .

بينت نتائج دراسة ظاهرة الصقيع لهذا الإقليم خلو أشهر أيلول ونشرين الأول ونيسان من انخفاض الحرارة دون الصفر المئوي في درعا والسويداء والقنيطرة ونادراً ما يحدث صقيع خلال هذه الأشهر في دمشق في حين تميزت عين العرب وسرغايا بسيادة الصقيع في أشهر الشتاء والربيع والخريف باستثناء شهر أيلول .

بينت الدراسة بأن الصقيع الشتوي يمتد خلال أشهر كانون الأول وكانون الثاني وشباط وبشكل متقطع وقد سجل عام 1983 (84) يوم صقيع وكانت أدنى درجات الحرارة الصغرى (-17) م° في سرغايا و(-14) م° في عين العرب عام 1997 ، ويعد الصقيع الربيعي الأكثر خطورة على الأشجار المثمرة والزراعة عامة ويؤدي تكرار حدوثه إلى موت معظم الأزهار وقد سجلت أطول فترة صقيع ربيعي في سرغايا عام 1992 لمدة (34) يوم انخفضت خلالها درجة الحرارة إلى (-9.5) م° خلال شهر آذار بينما يعد الصقيع الخريفي أقل خطورة ويبدأ حدوثه في شهر تشرين الأول ويؤدي إلى موت كافة الخضار الورقية ويسبب ارتفاع أسعارها وقد سجلت أطول فترة صقيع خريفي في سرغايا عام 1987 انخفضت خلالها درجة الحرارة الصغرى دون الصفر المئوي لمدة (26) يوم كانت (-6) م° أدنى درجة حرارة مسجلة خلال هذه الفترة .

دلت نتائج دراسة شدة الصقيع بأن خطورة الصقيع تكون منخفضة في المناطق ذات الارتفاع الأقل كدرعا حيث بلغ عدد الأيام التي انخفضت فيها درجة الحرارة الصغرى إلى مادون (-4) م° في فصل الشتاء (13) يوم لكامل فترة الدراسة ولم يتم رصد أي حالة لانخفاض الحرارة الصغرى إلى الشدة السابقة في الربيع والخريف ، أما في سرغايا فكانت شدة الصقيع كبيرة وكان عدد الأيام التي انخفضت فيها الحرارة الصغرى دون (-4) م° (734،89،81) يوم صقيع شتوي وربيعي وخريفي على التوالي للثلاثين عام ، كما لوحظ وجود تزايد في طول موجة الصقيع الشتوي للمحطات كافة وبلغ متوسط أطول موجة صقيع شتوي في سرغايا (23) يوم عام 1989 ومتوسط أقصر طول موجة صقيع شتوي (5) أيام عام 1994 للمحطة سرغايا بينما لوحظ تناقص في طول موجة الصقيع الربيعي لجميع المحطات وبلغ متوسط أطول موجة صقيع ربيعي في عين العرب (15) يوم عام 1992 .

أكدت دراسة احتمالية أول وآخر صقيع بأن حدوث الصقيع في الإقليم الجنوبي من سورية يبدأ أولاً في المناطق الجبلية (سرغايا- عين العرب) وتبدأ خطورته اعتباراً من شهر تشرين الثاني ثم يمتد إلى باقي المناطق في حين تتأخر نهاية الصقيع في المناطق الجبلية والداخلية

الجافة حتى منتصف آذار ولقد ساهمت دراسة احتمالية حدوث أول وآخر صقيع بتحديد الفترة من السنة الخالية من الصقيع وبلغ متوسط طول هذه الفترة (267) يوم في السويداء و(180) يوم في سرغايا كما لوحظ أن هناك زيادة في طول هذه الفترة كما لوحظ تناقص لقيم مؤشر الليالي الباردة (percentile 10) خاصة خلال فصل الربيع كنتيجة للتغير المناخي كنتيجة لارتفاع درجة الحرارة الصغرى في سورية .

Abstract

This research has been carried out on six climatic stations including: Damascus, Daraa , Alswaidaa, Alqonaitera, southern Ain Alarab and Sargaya to analyze frost phenomenon in the southern region. minimum temperature was used to a period of 30 years and data were analyzed to find the lowest monthly and yearly recorded minimum temperature and arrange it ascending to draw charts indicating severity and time of frost.

Frost distribution was studied by calculating days where temperature decreased under zero in winter, spring and autumn and charts were drawn to show Linear Regression of these days. Number of days where frost occurs was calculated with determined thresholds (0, -2, -4 and less than 4°C). Autumn, spring and winter waves were monitored by considering temperature dropping under zero for three days as frost wave.

Probability of first and last frost occurrence was studied and Linear Regression charts of winter, spring and autumn cold nights value indicator was drawn which express the very extreme value of minimum temperature.

Results of studying frost phenomenon in this region showed that temperatures hasn't dropped under zero in September, October and April in Daraa, Swaidaa, Alqonaitera and frost rarely occurs during this months in Damascus while frost was common in winter, spring and autumn in Ain Alarab and Sargaya except of September.

This Study showed that winter frost extends discontinuously in December, January and February, 84 frost days were recorded in 1983 and the lowest minimum temperatures was -17°C in Sargaya and -14°C in Ain Alarab in 1997. Spring Frost is the most dangerous on fruit trees and agriculture in general and its occurrence repetition leads to death of most flowers. The longest spring frost period was recorded in Sargaya for 34 days in 1992 where temperature decreased to -9.5°C in March, where autumn frost considered to be less danger and started to occur in October and leads to the death of all foliar vegetables and its expensive prices. The longest autumn frost period was recorded in Sargaya in 1987 where temperature decreased to -6°C for 26 days.

Results of frost severity showed that its danger is low in the lowest height areas like Daraa, where number of days that temperature decreased below -4°C

in winter were 13 days in all the studied period, In Sargaya, frost severity was high and the number of days where temperature decreased below -4°C in winter were (81, 89 and 734) winter, spring and autumn days respectively in 30 years. Increase of winter frost wave length was noticed in all stations, the average of the longer winter frost wave in Sargaya was 23 days in 1989, and average of the shorter winter frost wave was 23 days in 1994 in the same station, while decrease in spring frost wave length was noticed in all stations where average of the longer spring frost wave in Ain Alarab was 15 days in 1992.

Study of probability of first and last frost confirmed that frost occurrence in southern region of Syria begins firstly on mountains (Ain Alarab and Sargaya) and its danger starts from November and then extends to other regions, while the end of frost delays in mountains and dry internal regions till the middle of March. Study of probability of first and last frost incorporated in determining the unfrosted period during the year, it was 267 days in Alswaidaa and 180 days in Sargaya. Increase in this period length was noticed and decrease in cold nights index values (percentile 10) especially in spring as a result to climate change and to the increase in minimum temperature in Syria.

المقدمة

تعد درجة الحرارة من أكثر العناصر المناخية تأثيراً بالكائنات الحية وبشكل خاص النبات فهي تؤثر في العمليات الفيزيولوجية من تنفس ونتج وتركيب ضوئي، كما أن تغيراتها خلال فصول السنة تفرض على النباتات فترات من السكون والنمو.

ويتجلى الأثر السلبي لدرجة الحرارة بظاهرة الصقيع عندما تنخفض إلى ما دون الصفر المئوي مؤدية إلى بطء في نشاط ونمو النبات وحتى موت الأغصان الغضة والازهار والقضاء على المحصول من الثمار .

لا زالت ظاهرة الصقيع معروفة لدى المزارعين كافة بآثارها المتعددة على الانتاج الزراعي وخاصة الخضار والاشجار المثمرة وحتى المحاصيل، وقد تفوق مخاطره في بعض السنوات المخاطر التي قد يسببها أي عارض مناخي.

تختلف النباتات في تحملها لدرجات الحرارة حسب أنواعها وأصنافها وأطوار نموها وبالنسبة للأشجار المثمرة تتحمل البراعم (3-) م° وتتحمل الأزهار حتى (2-) م° والثمار الصغيرة تتحمل (1-) م° وأخطر فترة لجميع أشجار الفاكهة هي فترة سقوط البتلات وغالباً ما تتحمل اللوزيات والتفاحيات الصقيع الشتوي وتتراوح عتبة مقاومتها بين (7- و 8-) م° .

يتأثر الإنتاج الزراعي في القطر السوري سنوياً بالصقيع بدرجات متفاوتة ويؤدي الصقيع في بعض السنوات وخاصة في المناطق الداخلية والجبلية إلى القضاء على المزروعات وخاصة الخضراوات والأشجار المثمرة وتقدر الخسائر على مستوى القطر بعشرات الملايين من الليرات السورية، فعلى سبيل المثال لا الحصر بلغت قيمة أضرار موجة الصقيع التي ضربت البلاد بين 10 و 21 كانون الثاني للعام 2008 بـ 212.4 مليون ليرة سورية حسب إحصائيات وزارة الزراعة، وكذلك تراوحت نسب الضرر بين 90% - 10% بالمحاصيل الزراعية (البطاطا، البقوليات، القمح والشعير واللوزيات) والتي ضربها الصقيع في شهر آذار للعام 2010 في المنطقة الجنوبية والوسطى حيث انخفضت درجات الحرارة إلى 0.8- 0.3 م° تحت درجة الصفر وذلك في الفترة 19-21 آذار.

ومن هنا تتأتى أهمية دراسة هذه الظاهرة وتحليلها بغية تفسير العوامل المساعدة على تشكلها وإيجاد المعادلات اللازمة لاحتمالات حدوثها وتكرارها والتنبؤ عن درجات الحرارة الصغرى لتفادي نتائجها.

نظراً لندرة الدراسات العلمية الموثقة حول حدوث الصقيع فقد تم اعتماد بعض المعادلات العالمية نذكر منها معادلة (Warren smith) ومعادلة (Allen) ومعادلة ميخالييفسكي وذلك لتحديد فترات الصقيع خلال السنة في محافظات القطر الجنوبية وتقدير مدى تأثيرها على المحاصيل.

فالهدف من دراسة الصقيع هو تقييم درجة خطورة الصقيع لكل المنطقة ، وتحديد مواعيد الزراعة المثلى، وتقدير الظروف المناخية لنمو المحاصيل الزراعية في الخريف والربيع وخاصة في المناطق التي تشكل حاصلاتها الزراعية جزءاً من الاقتصاد الوطني كما هو الحال في المنطقة الجنوبية من سورية ذات التربة الخصبة والغنية بحاصلاتها الزراعية، ولا يخلو عام من تضررها بهذه الظاهرة.

ولذلك سيتناول بحثنا تحليل ظاهرة الصقيع واحتمالات حدوثها وشدتها في المنطقة الجنوبية من سوريا نظراً لتعرضها لموجات متكررة من الصقيع الشتوي والربيعي والخريفي وما ينجم عنها من أضرار جسيمة بالمحاصيل الزراعية الهامة ،مؤدية بذلك إلى حدوث خسائر مادية كبيرة للمزارعين وبالنتيجة التأثير باقتصاد الدولة.

أهداف البحث :

1. التنبؤ باحتمالات حدوث الحرارة المطلقة الدنيا الشهرية والسنوية.
2. دراسة توزيع الصقيع الربيعي والشتوي والخريفي.
3. تحليل شدة الصقيع وفق عتبات محددة.
4. التنبؤ باحتمالات حدوث آخر صقيع ربيعي وأول صقيع خريفي.
5. تحليل الانحدار الخطي لقيم مؤشر الأيام الباردة (percentile 10) .

الفصل الأول

1- الدراسة المرجعية

1-1 تعريف الصقيع:

عرف (kalma *etal*,1992) الصقيع بأنه ظاهرة جوية تحدث عند انخفاض درجة حرارة الهواء إلى ما دون الصفر المئوي على ارتفاع (1.5) م, أما من وجهة نظر زراعية فقد عرفه (Romo and Arteaga,1989) بأنه الحدث الذي تنخفض فيه درجة حرارة الهواء بما فيه الكفاية لقتل النبات بغض النظر عن قيمة درجة الحرارة سواء أقل أو أعلى من الصفر المئوي بدليل أن مزروعات الأقاليم المدارية تتضرر بدرجات حرارة منخفضة ولكنها أعلى من الصفر المئوي.

2-1 أنواع الصقيع:

يمكن تصنيف الصقيع حسب الآتي:

- وقت الحدوث (صقيع ربيعي أو متأخر - صقيع خريفي أو مبكر)
 - الشروط الطبيعية لحدوث الصقيع (صقيع متحرك - صقيع إشعاعي - صقيع مختلط)
 - الأثر الظاهر للعيان (صقيع أبيض -صقيع أسود)(Romo and Arteaga,1989) .
 - يكون الصقيع الخريفي إشعاعياً أو متحركاً أو مختلطاً بين نوعي الصقيع الإشعاعي والصقيع المتحرك من حيث عوامل تشكله (Brown,1980) وبين
- (<http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0140196309001220>) بأن هذا النوع من الصقيع يحدث عند مرور كتل هوائية باردة وفي الأوقات الخالية من الغيوم وغالباً ما يرافق ذلك المرتفعات الجوية وتتعرض لهذا النوع من الصقيع المناطق السهلية والجبلية على حد سواء وتكون المناطق المرتفعة المعرضة للرياح أكثر تضرراً .

- الصقيع الإشعاعي (الربيعي): هو صقيع محلي يحدث عندما يصبح الهواء بارداً وجافاً بسبب انخفاض شدة الإشعاع الشمسي بالإضافة إلى فقد الحرارة من سطح الأرض (Perez, 1990) مترافقاً بانقلاب حراري لعدم وجود رياح تقوم بخلط الهواء البارد بالدافئ (Synder, 1986) ويعرفه الفرنسيون بتشكيل طبقة من الجليد الأبيض فوق سطح الأرض وحتى النبات ويحمي البراعم الزهرية تحت الجليد بحرارة (0) م° ويذوب مع شروق الشمس (أبو زخم وآخرون، 1982) وسبب تسميته بالصقيع الربيعي لأنه يحدث في الربيع وكذلك يسمى بالصقيع الأبيض لأنه يظهر في هذا الصقيع بلورات جليدية بيضاء على النباتات (<http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0140196309001220>).
- إن الصقيع الإشعاعي يكون أكثر حدة وأكثر تكراراً في أرض الوادي بالمقارنة فإن الصقيع قد يتأخر وتتقص شدته أو يغيب في المواقع الواقعة على منحدر تل أو قمة لأن الهواء البارد يكون كثيف نسبياً فينزل إلى أسفل الموقع (Geiger, 1965; Oke, 1987).
- يعد الصقيع الربيعي خطراً جداً لأنه يحدث عندما يكون النبات قد بدأ بالخروج من طور السكون وعاود نشاطه على عكس الصقيع الخريفي حيث تكون النباتات قد أنهت دورتها الزراعية وحُصدت (Romo and Arteaga, 1989).
- يحدث الصقيع المتحرك (الشتوي) نتيجة تأثر المنطقة بالمرتفع الجوي السيبيري الذي يتميز برياح هادئة باردة وجافة وسماء صافية حيث تتدنّى درجات الحرارة خلال الليل (الحرارة الصغرى) دون الصفر بحوالي (4-6) م° مما يؤدي إلى حدوث الصقيع ويتراوح سمك الطبقة الباردة من (800-8000) م وتكون مدة الصقيع طويلة تستمر حتى أثناء الصباح وأوضح عباس (1998) بأن هذا النوع من الصقيع يحدث في فصل الشتاء وبداية الربيع ونظراً لتكراره شتاءً يسمى بالصقيع الشتوي ويعرفه الفرنسيون بالصقيع الأسود ويعني حرق النموات الحديثة للنباتات وتحولها للون الأسود (أبو زخم وآخرون، 1982).
- ذكر (Perry, 2001) بأن سمك الطبقة الباردة في الصقيع الإشعاعي يتراوح من (320-48) م وفي حال كان الهواء رطباً فإنه يؤدي إلى تشكيل جليد على السطح.

3-1 أثر طبوغرافية وظروف الموقع المحلية في ظاهرة الصقيع:

- أكدت الأبحاث والدراسات حول الارتباط بين تاريخ حدوث الصقيع وارتفاع الموقع وجود ارتباط إيجابي بينما كان سلبياً بين طول الفترة الخالية من الصقيع والارتفاع حيث يكون الصقيع أكثر تكراراً في المناطق الجبلية وأقصر فترة خالية من الصقيع بينما أطول فترة خالية من الصقيع في المناطق المنخفضة (Bouchet,1965;Marht,1968) .
- تختلف التربة حسب قوامها وتركيبها ولونها ورطوبتها في قدرتها على امتصاص أشعة الشمس والاحتفاظ بدرجة الحرارة حسب درجة عاكسيتها والاشعاع الشمسي حيث أن التربة الرملية لا تخزن حرارة أما التربة الداكنة فتمتص أشعة أكثر وتخزن حرارة أكثر كما أن التربة الرملية يكون خطر الصقيع فيها أكثر من التربة المخصبة والطينية، والتربة الرطبة تخزن حرارة أكبر بأربع مرات من التربة الجافة فلذلك يكون خطر الصقيع للتربة الرطبة أقل بالمقارنة مع التربة الجافة. (Reiners,2001;Jorgensen *etal*,1996) كما يكون خطر الصقيع كبير جداً في الوديان الضيقة والمواقع المقعرة والمستوية أما المناطق المرتفعة والمحدبة فإن خطر الصقيع فيها قليل جداً (Lindkvist and Lindqvist,1997) .
- تؤثر طبوغرافيا الأرض على انتشار الصقيع حيث يتجمع الهواء في الوديان نتيجة زيادة كثافته ويبقى محصوراً ويؤدي الى حدوث أضرار في أسفل المنحدرات وقمم التلال بينما جوانب التلال تكون خالية من الصقيع (Chemung,2001) وبين (Halley *etal*,2004) بأن الطبوغرافيا المعقدة والتباينات المكانية الكبيرة في درجات الحرارة تؤدي إلى صعوبة توقع أحداث الصقيع وتخطيط الوقاية.
- تتباين شدة الصقيع الإشعاعي من مكان إلى آخر بنسبة معينة بينما يصيب الصقيع المتحرك كامل المنطقة (Snyder *etal*,2003) .
- لا تحدث أكثر حالات الصقيع الأبيض في الليالي الغائمة إذ تقوم الغيوم بحجز للأشعة الأرضية الحرارية المنبعثة ليلاً (Perry,1998;Sugare *etal*,2003) .

- بين (Hubbard *etal*,2003) أن انخفاض درجة الحرارة النهارية للكتل الهوائية الرطبة يسمح لأقل إشعاع شمسي اختراق سطح الأرض ورجح ذلك بأنه من المحتمل أن فصول النمو الأقصر كانت مميزة بكتل هوائية جافة مع ارتفاع للإشعاع الشمسي بينما طول فصول النمو يرتبط بكتل هوائية أرطب وقلة في الإشعاع الشمسي.

4-1 دراسة احتمالات حدوث الصقيع:

- تعرضت سورية لموجات صقيع أهمها :

- 1- موجة الصقيع عام 1950 التي ذهب من جرائها حوالي 3 ملايين شجرة زيتون في حوض إدلب لما أصابها من يباس في جذوعها لانخفاض درجة الحرارة إلى ما دون (-15) م°.
- 2- موجة الصقيع عام 1995 والتي حدثت في منطقة السهل الساحلي في شهر شباط وقضى خلالها الصقيع على الأفرع الصغيرة في بعض أشجار الحمضيات .
- 3- موجة الصقيع عام 2004 التي حدثت في ربيع (آذار - نيسان) وكان تأثيرها بشكل أساسي على حوض دمشق خلال الفترة (7-11) آذار و(16-17) آذار و(5-7) نيسان.
- 4- موجة الصقيع عام 2008 حدثت في أواخر كانون الثاني وبداية شباط حيث سجلت الحرارة الصغرى للمنطقة الداخلية (-9.8، -10.8) م° وفي منطقة سرغايا (-14) م° وكانت نتيجة الضرر في خضراوات البيوت البلاستيكية في مختلف المحافظات (20230) بيت بلاستيكي والإنتاج المفقود (28744) طن بما يعادل (199.6) مليون ليرة (وزارة الزراعة والإصلاح الزراعي - دائرة الشؤون الزراعية) .

- درس (Schwartz,2000) أثر تغير درجات الحرارة في بداية فصل النمو ولاحظ وجود ارتباط ايجابي بين الزيادة في درجات الحرارة خلال فصل الربيع وبداية فصل النمو كما هو الحال في أمريكا الشمالية حيث نتج عن الزيادة الحاصلة في درجات الحرارة الى بداية أبكر لفصل النمو أما في الصين فلم تتغير درجات الحرارة بالمقابل بداية فصل النمو لم تتغير .

- استنتج (Rebetez,2001) بأن تغير المناخ نتيجة زيادة درجات الحرارة الصغرى في نهاية القرن الواحد والعشرون أدى إلى أحداث صقيع أقل تكراراً كما قادت زيادة درجات حرارة الليل في القرن العشرين إلى خفض خطر الصقيع .
- وجد (Bootsa,1988) وجود زيادة عالمية في درجات الحرارة الصغرى والعظمى كذلك زادت درجات الحرارة المتوسطة في شمال ووسط أوروبا وفقاً للاتحاد الروسي وكندا وأستراليا ونيوزيلندا (Plummer,1999) ورجح (Toll,1994) بأن هذه الزيادة ناتجة عن النشاط البشري (تدفئة صناعية) باحتمالية 99% ، ووثق ذلك (Santer , 1996) *etal* بوجود تغير عالمي في المناخ وبشكل خاص في درجة الحرارة الملاحظ خلال القرن الماضي الملاحظ خلال القرن الماضي والعقود القليلة الماضية وتدعم هذه النتائج استنتاجات (Smit *etal*, 1998) لمناطق خط الاستواء وغرب الولايات المتحدة وجنوب أوروبا واسيا .
- أثبتت الأبحاث العلمية في النصف الثاني من القرن العشرين تناقص تواتر حدوث الصقيع وزيادة الفترات المناسبة لنمو النبات خاصة شرقي الولايات المتحدة بين (1950-1995) (Cooter and Leduc,1993) وقد تزايد الاهتمام بهذه الظاهرة بحيث شمل الفترة (1999-1984) وأكدت الأبحاث زيادة الفصول الخالية من الصقيع في الولايات المتحدة حسب أبحاث (Nemani *etal*,2001) والتي اعتمدت من قبل اللجنة الحكومية لتغير المناخ بأن درجات الحرارة الدنيا ترتفع في الليل وتعمل على جعل طول فصل الصقيع أقصر في عدة مناطق وسط وأعلى خط الاستواء (Gubasch,2001) .
- أيد ما سبق الدراسات الإحصائية للفترة (1910- 1998) والتي أكدت تسجيل نقص طفيف في عدد الأيام التي يكون فيها درجة الحرارة تحت الصفر في الولايات المتحدة (Plummere *etal*,1998) .
- وجد (Karl *etal*, 1999) تناقص في عدد الأيام الباردة وتزايد في عدد الأيام الحارة أثناء القرن الماضي ، وهذا عائد إلى تزايد درجات الحرارة الدنيا في الربيع والخريف والذي يؤدي

بدوره إلى فصل نمو أكثر طولاً ورجح بأن مثل هذا الارتفاع لدرجات الحرارة الدنيا في الليل سوف يستمر في المستقبل (IPCC,2001).

- أوضحت دراسة في إيرلندا بأن هناك زيادة في درجة الحرارة العالمية بمعدل (0.6 ± 0.2) م حدثت في نهاية القرن التاسع عشر للفترتين (1945-1990) ومن (1976 إلى الوقت الحاضر) أي بمعدل تزايد (0.15) م لكل عقد (Jones *etal*, 2001 and IPCC, 2001).
- لاحظ (Alexander *etal*, 2006) في أواخر خمسة عقود من القرن العشرين في سويسرا بأن هناك نقصان معنوي للليالي الباردة وتزايد معنوي للليالي الدافئة من أجل . (10 Percentile).
- إن تغير المناخ العالمي يعمل على جعل تكرار وتوزع أحداث الصقيع مجهولة ومتقلبة وغير معرفة حيث أنه من المحتمل أن يكون أكثر تكراراً في مناطق وأقل تكراراً في مناطق أخرى. (Inouye, 2001).
- تزداد أيام الصقيع مع سيطرة الضغط المرتفع الذي يترافق عادة بسيادة طقس جاف وصحو وتدني في درجات حرارة الليل و تتأثر التغيرات الإقليمية لأيام الصقيع بعدة عمليات طبيعية أهمها التغيرات في الحركة العامة للجو، وأخرى ثانوية كرتوبة التربة والغيوم (Meehi *etal*, 2004).

5-1 معادلات تجريبية للتنبؤ بحدوث الصقيع:

- تبعاً لدراسة في استراليا لتوقع حدوث الصقيع بالاعتماد على درجة حرارة نقطة الندى (Td) يكون الصقيع محتملاً إذا كانت (Td) أقل من (6) م أما في حال انخفاض الحرارة إلى تحت الصفر فالصقيع يكون أكثر احتمالاً وإذا اقترن انخفاض الحرارة إلى تحت الصفر مع رياح جنوبية وضغط مرتفع فاحتمالية الصقيع مؤكدة وتعطى نقطة الندى بالعلاقة التالية:

$$T_m = T_{m \text{ ax}} + T_d / 2$$

حيث $T_{m \text{ ax}}$ أعلى درجة حرارة خلال اليوم السابق

ويطرح من العلاقة السابقة عامل تصحيح يعتمد على سرعة الرياح والتغيم Bagdonas (etal,1978).

- يمكن الاستعانة بالمعادلات التجريبية التالية من أجل توقع درجات الحرارة الصغرى على المستوى المحلي:

1- معادلة ورن سميث: (warren smith)

تكتب على الشكل التالي:

$$T_m = F (T_d , R)$$

حيث: T_m : درجة الحرارة الصغرى المتوقعة

T_d : درجة الندى في الساعة الثامنة مساءً

R : الرطوبة النسبية في الساعة الثامنة مساءً

2- معادلة آلن: (Allen)

وتكتب على الشكل التالي:

$$T_m = T_w - T_d . b + a . b$$

T_m : درجة الحرارة الصغرى المتوقعة

T_w : درجة الحرارة الرطبة في الساعة الثامنة مساءً

T_d : درجة الندى في الساعة الثامنة مساءً

a, b : ثوابت تتعلق بالمكان

3- معادلة فلوروديفيس:

تكتب بالشكل التالي:

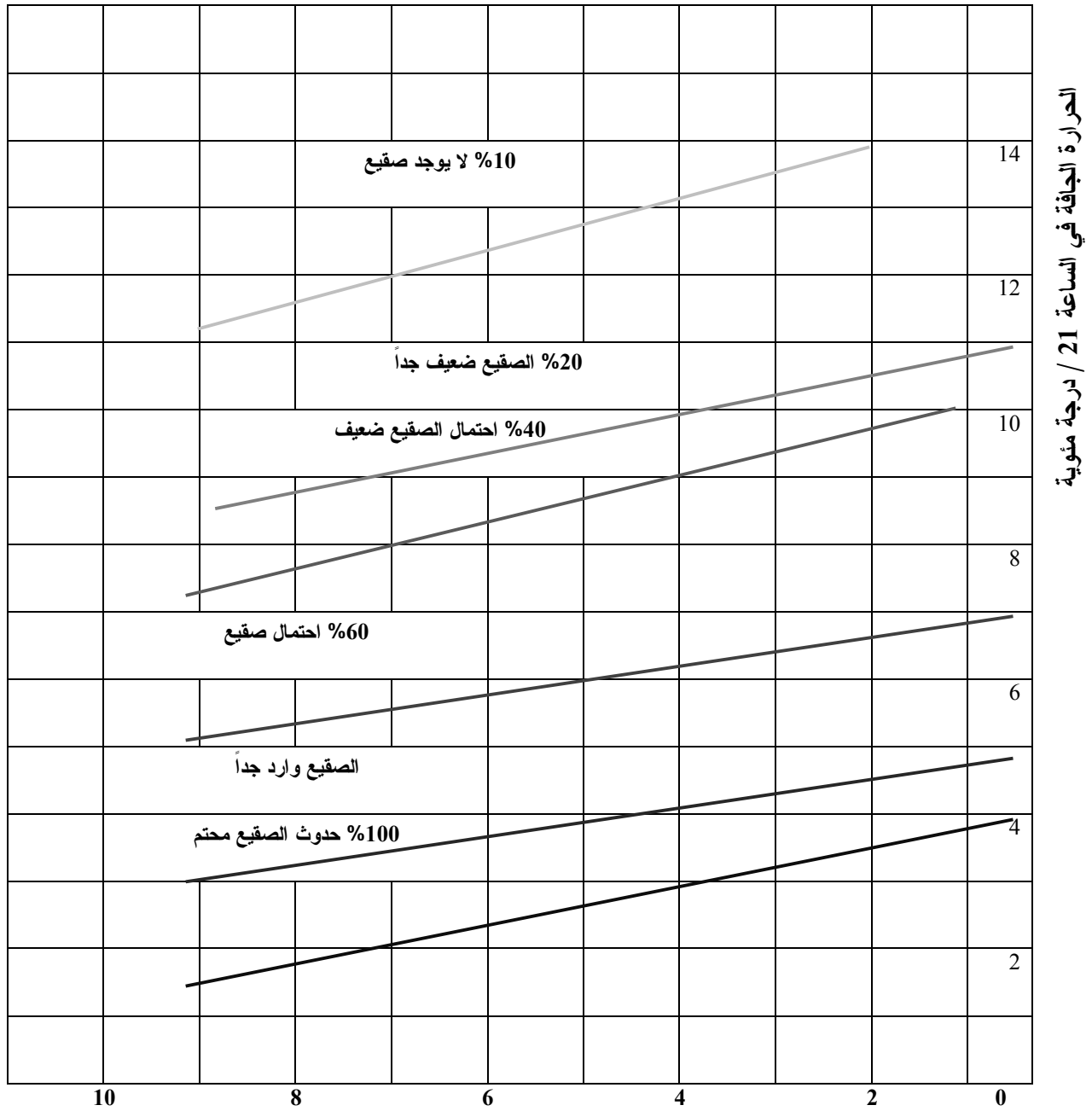
$$T_m = a . T + b . T . d + c$$

T : درجة حرارة الهواء الجافة في الساعة الثامنة مساءً

a, b, c : ثوابت تختلف من مكان إلى آخر

تصلح المعادلات الثلاثة المذكورة سابقا للتنبؤ عن درجة الحرارة الصغرى في حال سماء صافية ورياح هادئة خلال الليل كذلك يمكن تطبيقها عند وجود رياح وغيوم إلا أنه يجب تطبيق بعض التصحيحات المناسبة حسب كمية الغيوم المتوقعة ونوعها وحسب سرعة الرياح المتوقعة أثناء الليل (نحلاوي، 1982).

بالإضافة إلى إمكانية التنبؤ عن الصقيع بالمعادلات هناك مخطط برانوف وهو أكثر سهولة من المعادلات حيث يعتمد على تحديد احتمالية الصقيع من خلال معرفة الفرق بدرجة الحرارة ما بين الساعة 13 والساعة 21 (هزيم، 1998).



الفرق ما بين درجات الحرارة ما بين الساعة 13 والساعة 21 (درجة مئوية)

مخطط برانوف (1) لتحديد احتمالية حدوث الصقيع

1-6-1- أثر الصقيع في النباتات:

- يتفاوت الضرر الناجم عن ذوبان البلورات الثلجية اعتماداً على سرعة الذوبان حيث أن الذوبان السريع أشد من الذوبان البطيء لأنه يسبب تغير كبير في الضغط الأسموزي مما يؤدي إلى تخريب النسيج الخلوية (Yoshida and Sakai, 1968) 0
- إن خلايا النبات لا تحوي على ماء فقط إنما العديد من المواد كالأحماض الأمينية والبروتينات ومكونات أخرى تخفض من تأثير انخفاض درجات الحرارة وبالتالي حماية النباتات من ضرر الصقيع (Siminovitch *etal*, 1978) .
- بين (Siminovitch *etal*, 1978) أن الصقيع يلحق ضرراً بالنباتات حيث أن ذلك الضرر يكون مباشر عندما تتشكل بلورات الثلج داخل بروتوبلازما الخلايا ولكن عند تكونها خارج الخلايا يكون ضرر الصقيع غير مباشر وهذا يرتبط بانخفاض الحرارة السريع.
- يتفاوت الضرر الذي يلحقه الصقيع بالنباتات اعتماداً على:
- عوامل خارجية متعلقة بالنبات: نوع وعمر النبات ومرحلة النمو والحالة العامة للنبات.
- عوامل متعلقة بالصقيع: شدة ومدة الصقيع وسرعة ذوبان الجليد. (Brown, 1980)
- تم تصنيف النباتات ضمن مجموعات متباينة من حيث مقاومتها للصقيع بناءً على العوامل الخارجية المتعلقة بالنباتات كما هو موضح في الجدول التالي حسب (Rosenbery, 1983)

جدول (1) يبين درجة مقاومة النباتات المختلفة للصقيع خلال مراحل النمو المختلفة عن
(Rosenbery,1983)

درجة الحرارة الضارة (م 0) تحت الصفر (-)			نوع النبات
خلال مرحلة الإثمار	خلال مرحلة الإزهار	حلال مرحلة الإنبات	
شديدة المقاومة			
4 – 2	2 - 1	10 – 9	قمح ربيعي
4 – 2	2 – 1	9 – 8	شوفان
4 – 2	2 – 1	8 – 7	شعير
4 – 3	3 – 2	8 - 7	عدس
كثيرة المقاومة			
4 – 2	4 – 3	7 – 6	حلبان
4 – 3	3 – 2	7 – 5	عباد الشمس
3 – 2	3 – 2	7 – 5	فول
4 – 3	3 – 2	6 – 4	عصفر
4 – 2	3 – 2	7 – 5	كتان
-	3 – 2	7 – 6	شوندر سكري
–	–	7 – 6	جزر
متوسطة المقاومة			
9 – 6	3 – 2	7 – 5	ملفوف
3 – 2	3 – 2	4 – 3	فول الصويا
3 – 2	2 – 1	4 – 3	ذرة إيطالية
ضعيفة المقاومة			
3 – 2	2 – 1	3 – 2	ذرة صفراء
3 – 2	2 – 1	3 – 2	حشيشة
3 – 2	2 – 1	3 – 2	برسيم
2 – 1	2 – 1	3 – 2	بطاطا
3 – 2	2 – 1	3 – 2	حبة الدخن
عديمة المقاومة			
2 – 0.5	2 – 1	2 – 1	قمح اسود
2	1 – 0.5	1.5 - 1	فاصولياء
3 – 2	2 – 1	2 – 1	قطن
1	1 – 0.5	1 – 0.5	بطيخ أصفر

أرز	1 – 0.5	1 – 0.5	1 – 0.5
سمسم	1 – 0.5	1 – 0.5	–
فول سوداني	–	1 – 0.5	–
خيار	–	1 – 0	–
بندورة	1 – 0	1 – 0	1 – 0

يعود تأثير الصقيع على النباتات إلى عاملين:

- ضعف نشاط الخلايا واختلال التوازن الدقيق للعمليات الحيوية المختلفة التي تحدث في النبات وتلعب عوامل الوراثة دورا كبيرا في درجة تحمل المادة الحية بخلية النبات لإخلال التوازن الذي ينتج من انخفاض درجة الحرارة.

- ضعف قدرة النبات على امتصاص الماء من التربة وبذلك يزيد ما يفقده من الماء بواسطة التبخر والنتح عما تمتصه الجذور من الأرض ويكون بنتيجة ذلك جفاف بعض أو كل أجزاء النبات (نحلاوي, 1982) ..

ترتبط قدرة النباتات على مقاومة الصقيع بعوامل فيزيولوجية متعلقة بالنبات منها*

- تركيب الكربوهيدرات (Orgen, 1997)، بالإضافة إلى*
- المحتوى المائي (Sakai and Larcher, 1987) حيث أن الأعضاء الأقل احتواء على الماء تكون أكثر مقاومة من تلك التي تحوي نسبة كبيرة منه.

- تعمل درجات الحرارة المنخفضة على تخفيض نمو النباتات مما يؤدي إلى سكونه وبالتالي يكون أقل عرضة لخطر الصقيع، أما إذا كان في حالة نشاطه فيكون أكثر عرضة لخطر الصقيع. (Bradley, 1998) .

- إن قدرة النباتات على مقاومة درجات الحرارة المنخفضة تتأثر بتقلبات درجة الحرارة وطول النهار قبل حدوث الصقيع حيث أن النقصان التدريجي في درجة الحرارة لفترة زمنية معينة يزيد من قدرة النباتات على مقاومة الصقيع كما أن الانخفاض الفجائي للحرارة يؤدي إلى إحداث ضرر شامل على جميع النباتات. (Bradley, 1998) .

- ذكر (Nilsson and Orlander ,1999 ; Langvall,2000) بأن شدة الصقيع ترتبط بمجموع أيام الصقيع وأخفض درجة حرارة مسجلة للهواء.
- إن الآلية المشتركة للنباتات بالرد على انخفاض درجات الحرارة هو التغير في تركيب الغشاء الليبيدي (Tasseva *etal*,2004;De Palma *etal*,2008) و
- بين (Deryabin *etal* ,2005) بأن رد فعل النبات على انخفاض الحرارة هو تراكم السكريات القابلة للذوبان.
- أوضح (Rhimi *etal*,2007) بأن الصقيع يحدث ضرر للنباتات عندما يقترن انخفاض الحرارة في مراحل مبكرة من نمو النبات.
- إن الثمار الصغيرة أكثر تضرراً بالصقيع والبراعم الزهرية أكثر مقاومة له حيث درجة الحرارة (1-) مْ خطرة على الثمار الصغيرة و (2-) مْ خطرة على الزهر و (3-) مْ خطرة على البراعم الزهرية وأخطر فترة هي فترة سقوط البتلات
- (<http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0140196309001220>).

1-6-2- تقليل خطر الصقيع على النباتات:

- يمكن تقليل خطر الصقيع بإتباع التقليم حيث أن الأزهار المحمولة على أغصان رفيعة تتفتح قبل تلك المحمولة على أغصان ثخينة لأن التقليم يخلق نوع من التوازن ففي حال وجود صقيع تكون الأخرى ساكنة وتتجو من الصقيع أما في حال عدم وجود صقيع تكون الأولى قد تفتحت وأعطت محصولاً (Cline and Fernandez,1914) .
- أوضح (Sisson *etal*,1975) بأهمية تغطية الأرض في بداية فصل الصقيع للأشجار والكروم حيث يكون ضرر الصقيع أقل عندما تغطي التربة بأوراق محاصيل حيث تختلف درجة الحرارة (0.5) ف بين موقع مغطى وآخر غير مغطى لارتفاع (8) م .

- ينصح بعدم فلاحه الأرض المعرضة للصقيع إلا بعد زوال خطر وقوعه لأنها تؤدي إلى زيادة المسامات في التربة مما يقلل من ناقليتها للحرارة من الطبقات العميقة إلى الطبقات السطحية (عباس، 1998) .
- ذكر (Powell and Himelrick, 2000) بأنه يمكن أن تساهم عملية التطعيم في الحد من أضرار درجة الحرارة حيث أن التطعيم يؤخر من إزهار الأشجار متساقطة الأوراق ولاحظ (Faust, 1989) بأن تطعيم الخوخ جعلها تخرج من طور السكون ببطء مما أدى إلى التخفيف من ضرر الصقيع.
- بين (Chemung, 2001) أهمية سقاية النباتات في اليوم السابق للصقيع حيث إن السقاية تساعد على رفع درجة حرارة الهواء والنباتات كذلك درس (Ghaemi, 2009) فائدة استخدام مرش ماء فوق الأشجار لحمايتها من انخفاض الحرارة لحقلين في جنوب إيران وكانت النتيجة التخفيف من موت الأزهار ورفع درجة الحرارة فوق 1 م°.
- أثبتت الدراسات التي أجريت في بريطانيا بأن طبقات الهواء فوق الأرض العشبية أكثر برودة من طبقات الهواء فوق الأرض العارية لذلك ينصح بقص الأعشاب تحت الأشجار المثمرة ربيعاً للتقليل من خطر وقوع الصقيع على مستوى البراعم

(<http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0140196309001220>)

الفصل الثاني

2- مواد وطرائق البحث

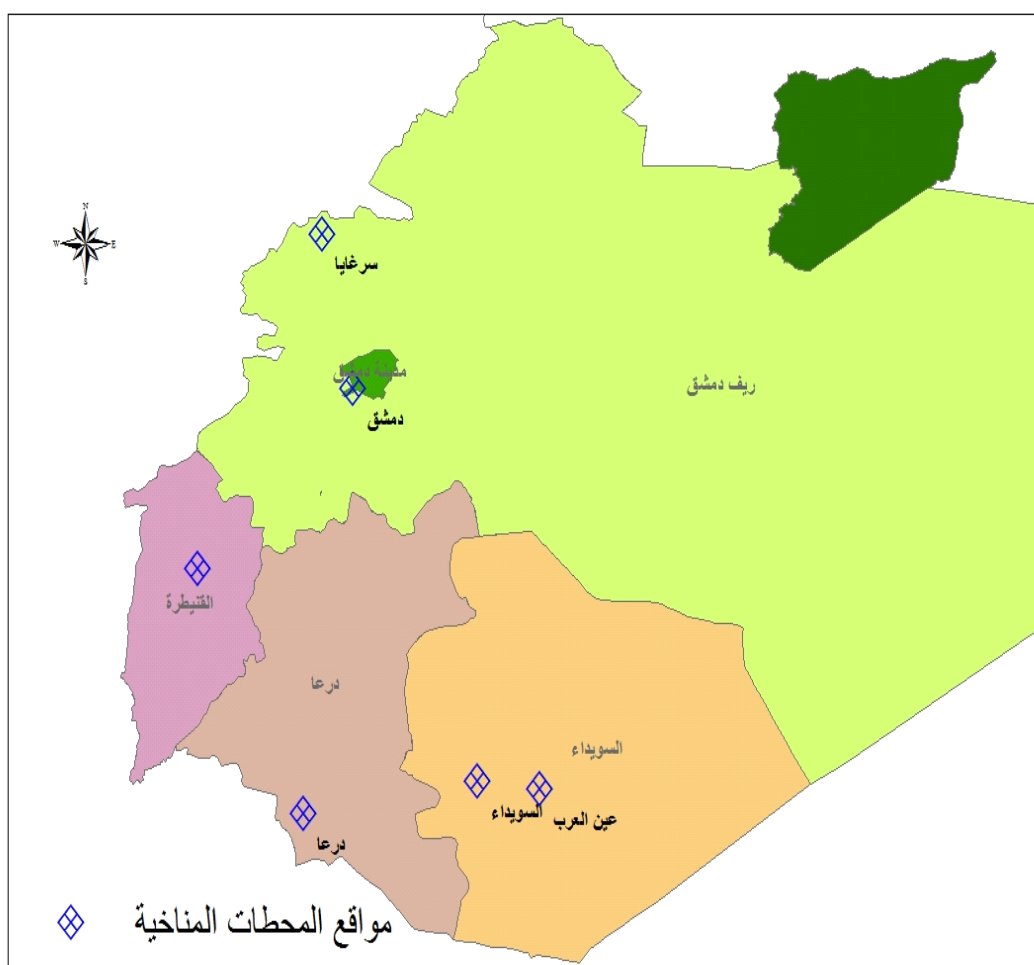
1-2 موقع الدراسة :

تشمل الدراسة إقليم الجنوب الغربي من سورية حيث تدخل أراضيه ضمن محافظات دمشق ودرعا والسويداء والقنيطرة ويمكن تسميته بالإقليم الجنوبي البركاني ويحيط به من أطرافه الأربعة الأراضي الفلسطينية والأردنية والبادية السورية ولبنان .

2-2 المعطيات المناخية :

بالاستناد إلى شبكة الأرصاد الجوية الموزعة في هذا الإقليم سنختار ست محطات مناخية تغطي جنوب سورية (دمشق المطار، سرغايا، درعا، السويداء، جبل العرب، القنيطرة) ويتراوح ارتفاع هذه المحطات بين 550 م وحتى 1500 م عن سطح البحر.

سيتم دراسة وتحليل ظاهرة الصقيع بالاعتماد على المعطيات اليومية لدرجة الحرارة الصغرى ولفترة زمنية بلغت الثلاثين عاماً .



مخطط (3) مواقع المحطات المناخية المدروسة

جدول (2) إحداثيات المحطات المدروسة

اسم المحطة	خط العرض	خط الطول	الارتفاع عن سطح البحر	نوع المحطة
درعا	32 37N	36 06E	543(M)	c
دمشق	33 29N	36 14E	733(M)	b
القنيطرة	33 07N	33 07E	941(M)	b
السويداء	32 41N	36 34E	1015(M)	a
سرغايا	33 48N	36 09E	1450(M)	c
عين العرب	32 40N	36 44E	1510(M)	c

a : أربع وعشرون رصدة باليوم

b : ثمانية رصداً يومية

c : أربع رصداً يومية

2-3 معالجة المعطيات المناخية:

2-3-1 التنبؤ باحتمالات حدوث الحرارة المطلقة الدنيا السنوية والشهرية:

بعد معالجة المعطيات اليومية والحصول على درجات الحرارة المطلقة الشهرية سيتم حساب احتمال تكرار كل قيمة من قيم درجات الحرارة ورسم مخطط الاحتمالات % (90 - 10) وكذلك الحال بالنسبة لدرجات الحرارة المطلقة السنوية .

2-3-2 دراسة توزع الصقيع الشتوي والربيعي والخريفي:

نحدد عدد أيام الصقيع الشتوي والربيعي والخريفي بإحصاء عدد الأيام التي تنخفض فيها درجة الحرارة الصغرى عن الصفر المئوي خلال كل فصل من الفصول ولكامل فترة الدراسة وحساب مجموع أيام الصقيع خلال كل سنة وكذلك متوسط أيام الصقيع بكل أنواعه.

2-3-3 تحليل شدة الصقيع:

سيتم اختيار عتبات محددة من درجات الحرارة الصغرى تتراوح من (-1م° وحتى -4م°) م° وإحصاء عدد الأيام التي تنخفض فيها درجة الحرارة الصغرى عن هذه العتبات ولكل أشهر السنة باستثناء الصيف بالإضافة إلى حساب طول موجة البرد والتي لا تقل عن ثلاثة أيام متتالية وتحليل الانحدار الخطي لها.

2-3-4 التنبؤ باحتمالية حدوث أول وآخر صقيع:

تتطلب هذه الطريقة أولاً اختيار عتبات (2، 0، -2، -4م°) م° ثم لحساب احتمال تاريخ أول صقيع خريفي سيتم استقصاء أول تاريخ تنخفض فيه درجة الحرارة الصغرى إلى العتبة 2م° وذلك ابتداء من أول أشهر الخريف (أيلول) وتسجيل هذا التاريخ ولكل عام وبذلك نحصل على سلسلة زمنية تتضمن تاريخ انخفاض درجة الحرارة إلى العتبة المحددة ومن ثم حساب متوسط التواريخ والانحراف المعياري لها.

وباستخدام معامل التوزيع الرياضي والذي يتوافق مع النسب الاحتمالية (0-100%) جداول خاصة وتتراوح قيمه بين (2.25 وحتى 2.25 -) ومن ثم ضربه بالانحراف المعياري وناتج الضرب يضاف أو يطرح من التاريخ المتوسط نستنتج التاريخ المطلوب عند كل مستوى احتمالية وتطبق هذه العملية لكل عتبة من عتبات درجة الحرارة التي يتم اختيارها.

ولإيجاد احتمالية آخر صقيع ربيعي تطبق الطريقة السابقة على أشهر الربيع (آذار - أيار)

والنتيجة النهائية هي الحصول على جداول تبين احتمال تاريخ حدوث أول صقيع خريفي وآخر صقيع ربيعي عند كل عتبة ورسم مخطط الاحتمالات الموافق (عباس والبنبي، 1998) (هزيم، 1998) .

2-3-5 تحليل الانحدار الخطي لقيم مؤشر الأيام الباردة: (Percentile 10)

تدل قيمة المئوي العاشر (Percentile 10) على أن 90% من قيم درجات الحرارة اليومية ولكل شهر أعلى من قيمته وبالتالي يمثل هذا المئوي القيم المتطرفة الدنيا لدرجة الحرارة وسيتم حسابه باستخدام برنامج اكسل ولكل من أشهر الشتاء والربيع والخريف ولكل عام ومن ثم تحليل الانحدار الخطي لمعرفة تغير هذا المؤشر مع الزمن.

الفصل الثالث

3- النتائج والمناقشة

1-3 النتائج

1-1-3 التنبؤ باحتمال حدوث الحرارة المطلقة الدنيا الشهرية والسنوية :

1-1-3-1 التنبؤ باحتمالات الحرارة المطلقة السنوية :

توضح المخططات من (4-13) درجات الحرارة الصغرى المطلقة السنوية عند مستويات احتمالية من (10-95) % للمحطات المدروسة للفترة 1980-2009 حيث يلاحظ التالي :

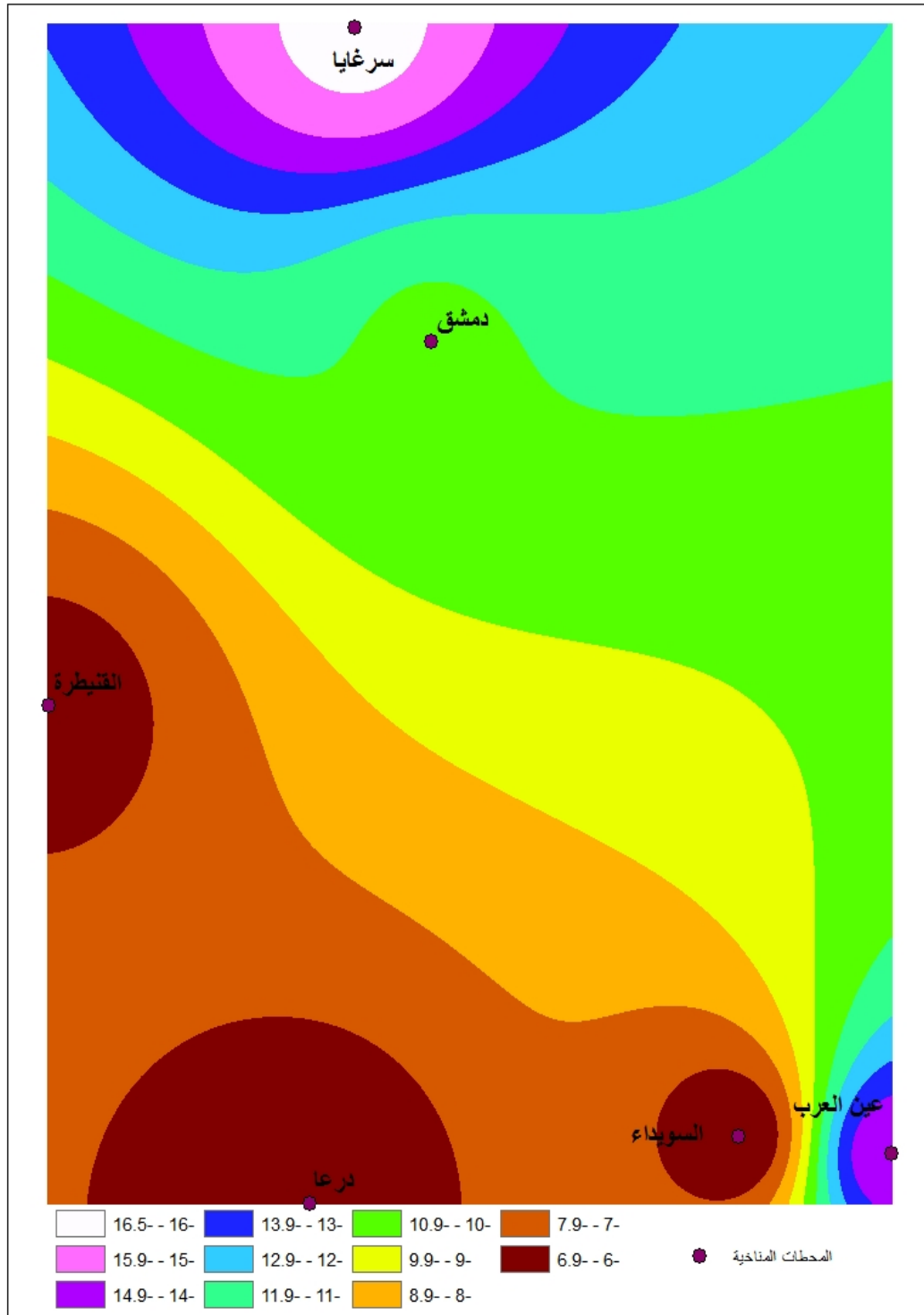
1- انخفاض درجة الحرارة الصغرى إلى -16.5 م° وحتى -15 م° في كل من عين العرب وسرغايا و باحتمالية 10% وسنوات عودة أو رجوع من 11-12 سنة .

2- تتقارب قيم درجات الحرارة المطلقة السنوية لكل من السويداء ودرعا والقنيطرة عند مستوى الاحتمالية 10% لتصبح بحدود -6 م° وسنوات عودة من 10-12 سنة وتختلف دمشق إذ تنخفض إلى ما دون ذلك لتصبح بحدود -11 م° وبزمن رجوع 10 سنوات تقريباً .

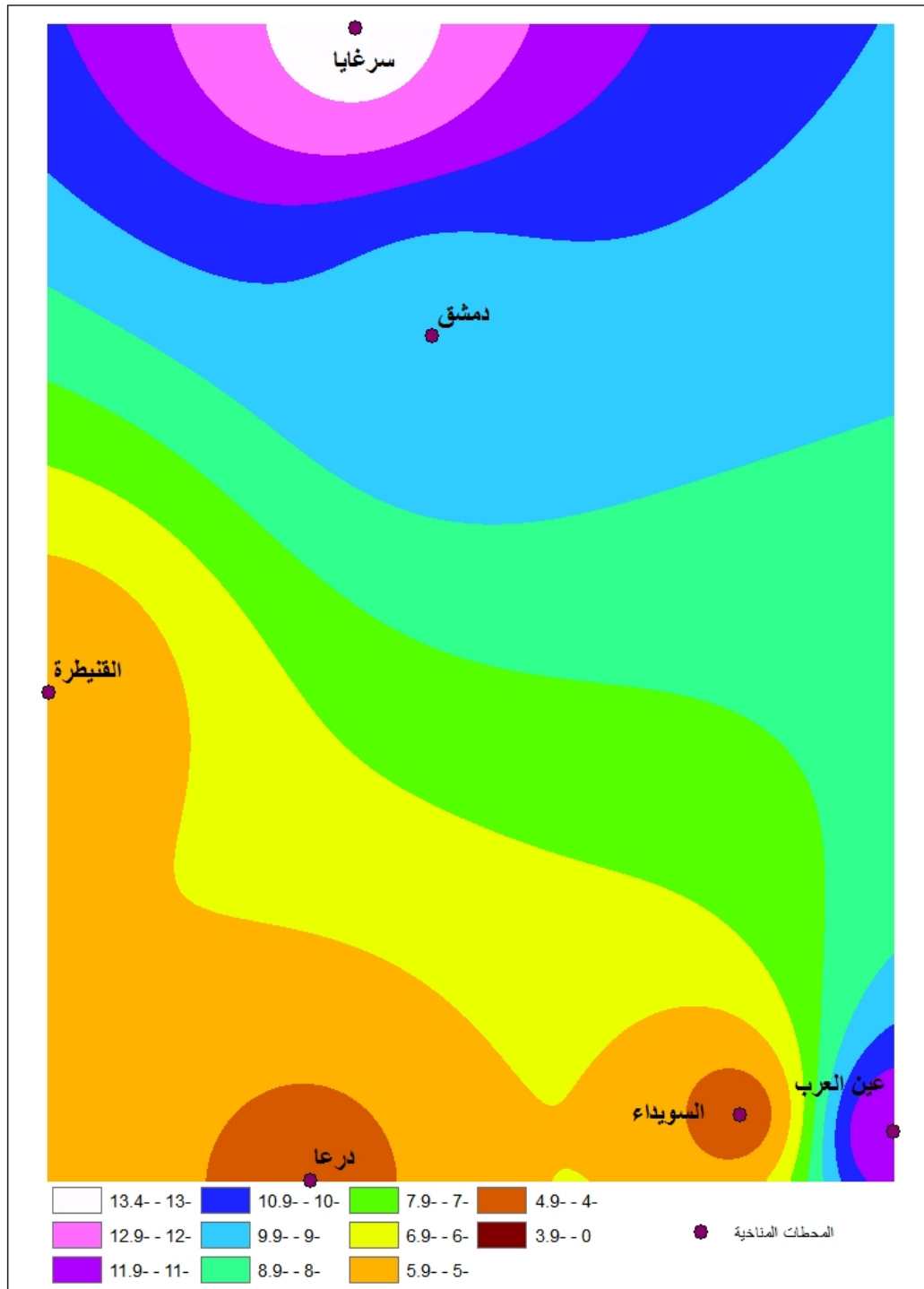
3- سجل انخفاض درجة الحرارة الصغرى كل سنتين إلى -11 م° و -8.8 م° في كل من سرغايا وعين العرب باحتمالية 50% والى -7 م° في دمشق عند نفس مستوى الاحتمالية .

4- تتقارب قيم درجات الحرارة المطلقة السنوية لكل من السويداء ودرعا والقنيطرة عند مستوى الاحتمالية 50% وهي بحدود -4 م° حتى -3 م° وتكرر هذه القيم كل سنتين .

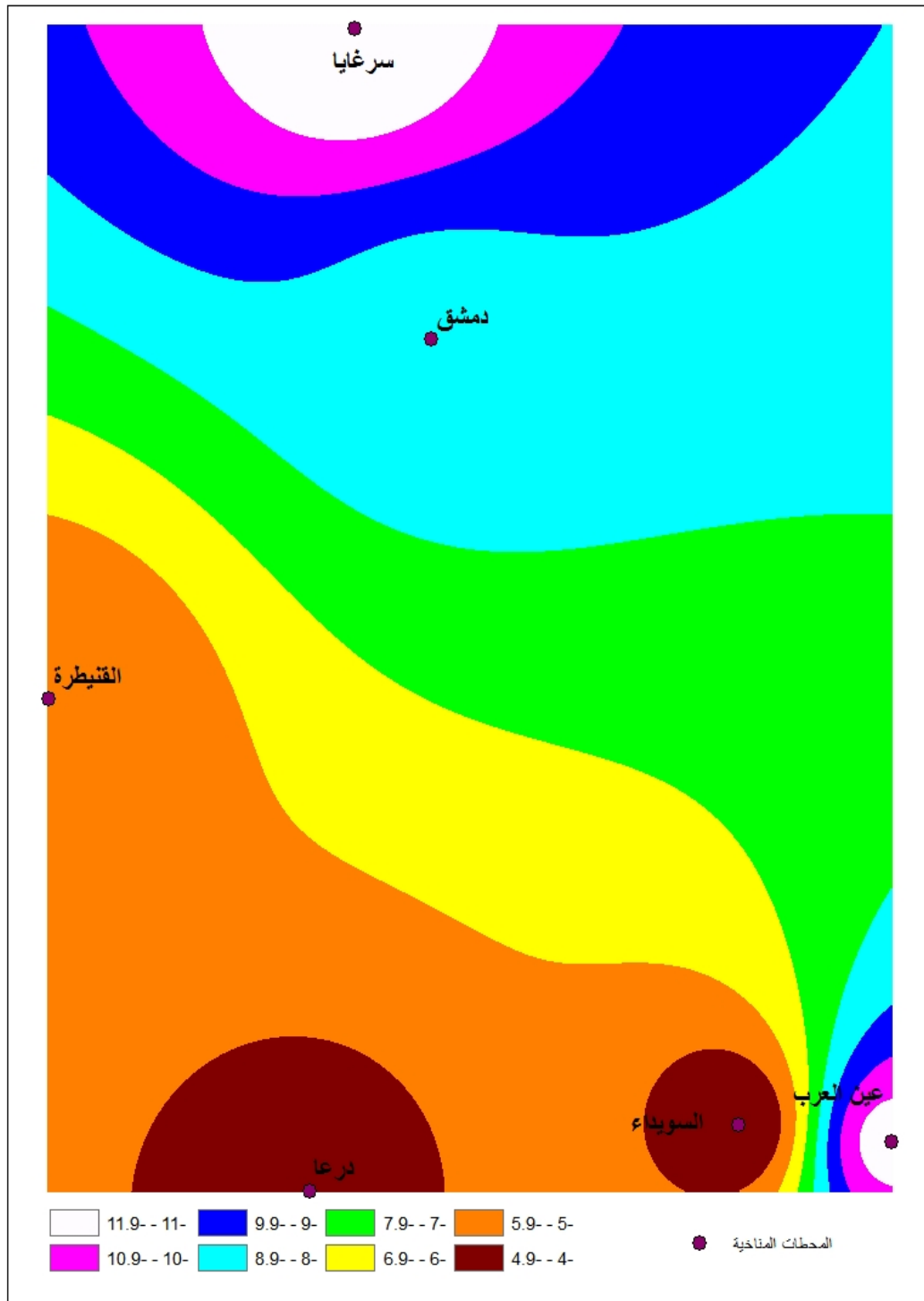
5- سجلت أدنى قيمة لدرجة الحرارة الصغرى السنوية في محطتي سرغايا وعين العرب تلتها دمشق وكانت القنيطرة ودرعا والسويداء متماثلة في القيمة المطلقة لدرجة الحرارة السنوية.



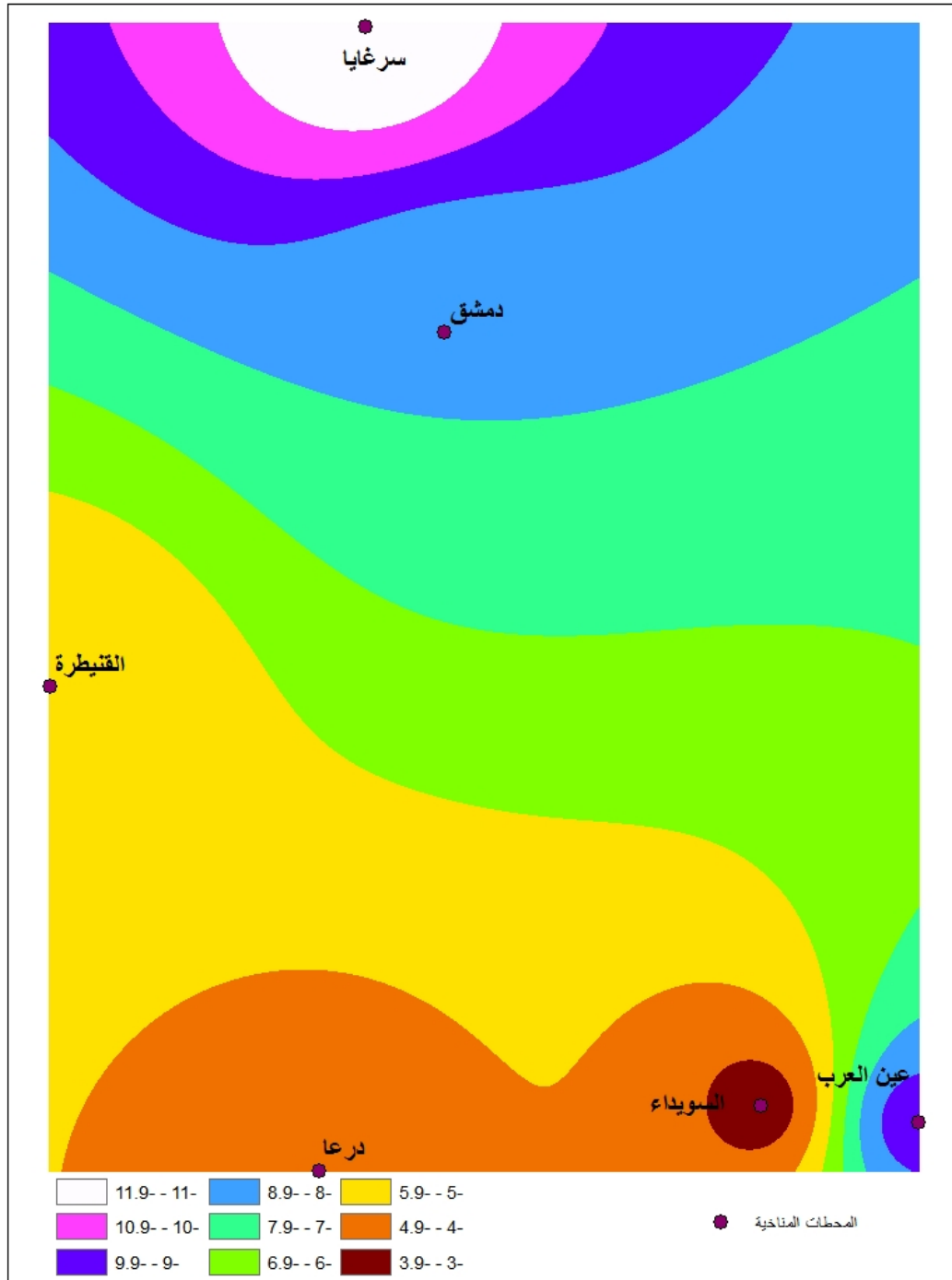
مخطط (4) احتمال الحرارة المطلقة السنوية بالدرجة المئوية باحتمالية 10%



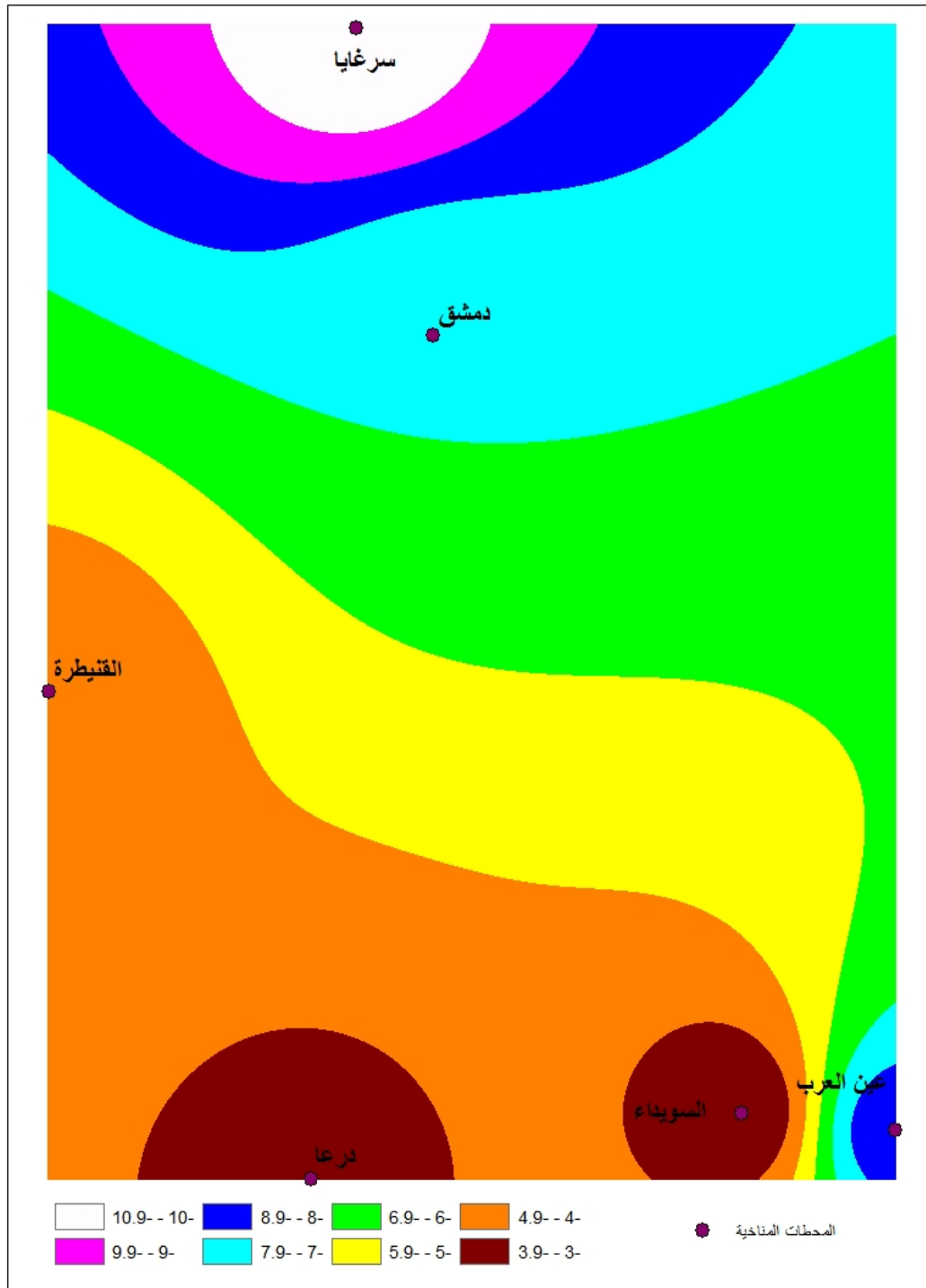
مخطط (5) احتمال الحرارة المطلقة السنوية بالدرجة المئوية للمحطات باحتمالية 20%



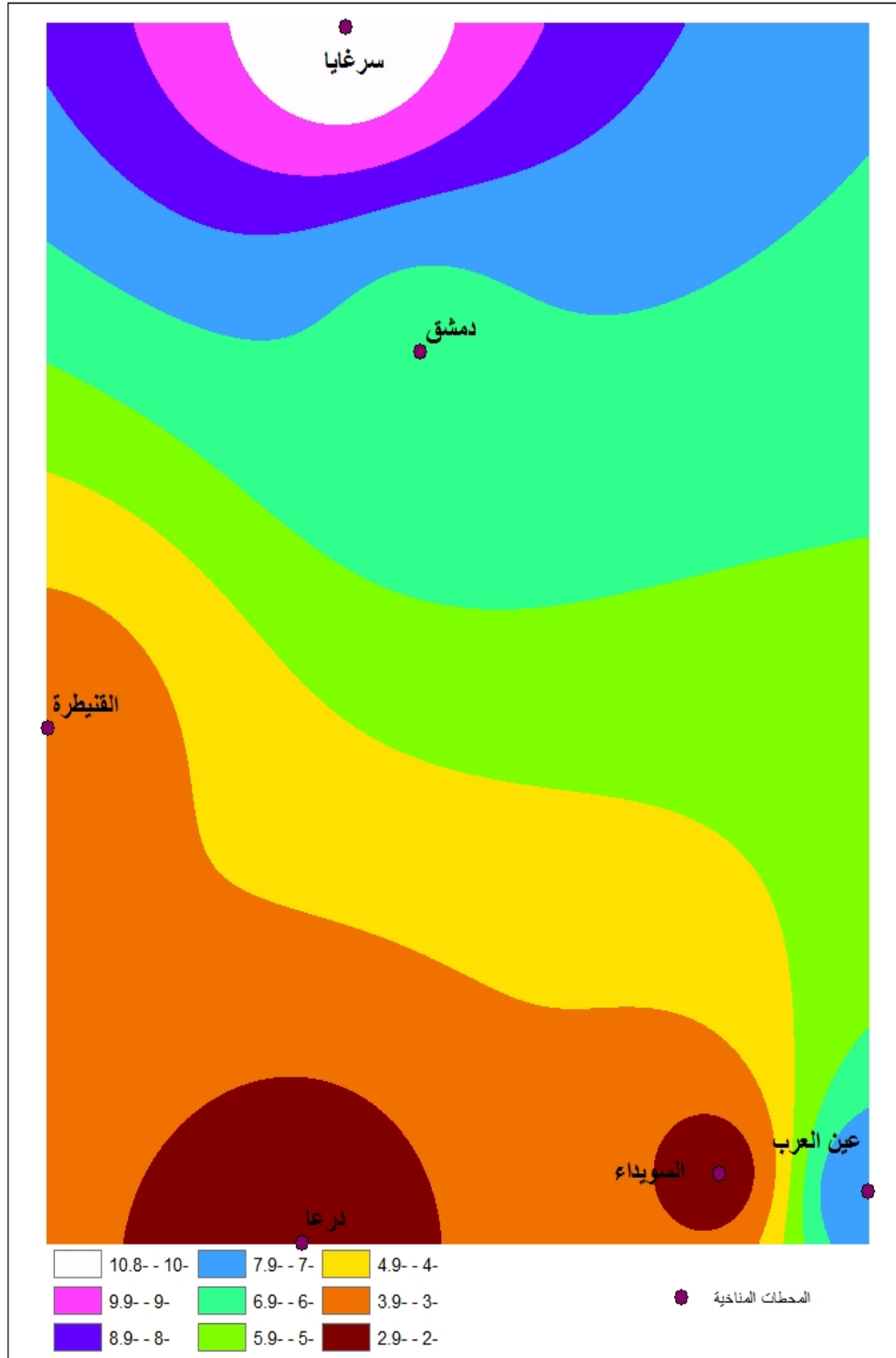
مخطط (6) احتمال الحرارة المطلقة السنوية بالدرجة المئوية للمحطات باحتمالية 30 %



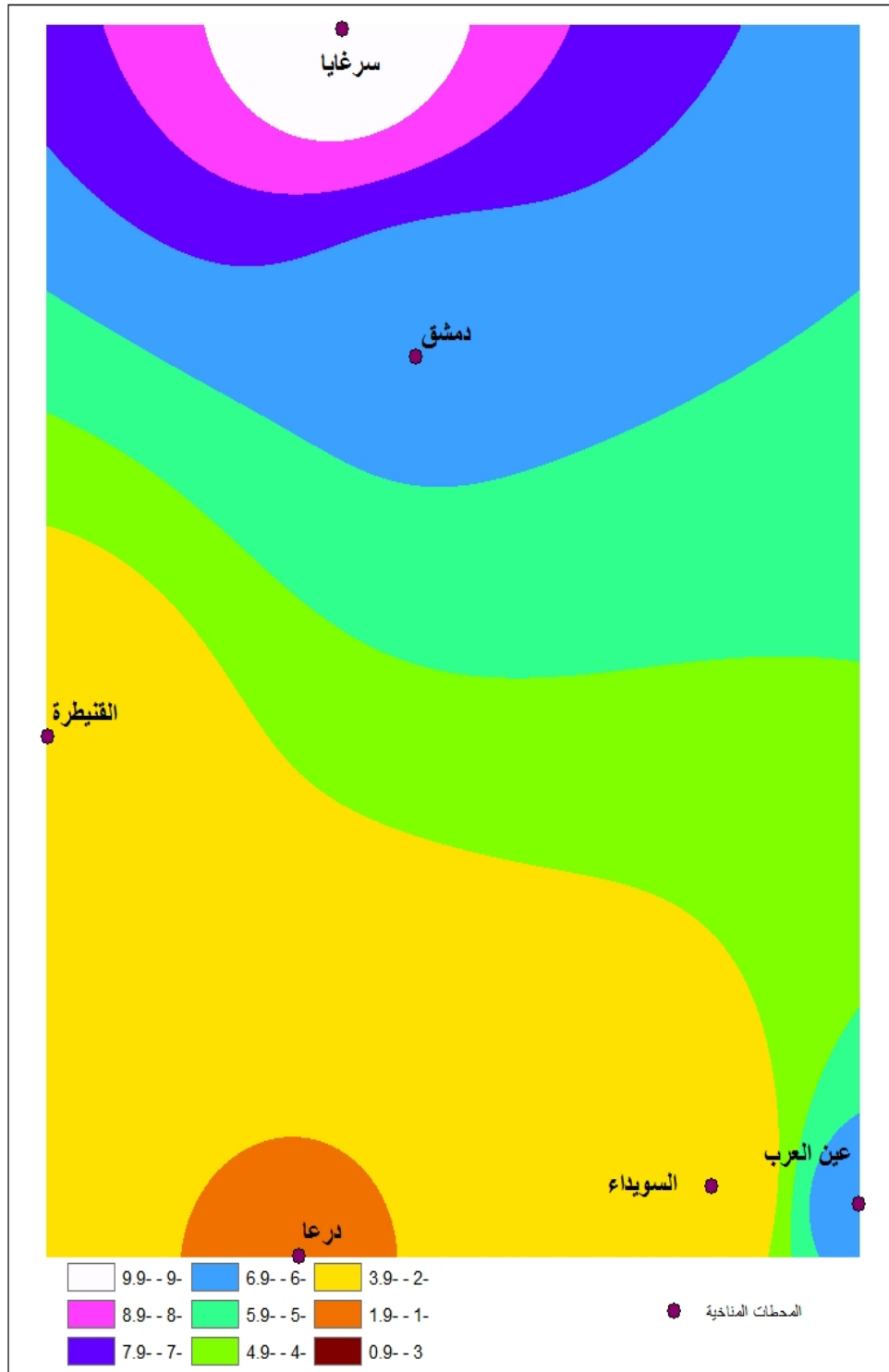
مخطط (7) احتمال الحرارة المطلقة السنوية بالدرجة المئوية للمحطات باحتمالية 40 %



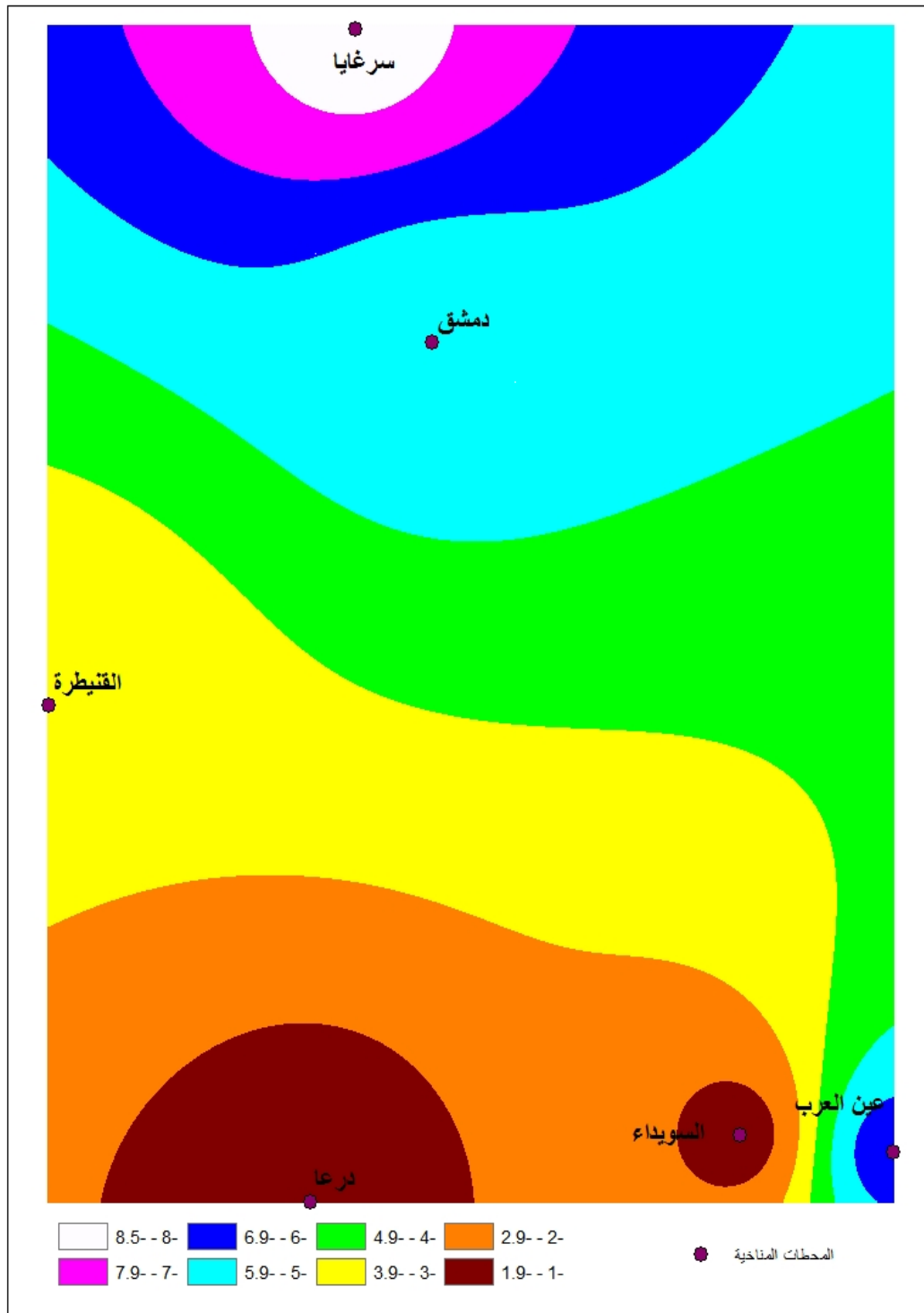
مخطط (8) احتمال الحرارة المطلقة السنوية بالدرجة المئوية للمحطات باحتمالية 50 %



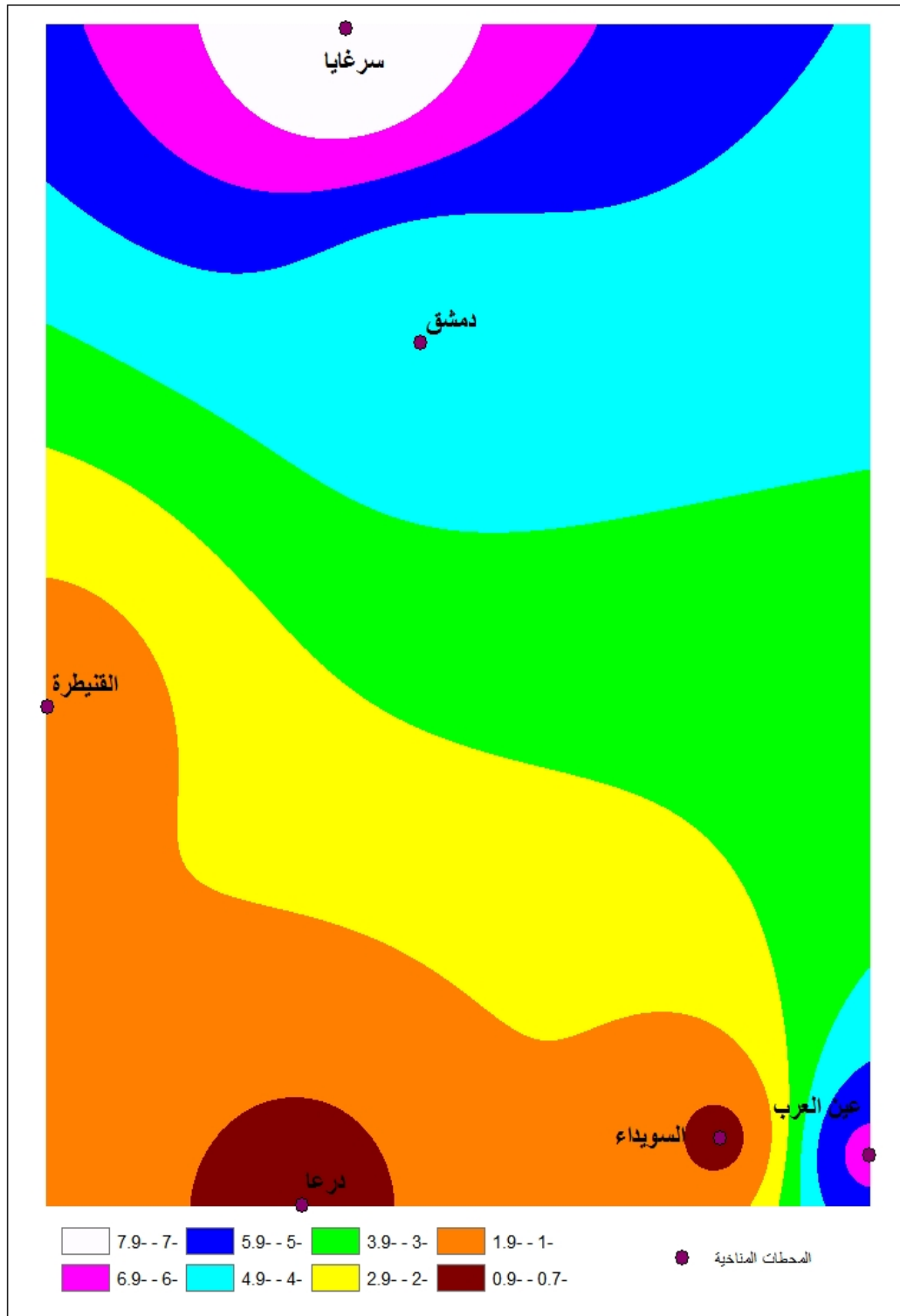
مخطط (9) احتمال الحرارة المطلقة السنوية بالدرجة المئوية للمحطات باحتمالية 60 %



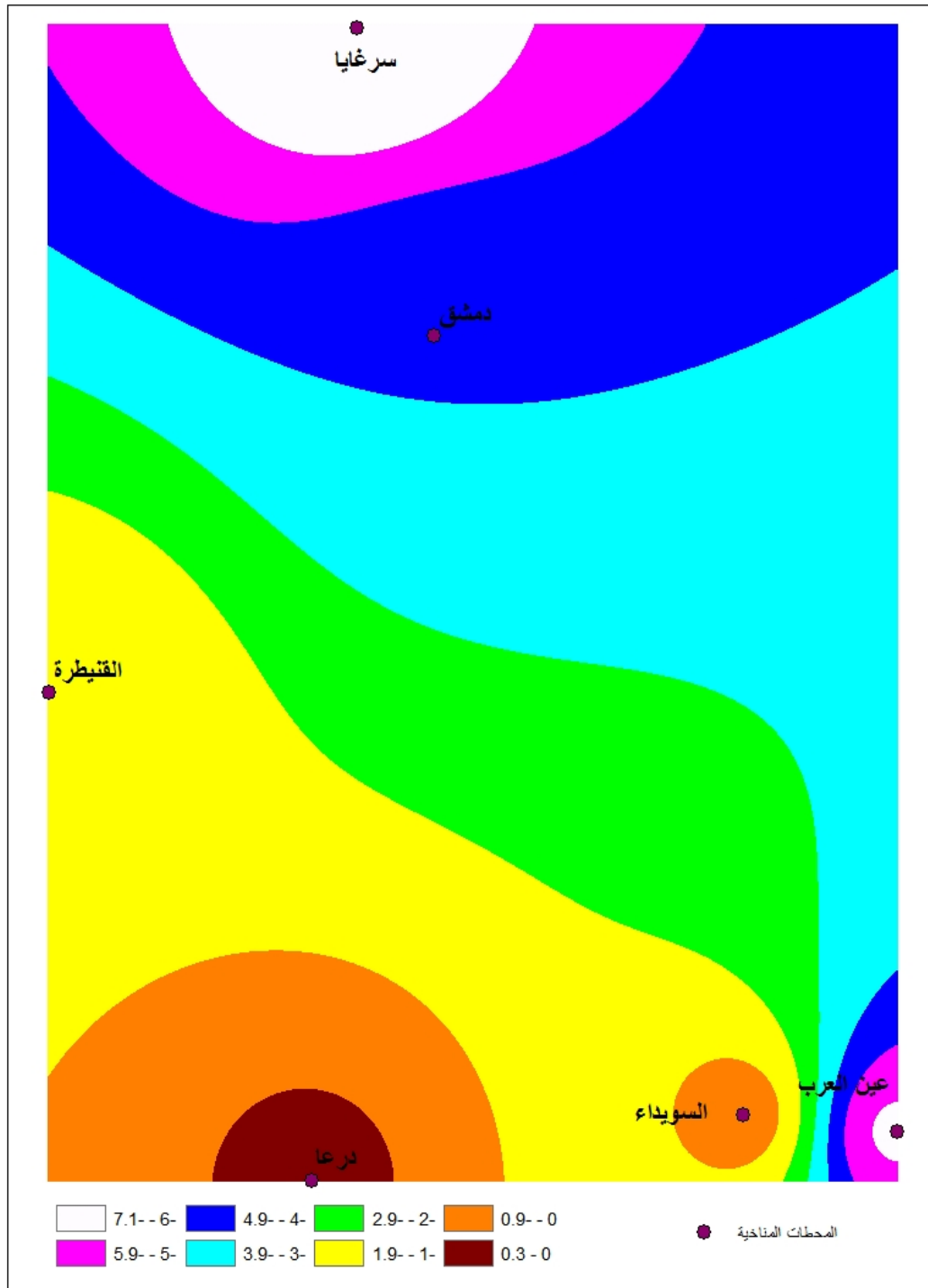
مخطط (10) احتمال الحرارة المطلقة السنوية بالدرجة المئوية للمحطات باحتمالية 70 %



مخطط (11) احتمال الحرارة المطلقة السنوية بالدرجة المئوية للمحطات باحتمالية 80 %



مخطط (12) احتمال الحرارة المطلقة السنوية بالدرجة المئوية للمحطات باحتمالية 90 %



مخطط (13) احتمال الحرارة المطلقة السنوية بالدرجة المئوية للمحطات باحتمالية 95 %

3-1-1-2 التنبؤ بقيم درجات الحرارة الصغرى المطلقة الشهرية في المحطات المدروسة:

تبين النتائج المدونة في الجداول من (3-8) درجات الحرارة الصغرى المطلقة الشهرية والسنوية عند مستويات احتمالية من (10-95) % وكذلك سنوات الرجوع لكل قيمة ومن خلال استقراء الأرقام الواردة في الجداول وتحليلها إحصائياً يمكننا استنتاج ما يلي :

- 1- يلاحظ سلبية هذه القيم عند كل مستويات الاحتمالية خلال أشهر الشتاء والربيع لمحطتي سرغايا وعين العرب بينما يخلو شهر أيلول من أي قيم متطرفة سلبية في هاتين المحطتين ويبدو أن شهري كانون الثاني وشباط الأكثر برودة وقد تنخفض درجة الحرارة إلى مادون الصفر المئوي في شهر أيار ولكن فقط عند مستويات احتمالية منخفضة (10 و 20) % وهذا يعني أن هذه القيم قد تتكرر مرة كل 11 أو 15 سنة في سرغايا وعين العرب .
- 2- تميزت أشهر الشتاء والربيع باستثناء شهر نيسان بسلبية القيم المطلقة لدرجة الحرارة الصغرى في كل من درعا والسويداء والقنيطرة بينما كانت جميعها سلبية (أشهر الشتاء والربيع) في دمشق .
- 3- ظهرت سلبية القيم المطلقة لدرجة الحرارة الصغرى في شهر تشرين الثاني فقط بينما يلاحظ خلو شهري أيلول وتشرين الأول من أي قيم سلبية وذلك في كل من درعا والسويداء والقنيطرة ودمشق حيث سجلت سنوات تنخفض فيها درجة الحرارة إلى حوالي 8- م في دمشق باحتمال 10% وزمن عودة مقداره 10 سنوات .

جدول (3) احتمال قيم الحرارة المطلقة الصغرى الشهرية في سرغايا خلال الفترة المدروسة

95	90	80	70	60	50	40	30	20	10	الاحتمالية %
-7.2	-8.0	-8.5	-10.0	-10.8	-11.0	-12.0	-12.0	-13.5	-16.5	سنوي
6	0.0	-2.0	-4.6	-5.5	-6.1	-7.0	-8.4	-9.0	-13.5	كانون الأول
-4.5	-4.8	-7.0	-7.0	-7.6	-8.0	-8.5	-10.8	-12.0	-14.5	كانون الثاني
-4	-4.0	-4.0	-5.0	-7.0	-7.5	-10.6	-10.6	-11.6	-16.5	شباط
-2	-2.5	-3.0	-3.0	-3.8	-5.0	-6.0	-6.0	-7.5	-12.0	آذار
0	0.0	-0.8	-1.0	-1.5	-1.5	-2.3	-2.7	-2.8	-11.8	نيسان
3.5	2.4	2.3	1.0	0.4	0.4	0.0	-0.6	-1.2	-1.7	أيار
8	6.0	5.5	5.0	5.0	5.0	4.3	3.4	3.0	2.5	أيلول
6.6	3.0	2.3	2.3	2.0	1.7	0.5	0.0	-1.6	-2.6	تشرين الأول
-2	-2.0	-2.0	-2.1	-2.6	-4.5	-5.0	-6.0	-7.2	-11.5	تشرين الثاني
1	1.10	1.20	1.30	1.60	1.80	2.5	3	5	15	سنوات الرجوع

جدول (4) احتمال قيم الحرارة المطلقة الصغرى الشهرية في عين العرب خلال الفترة المدروسة

95	90	80	70	60	50	40	30	20	10	الاحتمالية %
-6.2	-6.2	-6.5	-7.0	-8.0	-8.8	-9.5	-11.5	-12.0	-15.0	سنوي
-1.3	-2.0	-3.0	-3.3	-4.2	-4.6	-4.6	-6.0	-6.6	-12.0	كانون الأول
-2.2	-2.5	-4.0	-6.2	-6.6	-7.0	-7.6	-8.8	-9.5	-11.5	كانون الثاني
-2.2	-2.2	-3.3	-4.0	-5.5	-6.0	-6.5	-7.0	-8.6	-12.8	شباط
-0.3	-0.8	-2.0	-2.5	-3.4	-4.0	-4.0	-4.5	-5.0	-7.0	آذار
0	0.0	0.0	0.0	-1	-1.0	-1.8	-2.0	-2.3	-4.3	نيسان
4	3.6	2.0	1.8	1.0	0.6	0.4	0.2	0.0	-1.0	أيار
8.8	7.6	6.8	5.6	5.2	5.0	5.0	4.4	3.6	3.0	أيلول
5.8	4.5	3.8	3.0	2.2	1.8	1.8	1.5	1.0	0.0	تشرين الأول
2	0.0	0.0	0.0	-6	-1.6	-2.2	-2.8	-4.3	-6.0	تشرين الثاني
1	1.1	1.2	1.4	1.70	2.0	2.40	3.1	4.40	11.0	سنوات الرجوع

جدول (5) احتمال قيم الحرارة المطلقة الصغرى الشهرية في دمشق خلال الفترة المدروسة

الاحتمالية%	10	20	30	40	50	60	70	80	90	95
سنوي	-10.8	-9.5	-8.5	-8	-7	-6.7	-6.10	-5.4	-4.2	-4
كانون الأول	-9.0	-7.8	-6.0	-5.0	-4.6	-4.4	-3.6	-3	-2	-1.4
كانون الثاني	-9.5	-8.3	-6.5	-6.1	-5.5	-4.6	-4.2	-3.6	-2.3	-2
شباط	-6.7	-6.1	-5.4	-4.5	-4	-4	-3	-2.6	-1.3	-0.9
آذار	-6.2	-4.3	-3.0	-2.2	-1.7	-1.5	-1.0	-0.5	0.1	1
نيسان	-2	-0.5	0.2	0.5	1	1.5	1.80	2.2	3	3.6
أيار	1.5	2.8	3.5	4	4.4	4.6	5	5.8	6.9	7
أيلول	5.7	6.5	7.3	7.8	8.2	8.4	9.5	10	11	12.2
تشرين الأول	0.5	1	2	3.3	3.6	4.4	5.4	6	7.6	8
تشرين الثاني	-7.8	-5.5	-4.0	-3.0	-1.9	-0.9	-0.5	0.3	0.5	0.9
سنوات الرجوع	10.2	5.1	3.1	2.4	2	1.6	1.20	1.10	1	1

جدول (6) احتمال قيم الحرارة المطلقة الصغرى الشهرية في درعا خلال الفترة المدروسة

الاحتمالية%	10	20	30	40	50	60	70	80	90	95
سنوي	-6.0	-4.7	-4.4	-4.2	-3.5	-2.3	-1.6	-1.1	-0.7	0.3
كانون الأول	-4.2	-3.4	-2.0	-1.5	-0.7	-0.2	0.0	1.9	1.8	3.8
كانون الثاني	-4.5	-3.6	-2.8	-2.0	-1.1	-0.6	-0.1	0.1	0.6	1.2
شباط	-4.0	-1.8	-1.0	-0.8	-0.1	0.2	0.6	1.0	1.2	2.4
آذار	-1.2	0.0	0.3	0.5	1.0	1.2	1.6	2.4	3.8	4.2
نيسان	0.8	1.8	2.6	3.0	3.7	3.8	4.2	5.5	6.3	7.4
أيار	3.7	5.2	6.0	6.6	7.2	7.4	7.7	8.4	9.2	11.2
أيلول	9.8	11.2	11.8	12.2	12.7	13.2	14.0	14.4	14.8	15.2
تشرين الأول	4.6	6.6	7.2	7.7	8.0	8.4	8.9	10.0	11.0	11.4
تشرين الثاني	-4.0	-0.5	0.3	1.3	2.5	3.2	3.6	4.1	5.1	6.8
سنوات الرجوع	11.0	4.70	3.3	2.50	1.90	1.60	1.40	1.2	1.1	1

جدول (7) احتمال قيم الحرارة المطلقة الصغرى الشهرية في السويداء خلال الفترة المدروسة

95	90	80	70	60	50	40	30	20	10	الاحتمالية%
-0.5	-0.8	-1.6	-2.0	-2.5	-3.0	-3.6	-4.0	-4.5	-6.0	سنوي
4	3.5	1.6	1.0	0.2	-0.5	-1.0	-1.5	-2.0	-4.5	كانون الأول
1	1.0	-0.3	-0.6	-1.3	-1.6	-2.5	-3.4	-3.6	-4.6	كانون الثاني
1.4	0.7	0.4	0.2	0.0	-1.0	-1.7	-2.5	-3.4	-4.5	شباط
2.6	2.2	1.5	1.0	0.5	-0.2	-0.5	-1.2	-1.4	-2.5	آذار
5.6	5.0	4.4	4.0	3.4	2.7	2.2	1.4	0.5	0.0	نيسان
10	8.5	7.0	6.8	6.2	5.7	5.0	4.9	4.0	2.5	أيار
13.5	13.0	12.2	11.8	11.6	11.4	11.0	10.6	10.4	9.7	أيلول
11.4	10.8	10.0	9.2	8.7	8.0	7.6	7.4	7.0	5.4	تشرين الأول
7	6.8	5.3	4.2	3.9	3.5	2.3	1.5	0.8	-0.8	تشرين الثاني
1	1.1	1.2	1.4	1.6	1.9	2.5	3.3	4.7	10.7	سنوات الرجوع

جدول (8) احتمال قيم الحرارة المطلقة الصغرى الشهرية في القنيطرة خلال الفترة المدروسة

95	90	80	70	60	50	40	30	20	10	الاحتمالية%
-1	-1.6	-3	-3.0	-3.5	-4.3	-5.0	-5.0	-5.3	-6.5	سنوي
3	2.8	0	0.0	-0.5	-1.6	-2.0	-3.0	-4.3	-5.3	كانون الأول
1	1	0	-2.0	-2.5	-2.7	-4.0	-4.5	-5.0	-6.5	كانون الثاني
1	-0.5	-1	-1.0	-1.0	-2.0	-2.0	-2.5	-4.0	-5.0	شباط
4	3.5	1	0.5	0.0	-0.5	-1.0	-1.5	-2.5	-3.0	آذار
4	4	3.5	3.0	2.8	2.5	2.0	1.0	0.3	0.0	نيسان
13	9.5	7	6.5	5.8	5.0	4.5	4.0	3.3	2.5	أيار
17	14	12	12.0	11.5	11.5	10.5	9.0	8.8	4.8	أيلول
12	11	9.5	8.0	8.0	6.8	6.4	5.0	5.0	1.8	تشرين الأول
5	5	3	2.5	2.0	2.0	1.3	-1.0	-1.4	-3.5	تشرين الثاني
1	1.1	1.2	1.4	1.6	2	2.4	3.4	4.8	12	سنوات الرجوع

من كل ما سبق يمكننا استخلاص ما يلي :

- 1- عدم احتمال حدوث الصقيع في محطات درعا والسويداء والقنيطرة اعتباراً من شهر نيسان وحتى تشرين الأول .
- 2- إمكانية انخفاض الحرارة الصغرى في محطة دمشق في شهر نيسان وتكراره مرة كل 5-10 سنوات .
- 3- حدوث الصقيع في أشهر تشرين الثاني و كانون الأول و كانون الثاني في كافة المحطات وبنسب متفاوتة .
- 4- تميزت المحطات الجبلية (سرغايا وعين العرب) بأدنى قيم لدرجات الحرارة المطلقة الصغرى وسيادة الصقيع في أشهر الشتاء والربيع والخريف باستثناء شهر أيلول الذي يخلو تماماً من أي قيمة سلبية ثم أيار وتشرين الأول فقد تتكرر القيم السلبية مرة كل 5 أو 15 سنة وهذا مرده إلى طبيعة وجغرافية المنطقة حيث ترتفع بحدود 1500 م عن سطح البحر ويكسوها الثلج حتى منتصف الربيع .

3-2- دراسة توزع الصقيع الربيعي والشتوي والخريفي:

يوضح الجدول (9) توزع الصقيع الشتوي والربيعي والخريفي لمحطة درعا خلال الأعوام المدروسة ويستنتج منها ما يلي :

- 1- سيادة الصقيع الشتوي فلا يخلو عام من وجود أيام تتخفّض فيها درجة الحرارة دون الصفر المئوي بمتوسط قدره 8 أيام وكان العام 1989 أكثرها برودة حيث بلغ عدد أيام الصقيع الشتوي فيها 22 يوم .
- 2- تميزت فترة الثمانينات والتسعينات ببرودة نسبية أكبر من العقود اللاحقة .
- 3- يحدث الصقيع الربيعي في أعوام دون أخرى وكان ربيع 1985 أكثرها برودة حيث بلغ عدد أيام الصقيع الربيعي 10 أيام تلاها العام 1992 بعدد ثلاثة أيام وبعد ذلك لم يسجل حالات صقيع ربيعي في محطة درعا
- 4- بلغ متوسط عدد أيام الصقيع الخريفي 1 يوم خلال فترة الدراسة .

5- يلاحظ تكرار الصقيع الخريفي كل ثلاث سنوات للفترة 1988-2001 ثم انعدام حالات الصقيع الخريفي .

يوضح الجدول (10) توزيع الصقيع الشتوي والربيعي والخريفي لمحطة دمشق ونسنتج من هذا الجدول ما يلي :

1. لا يخلو عام من الصقيع الشتوي وكان العام 1984 و 1989 أكثرها برودة إذ بلغ عدد أيام الصقيع حوالي 55 يوم .
2. بلغ متوسط عدد أيام الصقيع الخريفي 4 أيام في حين بلغ متوسط عدد أيام الصقيع الربيعي 4 أيام .
3. هناك بعض السنوات خلت من الصقيع الربيعي والخريفي وتراوح عدد أيام الصقيع الربيعي بين (0-12) يوم خلال فترة الدراسة وأما الصقيع الخريفي فتراوح بين (0-13) يوم.

جدول (9) توزيع الصقيع الشتوي والربيعي والخريفي لمحطة درعا خلال الفترة المدروسة (1980-2009)

الصقيع السنوي	صقيع خريفي	صقيع ربيعي	صقيع شتوي	العام
9	0	1	8	1980
5	2	0	3	1981
22	1	1	20	1982
18	0	2	16	1983
14	0	0	14	1984
19	0	10	9	1985
9	0	0	9	1986
4	0	1	3	1987
5	2	0	3	1988
22	0	0	22	1989
12	0	0	12	1990
1	0	0	1	1991
21	2	3	16	1992
16	0	0	16	1993
3	0	0	3	1994
7	4	0	3	1995
2	0	0	2	1996
10	0	0	10	1997
0	0	0	0	1998
7	3	0	4	1999
8	0	0	8	2000
4	1	0	3	2001
3	0	0	3	2002
0	0	0	0	2003
3	0	0	3	2004
7	0	0	7	2005
10	0	0	10	2006
6	0	0	6	2007
17	0	0	17	2008
4	0	0	4	2009
	1	1	8	متوسط عدد أيام الصقيع

جدول (10) عدد أيام الصقيع الشتوي والربيعي والخريفي لمحطة دمشق

الصقيع السنوي	صقيع خريفي	صقيع ربيعي	صقيع شتوي	العام
48	7	7	34	1980
38	9	4	25	1981
72	11	9	52	1982
60	0	12	48	1983
57	1	0	56	1984
48	1	11	36	1985
45	10	0	35	1986
32	3	8	21	1987
41	13	2	26	1988
60	2	3	55	1989
47	1	3	43	1990
49	1	2	46	1991
62	7	10	45	1992
64	8	7	49	1993
30	0	1	29	1994
40	11	3	26	1995
23	7	1	15	1996
28	4	4	20	1997
35	0	1	34	1998
54	4	6	44	1999
43	5	5	33	2000
39	7	0	32	2001
42	5	3	34	2002
13	1	2	10	2003
32	5	4	23	2004
22	0	1	21	2005
42	4	1	37	2006
42	3	2	37	2007
26	0	0	26	2008
23	1	1	21	2009
	4	4	34	متوسط عدد أيام الصقيع

يوضح الجدول (11) عدد أيام الصقيع الشتوي والربيعي والخريفي لمحطة عين العرب خلال الأعوام المدروسة ونستنتج منه التالي:

1- سيادة الصقيع الشتوي وكان العام 1989 الأكثر برودة حيث بلغ عدد أيام الصقيع الشتوي 59 يوم ومتوسط عدد أيام الصقيع الشتوي 43 يوم .

2- بلغ متوسط عدد أيام الصقيع الخريفي 3 يوم بينما بلغ متوسط عدد أيام الصقيع الربيعي 11 يوم .

3- زيادة تكرار حالات الصقيع الخريفي في الأعوام الحديثة (2001-2003-2004) مقارنة مع الفترات السابقة .

4- سيادة الصقيع الربيعي في محطة عين العرب وكان ربيع 1997 الأكثر برودة حيث سجل 33 يوم صقيع .

يوضح الجدول (12) توزع الصقيع الشتوي والربيعي والخريفي لمحطة سرغايا ويستنتج من هذا الجدول ما يلي:

1- تكرار حدوث الصقيع الشتوي والربيعي والخريفي في كل الأعوام المدروسة .

2- بلغ متوسط عدد أيام الصقيع الشتوي 66 يوم في حين بلغ متوسط عدد أيام الصقيع

الربيعي 19 يوم أما متوسط عدد أيام الصقيع الخريفي فكان 13 يوم خلال ثلاثين سنة .

3- كان عام 1993 أكثر الأعوام صقيعا حيث بلغ عدد أيام الصقيع (14،23،84) يوم شتاءا

وربيعا وخريفا على الترتيب بينما كان عام 2002 أقلها صقيعا حيث سجل (9،8،56) يوم

صقيع شتوي وربيعي وخريفي .

جدول (11) عدد أيام الصقيع الشتوي والربيعي والخريفي لمحطة عين العرب الجنوبية للفترة (1980-
(2009)

الصقيع السنوي	صقيع خريفي	صقيع ربيعي	صقيع شتوي	العام
48	0	11	37	1980
44	3	8	33	1981
64	5	14	45	1982
62	0	10	52	1983
38	1	5	32	1984
39	0	11	28	1985
48	4	9	35	1986
44	1	20	23	1987
56	8	9	39	1988
66	0	7	59	1989
57	0	13	44	1990
56	0	6	50	1991
61	3	11	47	1992
70	7	15	48	1993
57	2	7	48	1994
68	8	12	48	1995
67	0	23	44	1996
107	7	33	67	1997
44	1	6	37	1998
64	4	13	47	1999
68	0	14	54	2000
42	5	4	33	2001
56	0	11	45	2002
67	2	22	43	2003
80	10	11	59	2004
52	2	5	45	2005
83	17	6	60	2006
41	0	8	33	2007
36	0	0	36	2008
23	0	7	16	2009
	3	11	43	متوسط عدد أيام الصقيع

جدول (12) توزع الصقيع الشتوي والربيعي والخريفي لمحطة سرغايا خلال (1980-2009)

الصقيع السنوي	صقيع خريفي	صقيع ربيعي	صقيع شتوي	العام
106	12	25	69	1980
104	14	23	67	1981
127	25	27	75	1982
136	19	33	84	1983
104	10	13	81	1984
102	15	21	66	1985
101	19	15	67	1986
102	26	28	48	1987
94	17	17	60	1988
112	13	16	83	1989
108	11	25	72	1990
95	14	12	69	1991
128	13	34	81	1992
107	9	20	78	1993
77	8	17	52	1994
109	16	20	73	1995
74	10	18	46	1996
103	10	31	62	1997
90	4	23	63	1998
94	10	0	84	1999
101	16	26	59	2000
64	8	2	54	2001
73	9	8	56	2002
75	10	22	43	2003
96	9	16	71	2004
100	20	24	56	2005
113	21	14	78	2006
81	7	14	60	2007
91	8	6	77	2008
74	9	13	52	2009
	13	19	66	متوسط عدد أيام الصقيع

يبين جدول (13) توزع الصقيع الشتوي والربيعي والخريفي لمحطة القنيطرة للفترة (1980-2009) ويمكن تسجيل النتائج التالية:

1- تحدث معظم أيام الصقيع الشتوي خلال شهري كانون الثاني وشباط وسيادة مطلقة للصقيع الشتوي .

2- انخفاض حالات تكرار الصقيع الربيعي والخريفي في السنوات الأخيرة أي ما بعد العام 2000 .

3- بلغ متوسط عدد أيام الصقيع الشتوي 18 يوم والربيعي 2 يوم والخريفي 1 يوم .

يوضح الجدول (14) توزع الصقيع الشتوي والربيعي والخريفي لمحطة السويداء خلال الأعوام المدروسة ونستنتج منه ما يلي :

1- كان متوسط عدد أيام الصقيع الشتوي 9 يوم وسجل العام 1989 الأكثر برودة شتاءً 83 يوم صقيع.

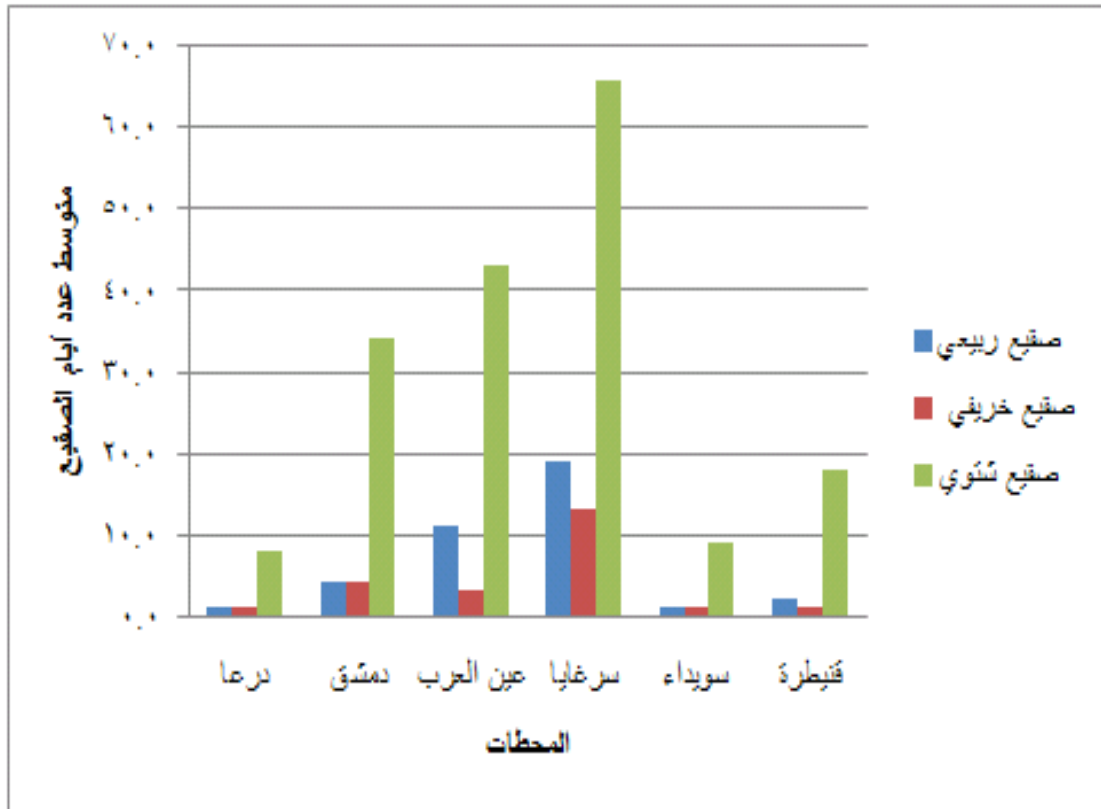
2- تقل حالات الصقيع الخريفي حيث سجلت فقط 4 أعوام انخفضت فيها درجة الحرارة الصغرى دون الصفر المئوي ولم يتجاوز انخفاضها لأكثر من 4 أيام .

جدول (13) يبين توزع الصقيع الشتوي والربيعي والخريفي لمحطة القنيطرة خلال الفترة المدروسة

الصقيع السنوي	صقيع خريفي	صقيع ربيعي	صقيع شتوي	العام
33	2	8	23	1980
23	5	2	16	1981
41	4	4	33	1982
46	0	6	40	1983
40	0	1	39	1984
41	0	12	29	1985
27	2	0	25	1986
7	0	6	1	1987
13	1	1	11	1988
36	0	1	35	1989
15	0	1	14	1990
7	0	0	7	1991
37	1	4	32	1992
17	0	1	16	1993
4	0	0	4	1994
21	8	1	12	1995
12	0	2	10	1996
38	1	9	28	1997
7	0	6	1	1998
7	3	0	4	1999
20	0	2	18	2000
9	1	0	8	2001
15	0	0	15	2002
7	0	0	7	2003
22	4	0	18	2004
13	0	0	13	2005
18	0	0	18	2006
16	0	0	16	2007
22	0	0	22	2008
11	0	1	10	2009
	1	2	18	متوسط عدد أيام الصقيع

جدول (14) يبين عدد أيام الصقيع الشتوي والربيعي والخريفي لمحطة السويداء خلال الفترة المدروسة
:(2009-1980)

العام	صقيع شتوي	صقيع ربيعي	صقيع خريفي	الصقيع السنوي
1980	11	5	0	16
1981	4	1	0	5
1982	13	3	0	16
1983	17	3	0	20
1984	8	1	0	9
1985	8	4	0	12
1986	5	0	0	5
1987	2	4	0	6
1988	9	0	1	10
1989	22	2	0	24
1990	12	0	0	12
1991	5	0	0	5
1992	34	3	3	40
1993	22	0	0	22
1994	6	0	0	6
1995	1	0	0	1
1996	1	0	0	1
1997	14	2	0	16
1998	4	3	0	7
1999	0	0	0	0
2000	4	2	0	6
2001	2	0	0	2
2002	8	0	0	8
2003	3	2	0	5
2004	8	2	4	14
2005	9	1	0	10
2006	10	0	0	10
2007	3	1	0	4
2008	21	0	0	21
2009	5	1	0	6
متوسط عدد أيام الصقيع	9	1	1	



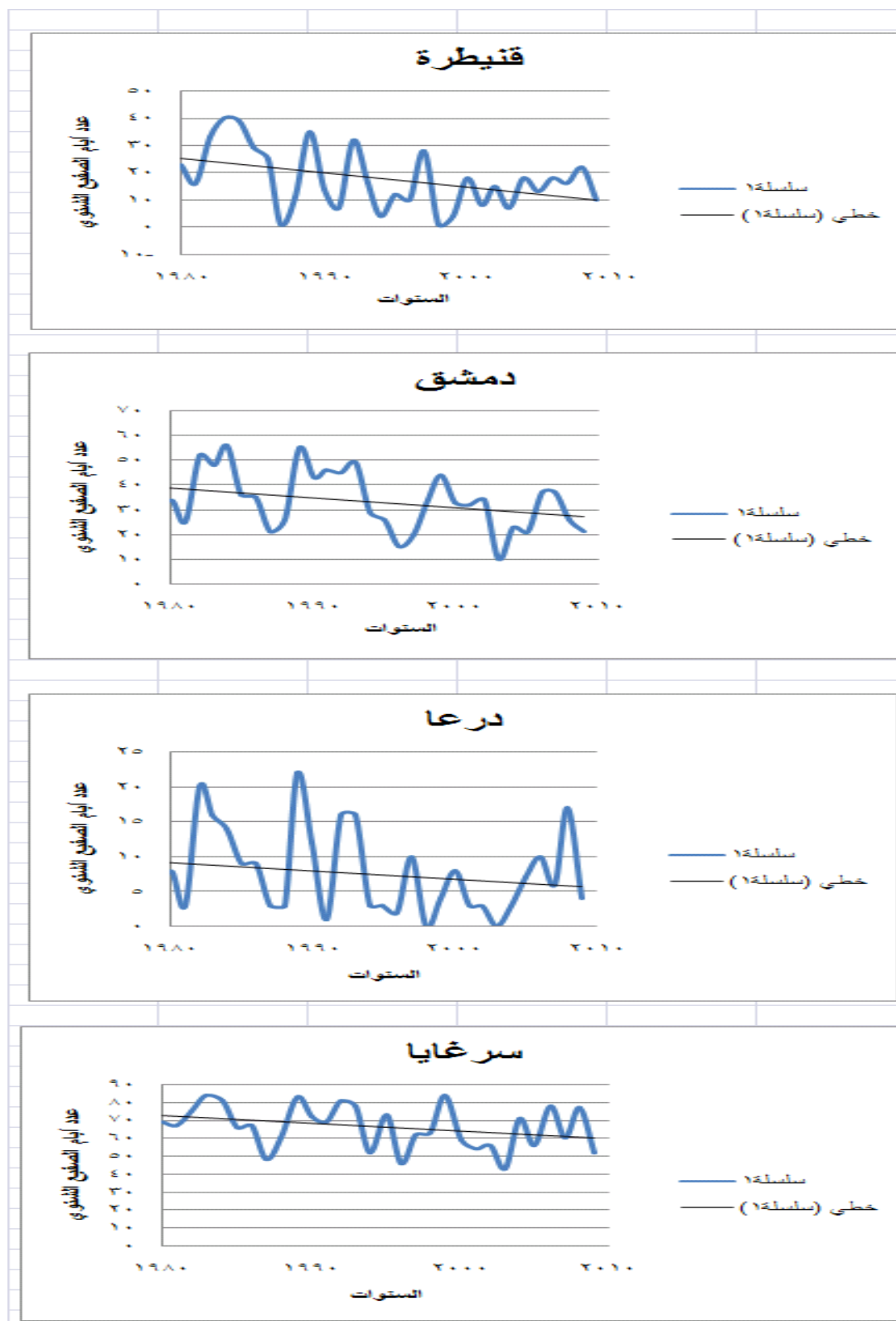
مخطط (14) متوسط عدد أيام الصقيع الشتوي والربيعي والخريفي للمحطات المدروسة

بينت الأرقام والخطوط البيانية عدد من الحقائق التالية :

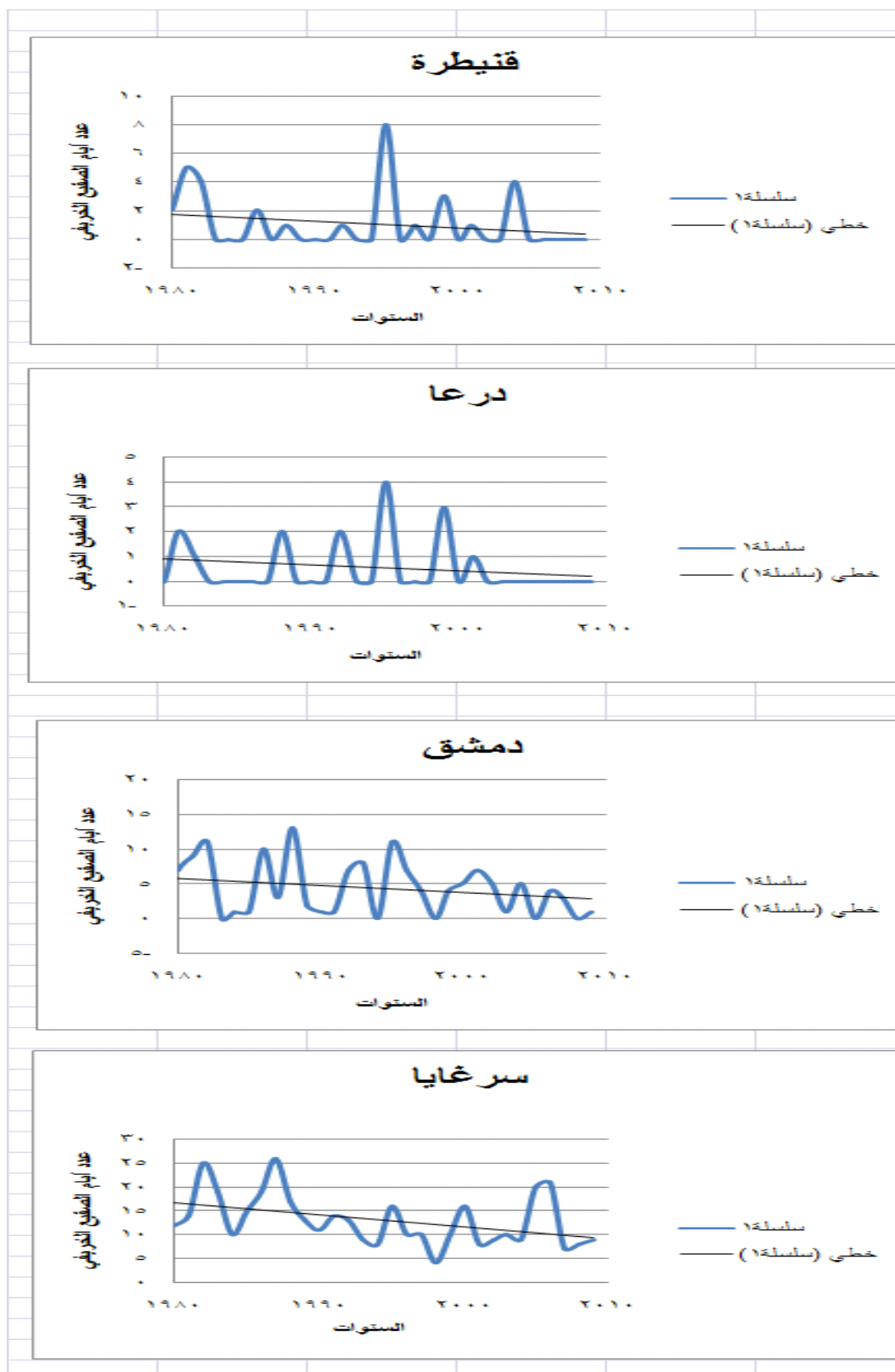
1- سجلت سيادة واضحة للصقيع الشتوي في الإقليم الجنوبي من سورية وهذا يعود إلى طبيعة الحركة العامة للجو وسيادة المرتفع السيبيري والمتراق برياح قطبية المنشأ مع انخفاض كبير في درجة الحرارة وهذا ما ذكرته العديد من المراجع حول هذا النوع من الصقيع (اهدلي، 1974) (أبو زخم وعزام، 1982) (عبد السلام، 1990) (موسى، 1994)

2- لوحظ زيادة حالات الصقيع الربيعي والخريفي في المحطات الجبلية المتمثلة بعين العرب وسرغايا فلا يكاد يخلو عام من حدوث يوم صقيع في هذه المحطات بالمقارنة مع المحطات وهذا يؤكد أن الصقيع الربيعي وكذلك الخريفي يرتبط بالظروف المحلية للموقع وليس بالضرورة أن يكون عاما وشاملا لكل الإقليم الجنوبي وهذا متفق مع ما ذكره (Rahimi, 2006) (etal, 1968; Marht, 1965; Bouchet) من أن المناطق الجبلية يتكرر فيها الصقيع الربيعي بشكل أكبر ولكن قد لا يدوم طويلاً إذ سرعان ما ينزل إلى أسفل الوادي ويتجمع فيها الهواء البارد وهنا تكمن الخطورة الأكبر.

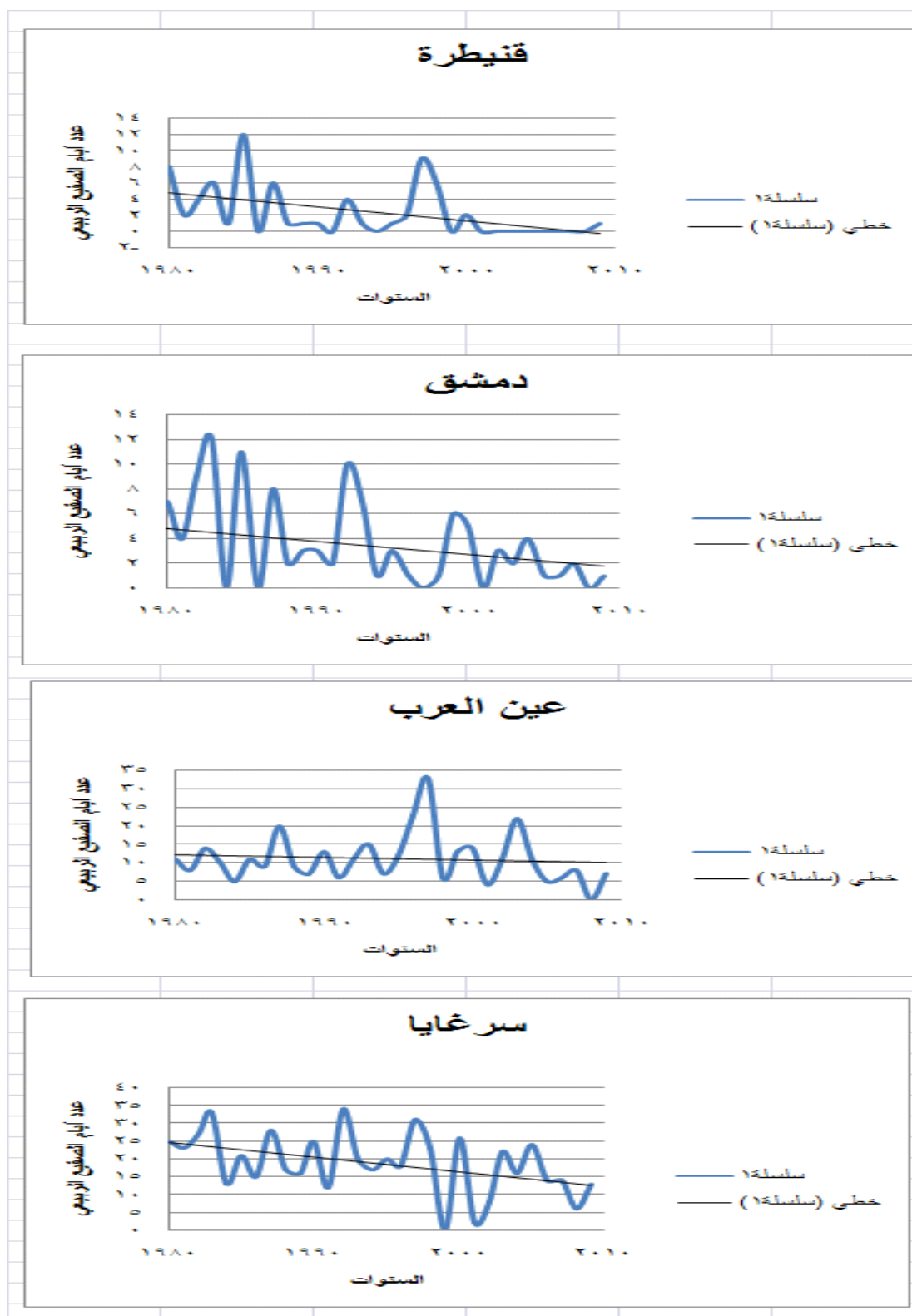
توضح المخططات من (15-24) الانحدار الخطي لعدد أيام الصقيع الشتوي والربيعي والخريفي للمحطات المدروسة ويلاحظ فيه انخفاض عدد أيام الصقيع بكل أنواعه وهذا يتفق مع الدراسات السابقة حول ارتفاع معنوي لدرجات الحرارة الصغرى وتناقص في عدد الليالي الباردة (Karletal,2006).



المخططات من (15-18) الانحدار الخطي لعدد أيام الصقيع الشتوي للمحطات المدروسة



المخططات من (18-21) الاتحاد الخطي لعدد أيام الصقيع الخريفي للمحطات المدروسة



المخططات (21-24) الانحدار الخطي لعدد أيام الصقيع الربيعي للمحطات المدروسة

3-1-3 تحليل شدة الصقيع وفق عتبات محددة :

1-3-1-3 شدة الصقيع ضمن العتبات الحرارية (0،-2،-4، أقل من -4) م° :

اختيرت هذه العتبات لأن الصقيع الخفيف (0-2) م° قد يكون الأخف ضرراً رغم زيادة احتمال حدوثه

تشير المخططات من (25-43) إلى شدة الصقيع ضمن العتبات الحرارية (0،-2،-4، أقل من -4) م° لأشهر الشتاء والربيع والخريف ومن خلال استقراء الأرقام الواردة في المخططات وتحليلها إحصائياً يمكننا استنتاج ما يلي:

أولاً الصقيع الخفيف (0) م° :

1- تراوح عدد الأيام التي انخفضت فيها درجة الحرارة الصغرى إلى 0 م° خلال شتاء الفترة (1980-2009) من 115 يوم في السويداء إلى 393 يوم في عين العرب .

2- زيادة تكرار حالات الصقيع الربيعي عند العتبة 0 م° في عين العرب وسرغايا بالمقارنة مع المحطات الأخرى حيث بلغ عدد أيام الصقيع الربيعي في عين العرب 155 يوم و93 يوم في سرغايا وهذا ما يوضحه المخطط (44) .

3- يلاحظ انخفاض درجة الحرارة الصغرى خلال فصل الخريف إلى العتبة 0 م° في بعض الأعوام وفي شهر تشرين الثاني بشكل خاص في كل من السويداء ودرعا والقنيطرة ودمشق وبلغ عدد أيام الصقيع الخريفي عند هذه العتبة (5،7،15،23) يوم على التوالي.
ثانياً الصقيع المتوسط حتى (-2) م° :

1- تفوقت محطة عين العرب بعدد أيام الصقيع الشتوي عند العتبة -2 م° حيث بلغ 132 يوم لكامل فترة الدراسة تلتها سرغايا بينما تميزت درعا بأقل عدد من أيام الصقيع عند العتبة نفسها وكانت بحدود 20 يوم وهذا ما يوضحه المخطط (45)

2- سجل أعلى عدد لأيام الصقيع الخريفي عند هذه العتبة في سرغايا خلال الفترة (1980-2009) وكان بحدود 61 يوم وتراوح عدد أيام الصقيع الخريفي (2-11) يوم في السويداء ودرعا ودمشق والقنيطرة وعين العرب .

3- انخفض عدد أيام الصقيع الربيعي عند الشدة -2 م° إلى يومين في كل من درعا والسويداء و 8 أيام في دمشق بينما سجل 58 يوم في سرغايا و 31 يوم في عين العرب.

ثالثاً الصقيع فوق المتوسط حتى (-4 م°) :

1- تم رصد 149 يوم في سرغايا تنخفض فيها درجة الحرارة الصغرى إلى العتبة -4 م° وتراوحت حالات الصقيع الشتوي عند هذه العتبة (4-46) يوم في كل من السويداء ودمشق .

2- لم يسجل انخفاض للحرارة الصغرى إلى الشدة -4 م° في كل من درعا والسويداء والقنيطرة خلال فصلي الربيع والخريف وهذا ما يوضحه المخطط (46)

3- تراوح عدد أيام الصقيع الربيعي (3-21) يوم في دمشق وعين العرب وسرغايا في حين بلغ عدد الأيام التي انخفضت فيها درجة الحرارة الصغرى إلى -4 م° خريفاً 20 يوم في سرغايا و 6 أيام في دمشق و 3 أيام في عين العرب .

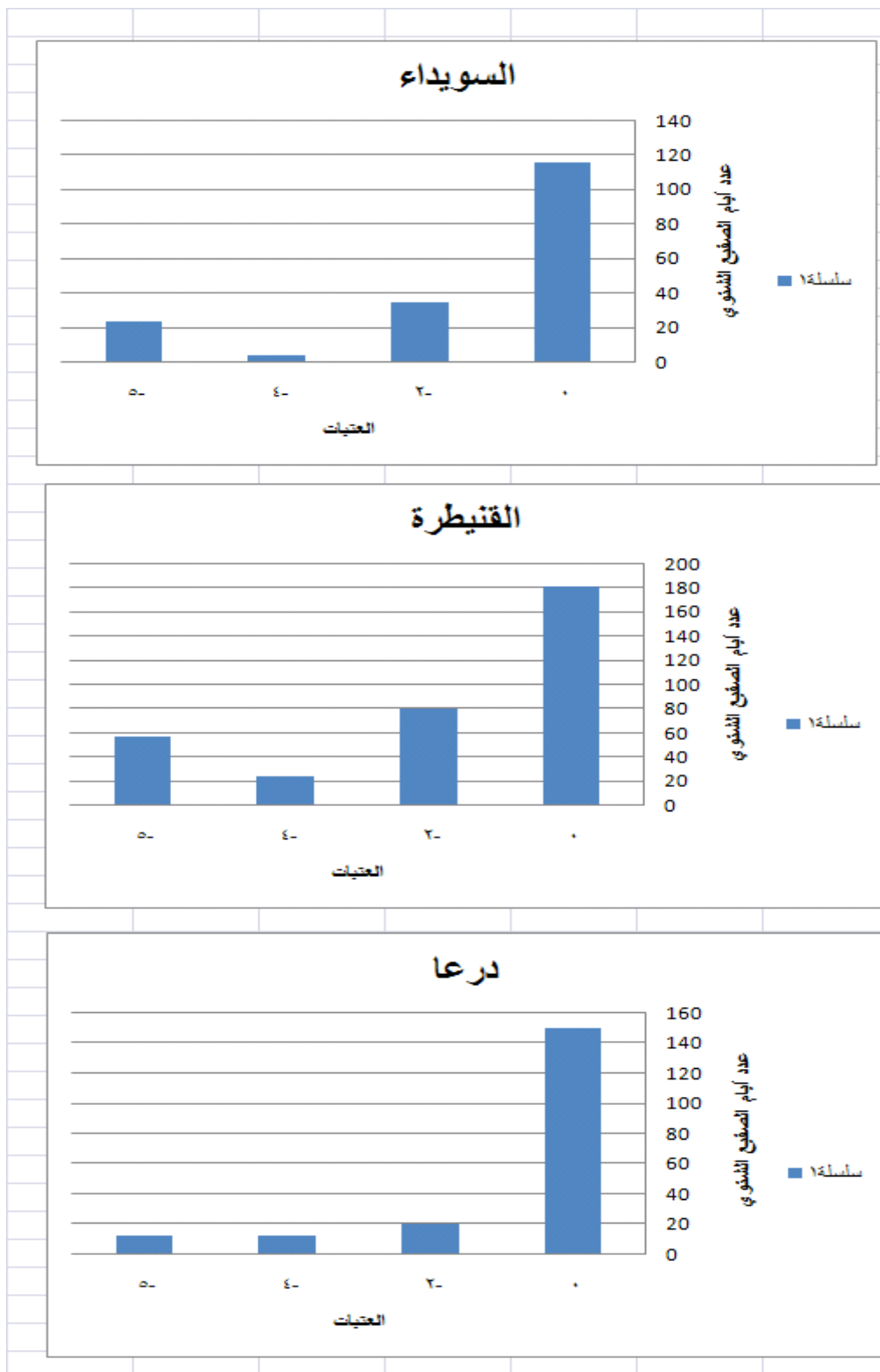
رابعاً الصقيع الشديد أقل من -4 م° :

1- انخفاض درجات الحرارة الصغرى دون -4 م° شتاءً في جميع المحطات وسجل 734 يوم صقيع خلال فترة الدراسة في سرغايا يليه عين العرب 254 يوم فدمشق 22 يوم .

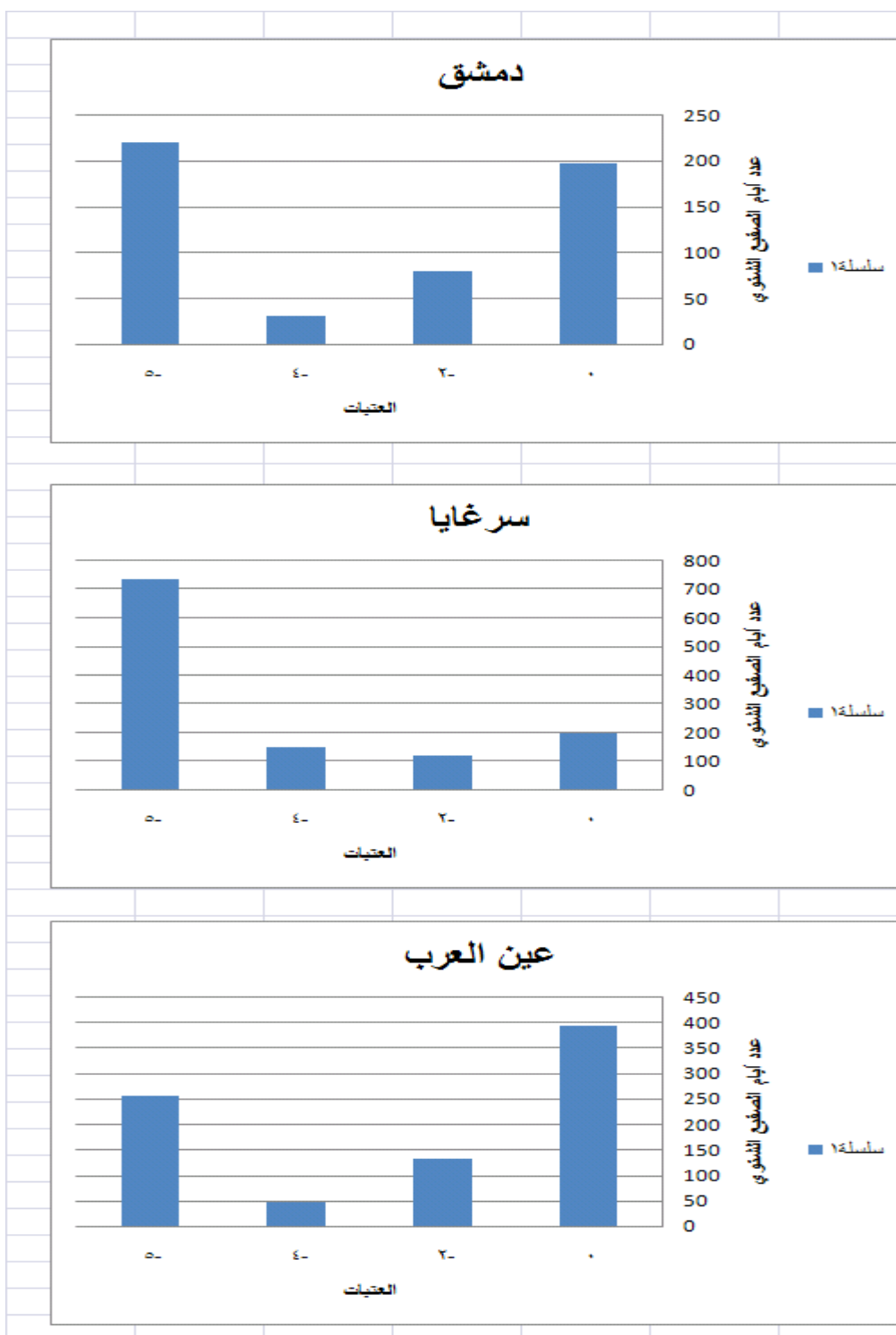
2- لم يسجل انخفاض الحرارة الصغرى دون -4 م° ربيعاً وخريفاً في درعا والسويداء والقنيطرة باستثناء ربيع 1985 في القنيطرة حيث انخفضت خلاله درجة الحرارة الصغرى دون -4 م° لمدة 7 أيام متتالية وهذا ما يوضحه المخطط (47) .

3- لوحظ خلال فترة الدراسة في سرغايا وجود 11 سنة انخفضت فيها درجة الحرارة الصغرى ربيعاً دون -4 م° لفترة تزيد عن 4 أيام وبلغ عدد أيام الصقيع الربيعي في سرغايا 89 يوم وعدد أيام الصقيع الخريفي 81 يوم .

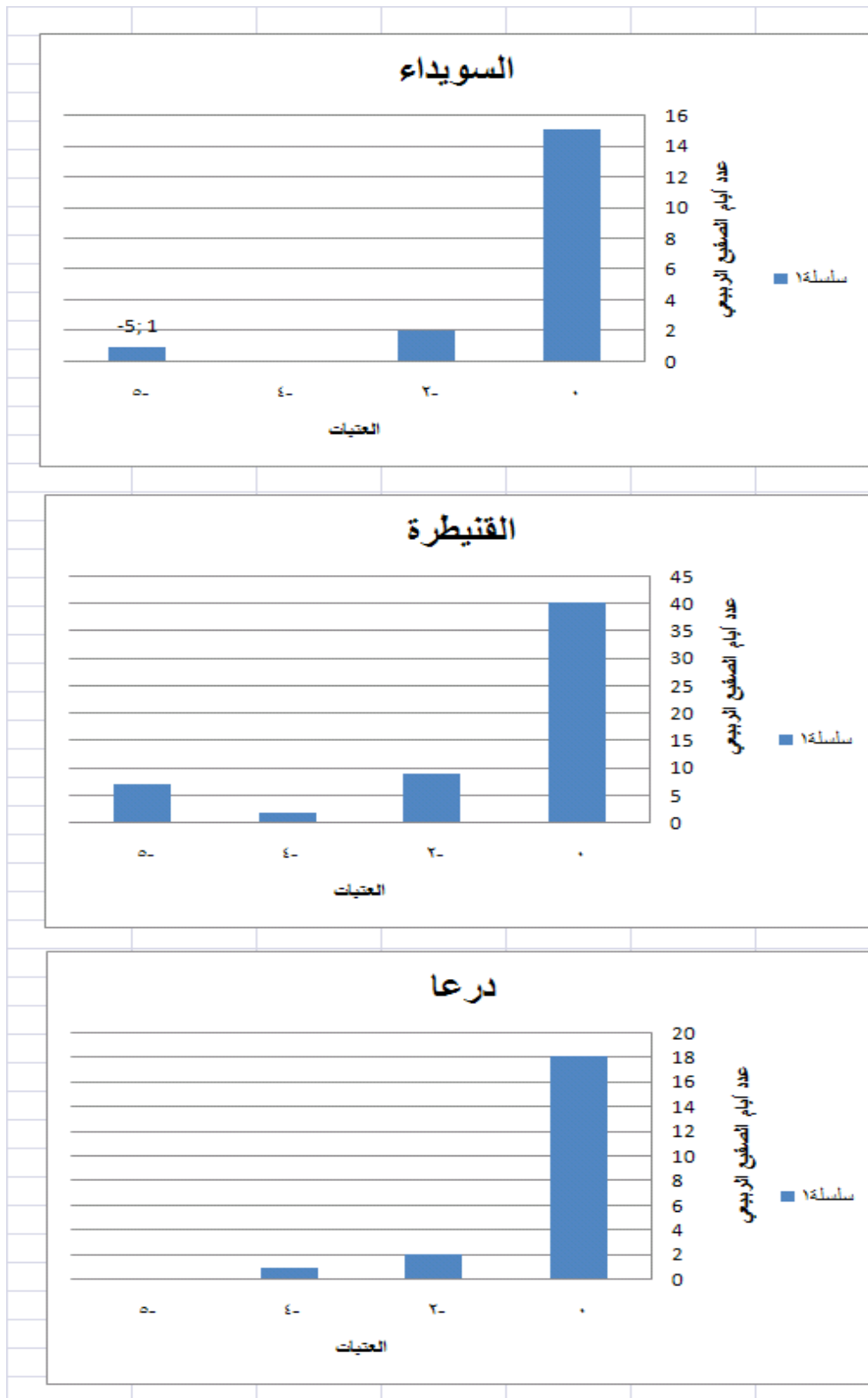
4- بلغ عدد الأيام التي انخفضت فيها درجة الحرارة الصغرى دون -4 م° ربيعاً (15،23) يوم و (13،21) يوم في دمشق وعين العرب على التوالي في فصل الخريف.



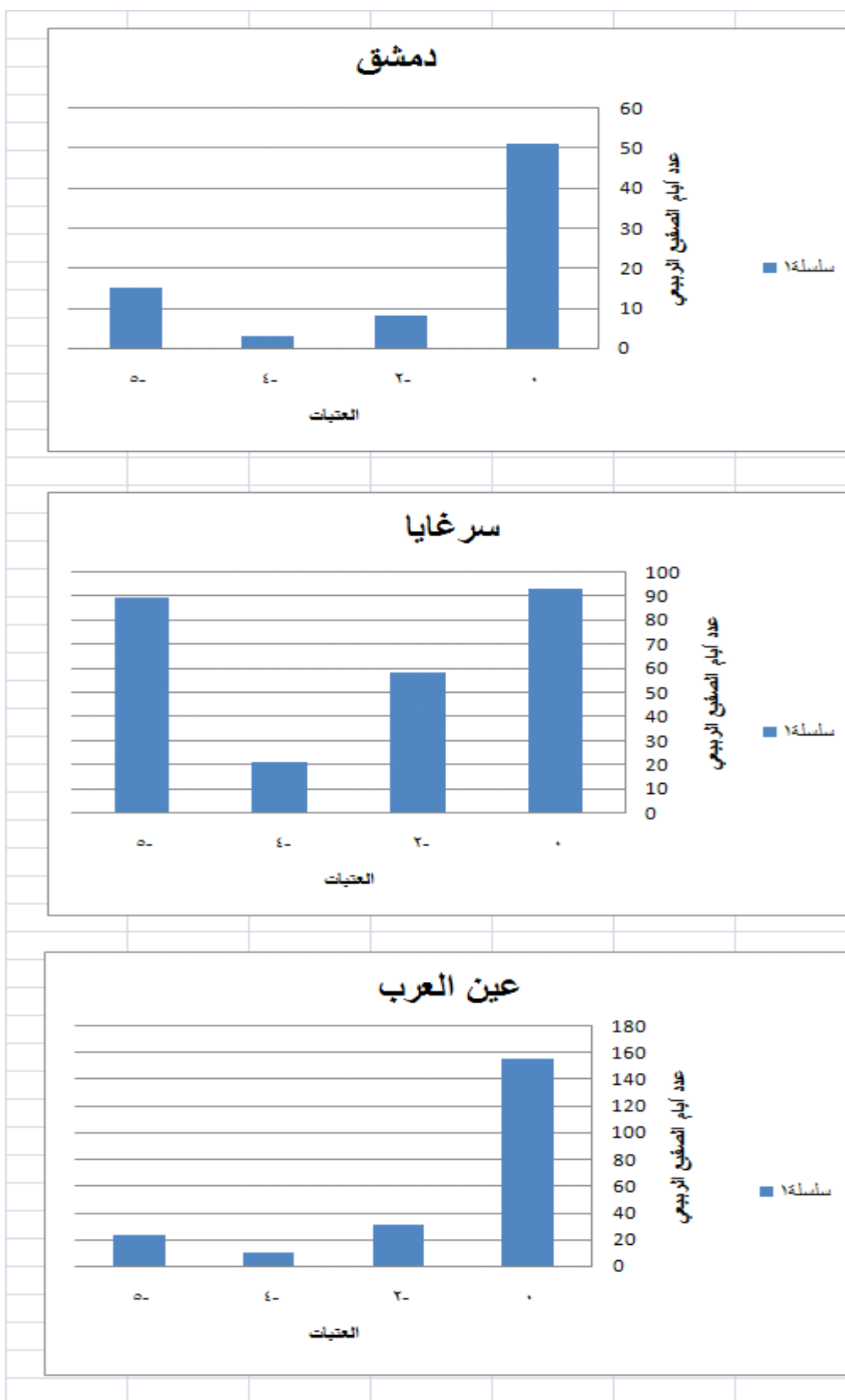
مخططات من (25-30) عدد أيام الصقيع الشتوي ضمن العتبات المدروسة لجميع المحطات خلال الفترة
(1980-2009)



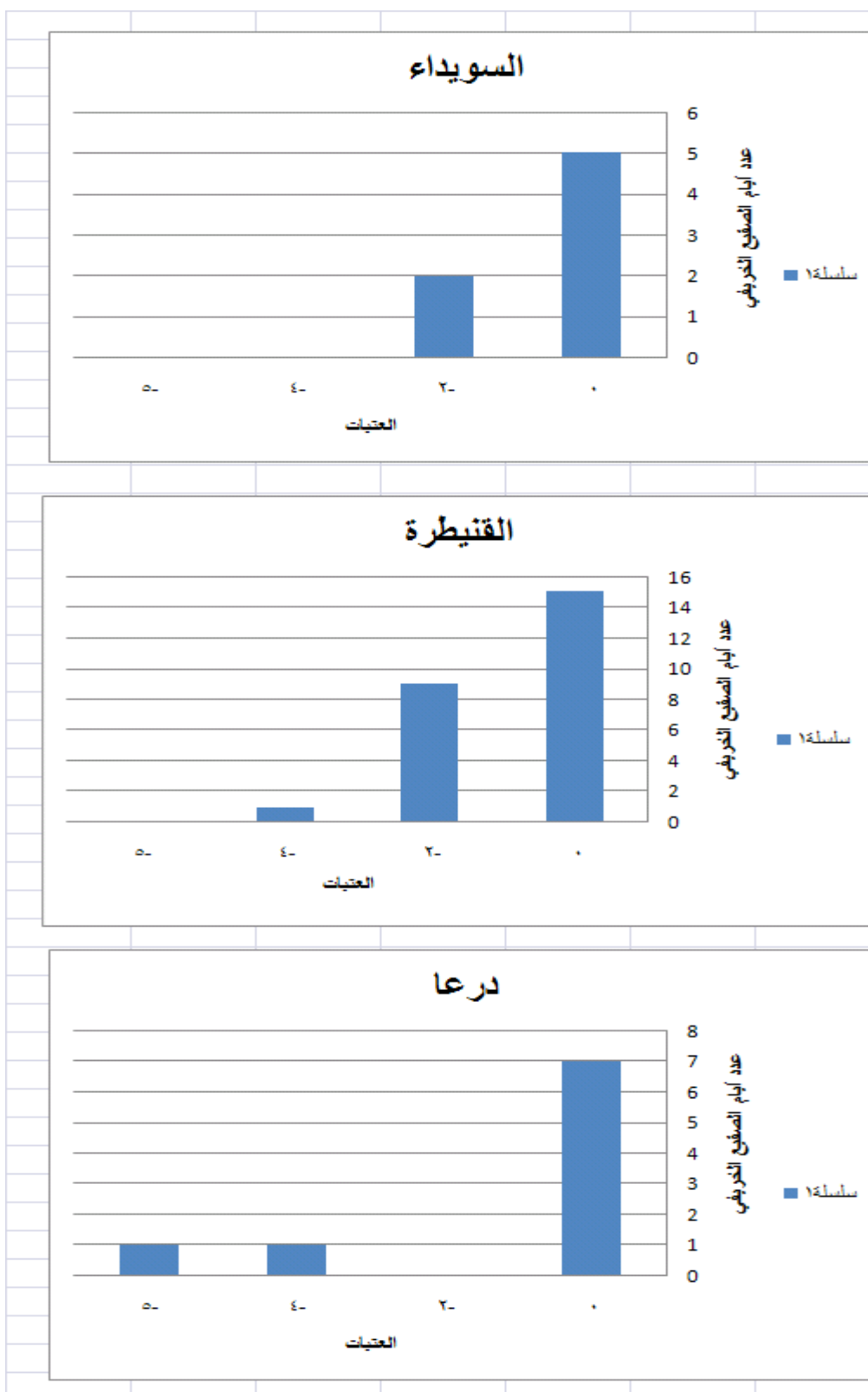
مخططات (25-30) عدد أيام الصقيع الشتوي ضمن العتبات المدروسة لجميع المحطات خلال الفترة
(1980-2009)



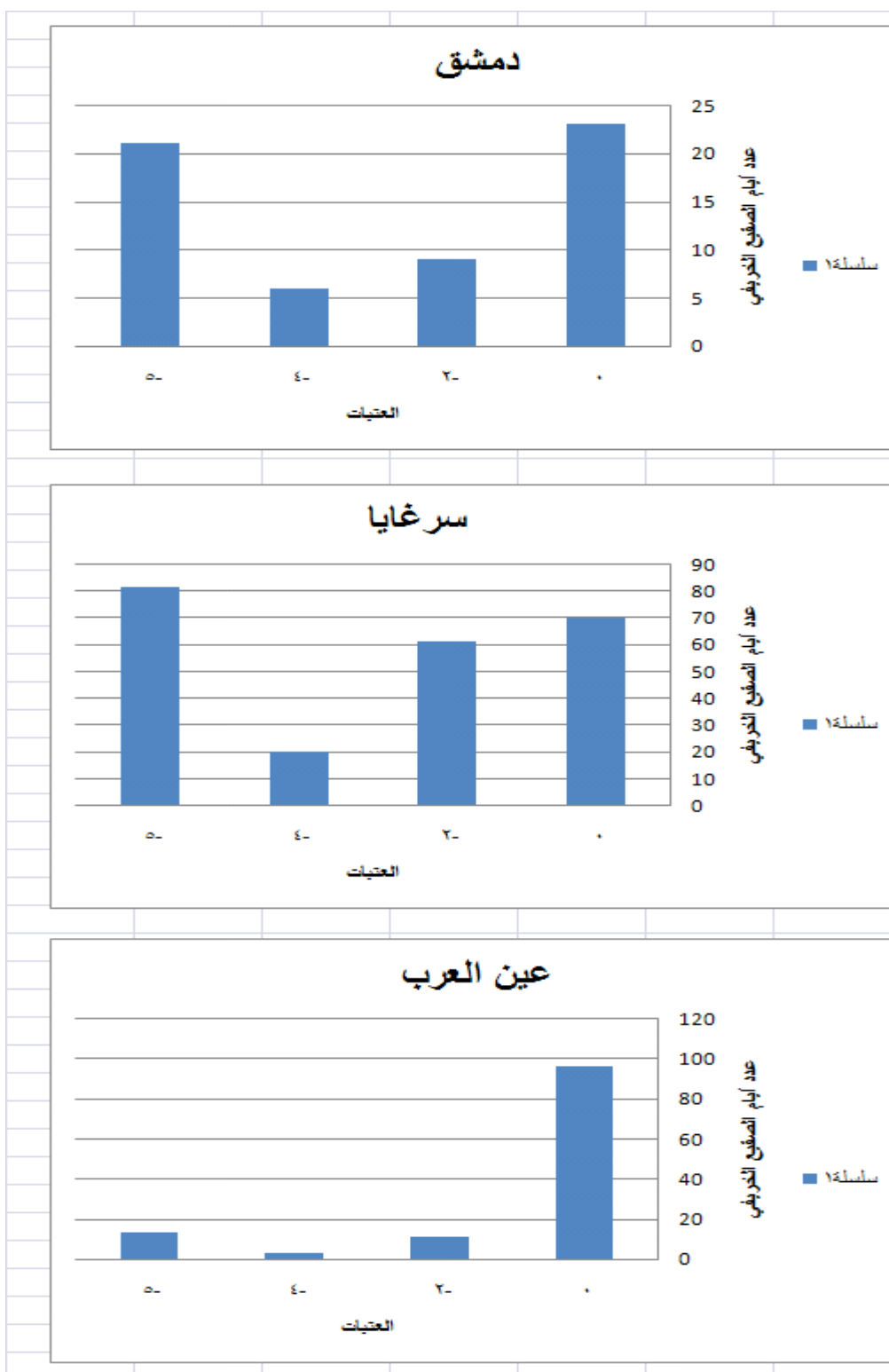
مخططات (31-37) عدد أيام الصقيع الربيعي عند العتبات (0، 2، 4، أقل من 4) مُم للمحطات المدروسة



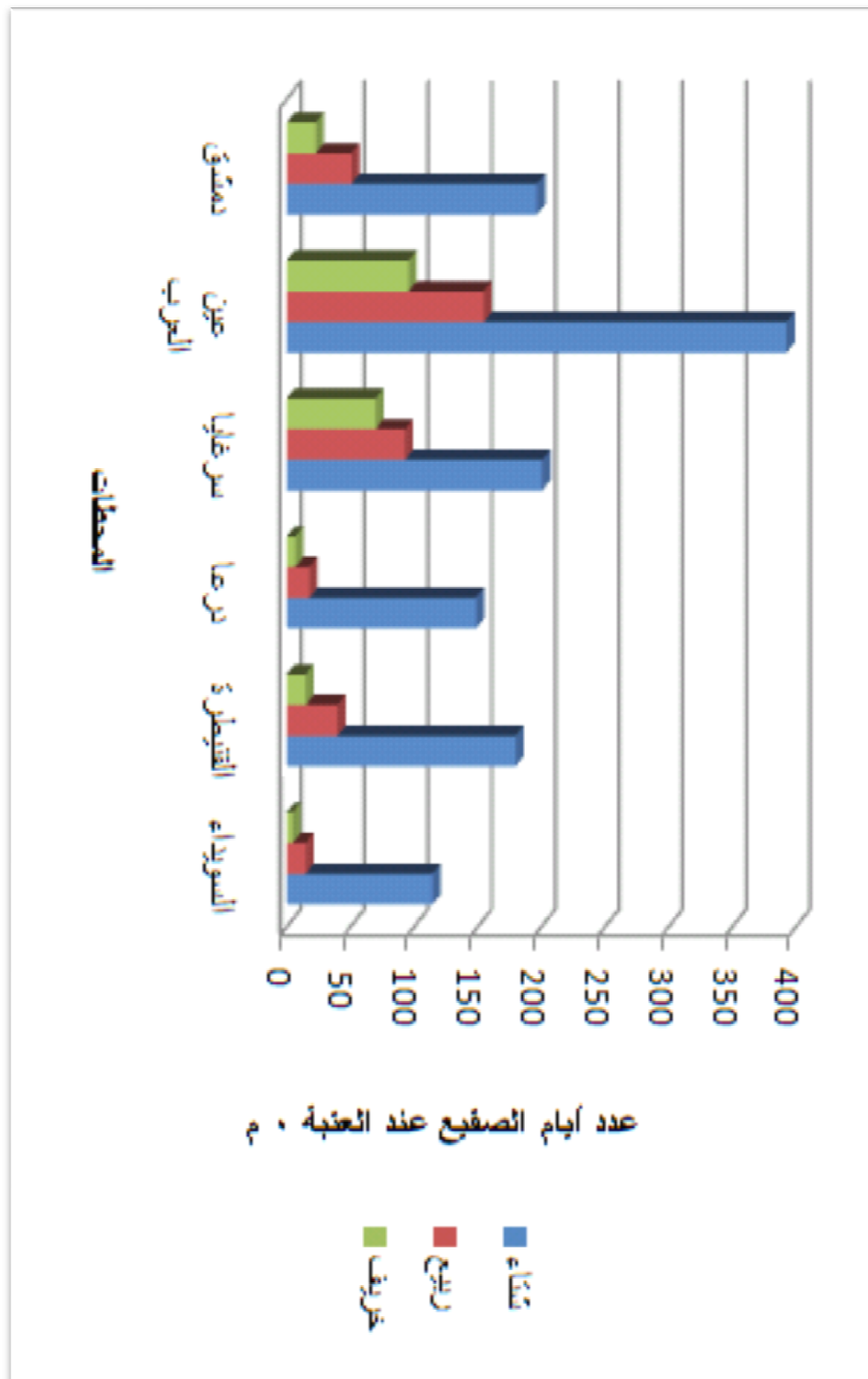
مخططات (31-37) عدد أيام الصقيع الربيعي عند العتبات (0، 2، 4، أقل من 4) مُمّ للمحطات المدروسة



مخططات (38-43) عدد أيام الصقيع الخريفي ضمن العتبات المدروسة لجميع المحطات خلال الفترة (1980-2009)



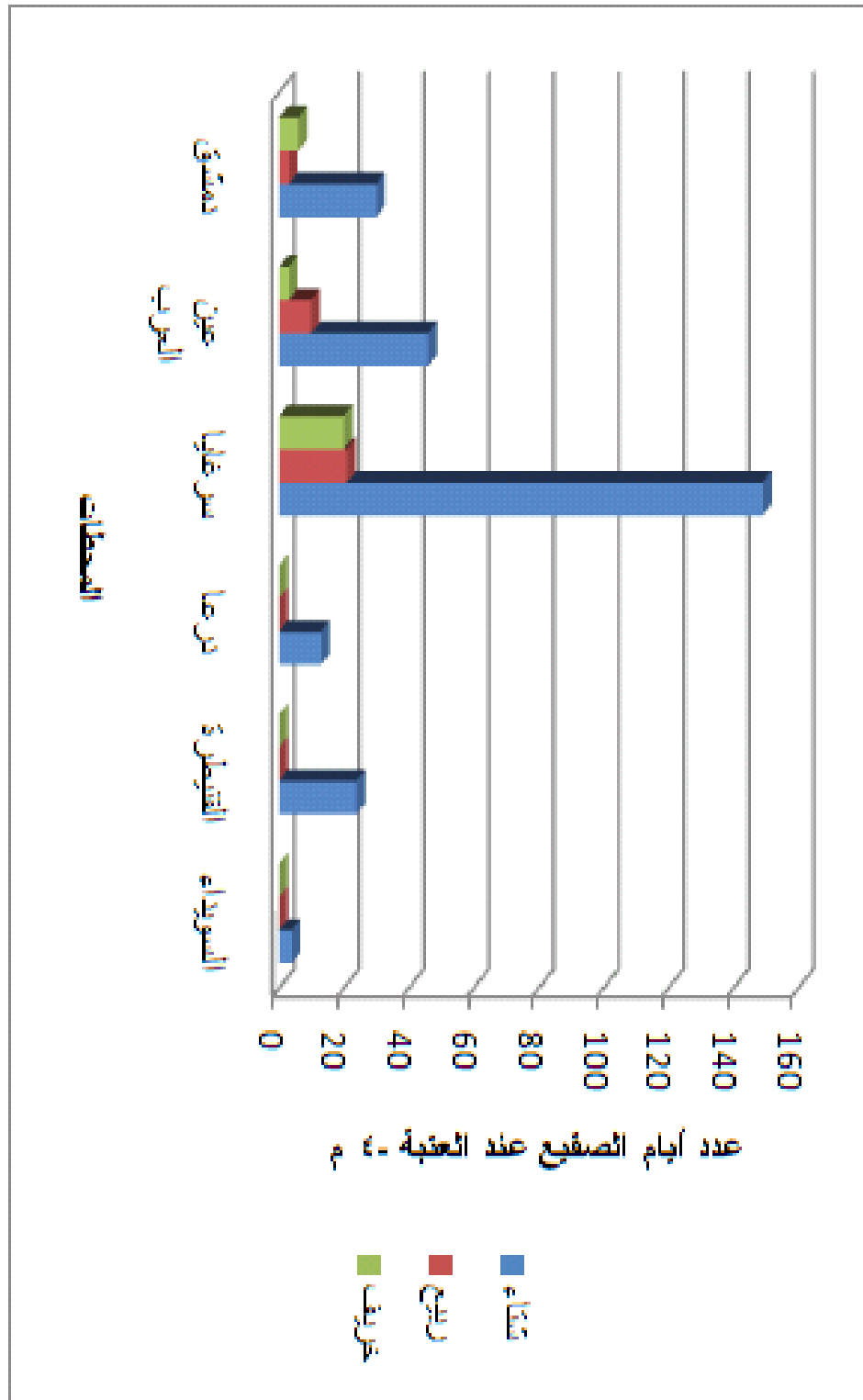
مخططات (38-43) عدد أيام الصقيع الخريفي ضمن العتبات المدروسة لجميع المحطات خلال الفترة
(1980-2009)



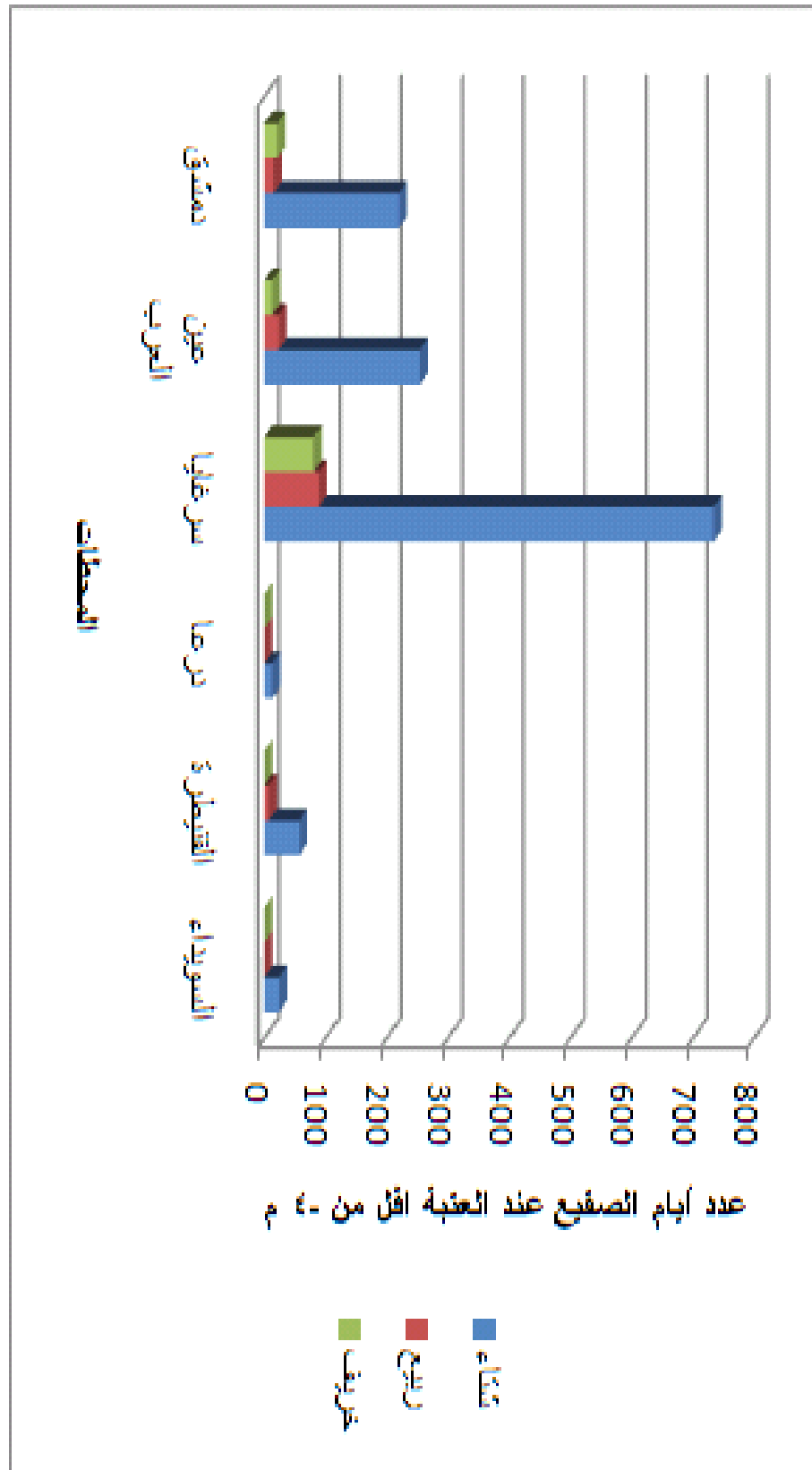
مخطط (44) عدد أيام الصقيع الشتوي والربيعي والخريفي عند العتبة 0م للمحطات المدروسة



مخطط (45) عدد أيام الصقيع الشتوي والربيعي والخريفي عند العتبة - 2 م للمحطات المدروسة



مخطط (46) عدد أيام الصقيع الشتوي والربيعي والخريفي عند العتبة - 4 م للفترة (1980-2009)



مخطط (47) عدد أيام الصفيح الشتوي والربيعي والخريفي عند العتبة أقل من 4 م للمحطات كافة

2-3-1-3 متوسط طول موجة الصقيع الشتوي والربيعي والخريفي :

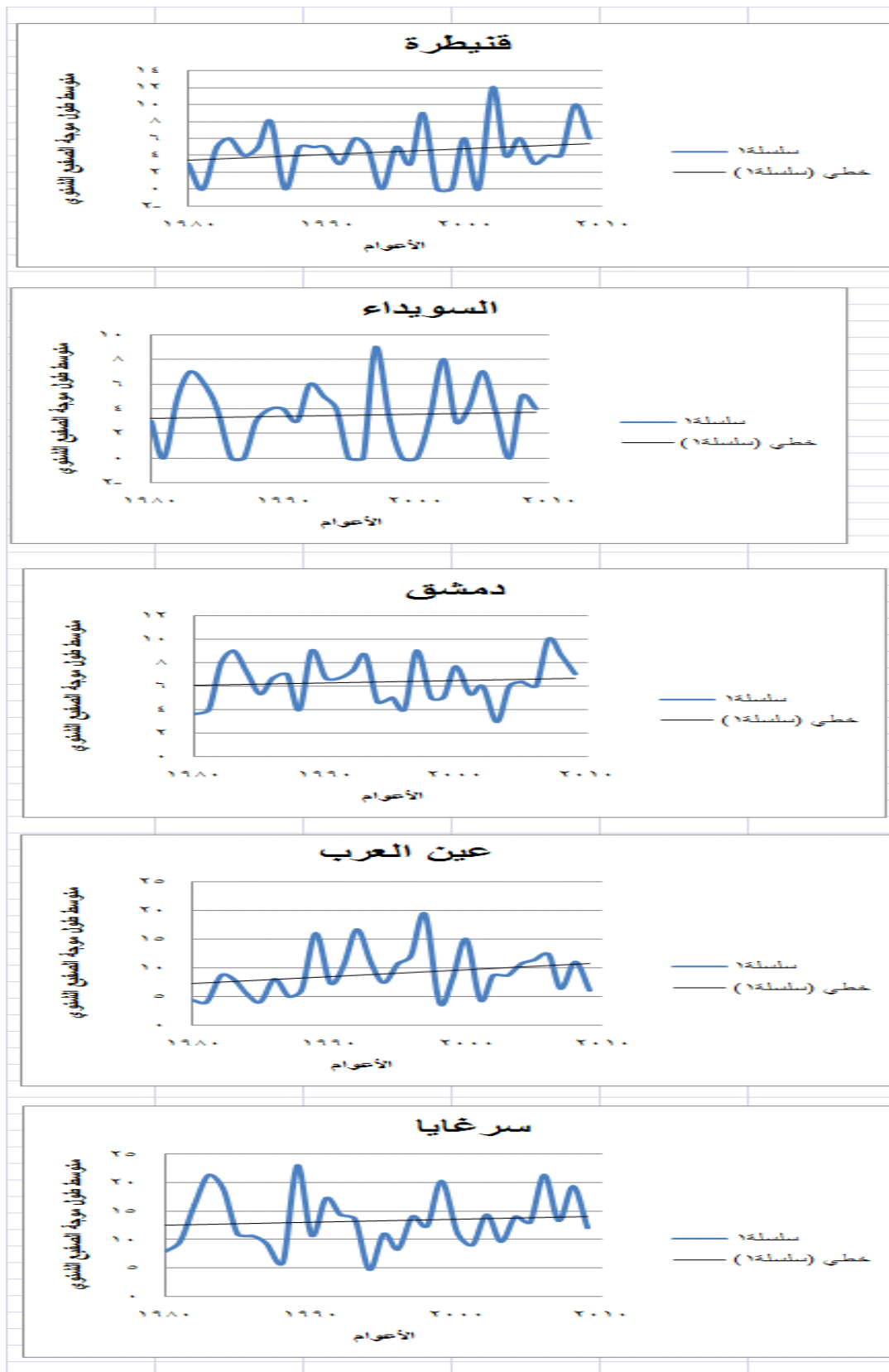
1-2-3-1-3 متوسط طول موجة الصقيع الشتوي:

ويشير الجدول (15) إلى متوسط طول موجة الصقيع الشتوي خلال الفترة المدروسة ولجميع المحطات ونلاحظ فيه ما يلي :

- 1- يكاد لا يخلو عام في كل من سرغايا وعين العرب ودمشق من حدوث موجة صقيع شتوي بعدد يزيد عن ثلاثة أيام متتالية وشهد شتاء العام 1989 أطول موجة صقيع .
- 2- بلغ متوسط أطول موجة صقيع شتوي في سرغايا 23 يوم عام 1989 و 17 يوم في عين العرب عام 1992 وحوالي 10 أيام في دمشق عام 2007 .
- 3- حدوث موجات صقيع شتوية في أعوام دون أخرى في كل من درعا والقنيطرة والسويداء وتراوح متوسطها في درعا (3-8) أيام وفي السويداء (3-9) أيام أما في القنيطرة فتراوح (3-12) يوم .
- 4- يلاحظ تزايد في طول موجة الصقيع الشتوي خلال فترة الدراسة وهذا ما توضحه المخططات (48-52) .

جدول (15) متوسط طول موجة الصقيع الشتوي للفترة (1980-2009) للمحطات كافة

العام	درعا	دمشق	عين العرب	سرغايا	سويداء	القنيطرة
1980	3	4	4	8	3	3
1981	6	4	4	10	0	0
1982	5	8	9	16	5	5
1983	5	9	8	21	7	6
1984	6	7	5	19	6	4
1985	0	5	4	11	4	5
1986	5	7	8	11	0	8
1987	0	7	5	9	0	0
1988	0	4	6	6	3	5
1989	6	9	16	23	4	5
1990	6	7	7	11	4	5
1991	0	7	10	17	3	3
1992	6	7	17	14	6	6
1993	8	9	11	14	5	5
1994	0	5	7	5	4	0
1995	0	5	11	11	0	5
1996	0	4	12	8	0	3
1997	8	9	19	14	9	9
1998	0	5	4	12	3	0
1999	4	5	8	20	0	0
2000	6	8	15	11	0	6
2001	0	5	4	9	3	0
2002	3	6	9	14	8	12
2003	0	3	9	10	3	4
2004	3	6	11	14	4	6
2005	4	6	11	13	7	3
2006	3	6	12	21	4	4
2007	0	10	6	13	0	4
2008	8	9	11	19	5	10
2009	0	7	6	12	4	6



مخططات من (48-52) الانحدار الخطي لمتوسط طول موجة الصقيع الشتوي للمحطات المدروسة خلال الفترة (1980-2009)

3-1-2-2 متوسط طول موجة الصقيع الربيعي :

يوضح الجدول (16) متوسط طول موجة الصقيع الربيعي للفترة (1980-2009) للمحطات كافة ونستنتج منه التالي :

1- حدوث موجة صقيع ربيعية واحدة عام 1985 في درعا خلال الفترة المدروسة حيث انخفضت فيها درجة الحرارة الصغرى دون الصفر المئوي لمدة عشرة أيام متتالية خلال شهر آذار .

2- خلو عامي 2001 و 2008 من حدوث موجات صقيع ربيعية في جميع المحطات وتراوح متوسط طول موجة الصقيع الربيعي (3-10) أيام في دمشق .

3- تميزت الفترة (2001-2009) بخلوها من موجات صقيع ربيعية في درعا والسويداء والقنيطرة .

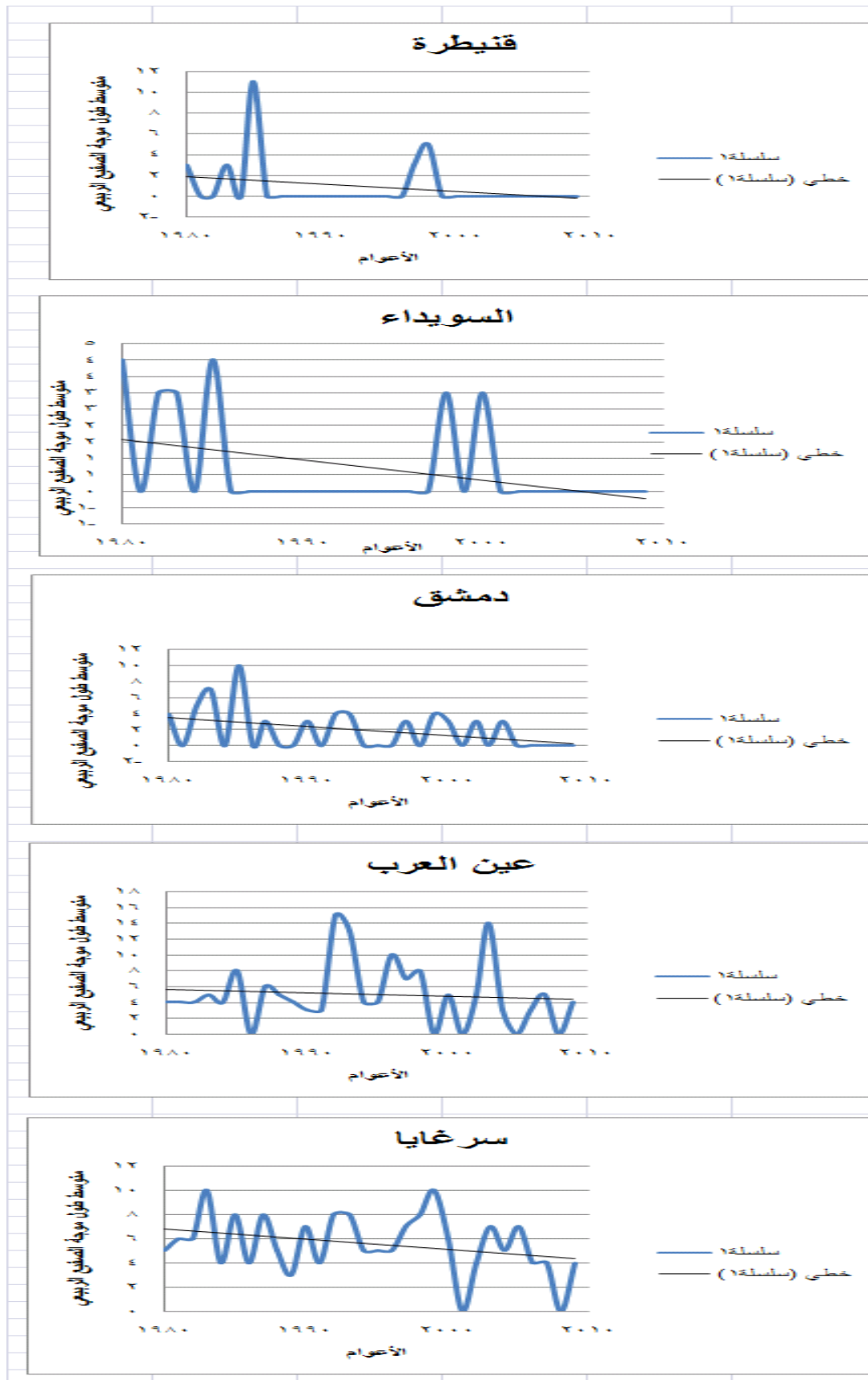
4- سيادة موجات الصقيع الربيعية في السويداء والقنيطرة خلال الفترة (1980-1985) وبلغ متوسط أطول موجة صقيع ربيعي في السويداء 4 أيام عام 1985 و 11 يوم في القنيطرة للعام ذاته .

5- تكرار حدوث موجات الصقيع الربيعية في سرغايا وعين العرب وتراوح متوسط طول موجة الصقيع (4-10) أيام في سرغايا في حين تراوح (3-15) يوم في عين العرب .

6- تناقص طول موجة الصقيع الربيعي للمحطات المدروسة وهذا ما توضحه مخططات الانحدار الخطي لمتوسط طول موجة الصقيع الربيعي (53-57) .

جدول (16) متوسط طول موجة الصقيع الربيعي للمحطات كافة

القنيطرة	سويداء	سرغايا	عين العرب	دمشق	درعا	العام
3	4	5	4	4	0	1980
0	0	6	4	0	0	1981
0	3	6	4	5	0	1982
3	3	10	5	7	0	1983
0	0	4	4	0	0	1984
11	4	8	8	10	10	1985
0	0	4	0	0	0	1986
0	0	8	6	3	0	1987
0	0	5	5	0	0	1988
0	0	3	4	0	0	1989
0	0	7	3	3	0	1990
0	0	4	3	0	0	1991
0	0	8	15	4	0	1992
0	0	8	13	4	0	1993
0	0	5	4	0	0	1994
0	0	5	4	0	0	1995
0	0	5	10	0	0	1996
3	0	7	7	3	0	1997
5	3	8	8	0	0	1998
0	0	10	0	4	0	1999
0	3	6	5	3	0	2000
0	0	0	0	0	0	2001
0	0	4	5	3	0	2002
0	0	7	14	0	0	2003
0	0	5	3	3	0	2004
0	0	7	0	0	0	2005
0	0	4	3	0	0	2006
0	0	4	5	0	0	2007
0	0	0	0	0	0	2008
0	0	4	4	0	0	2009



مخططات (53-57) الانحدار الخطي لمتوسط طول موجة الصقيع الربيعي للفترة (1980-2009)

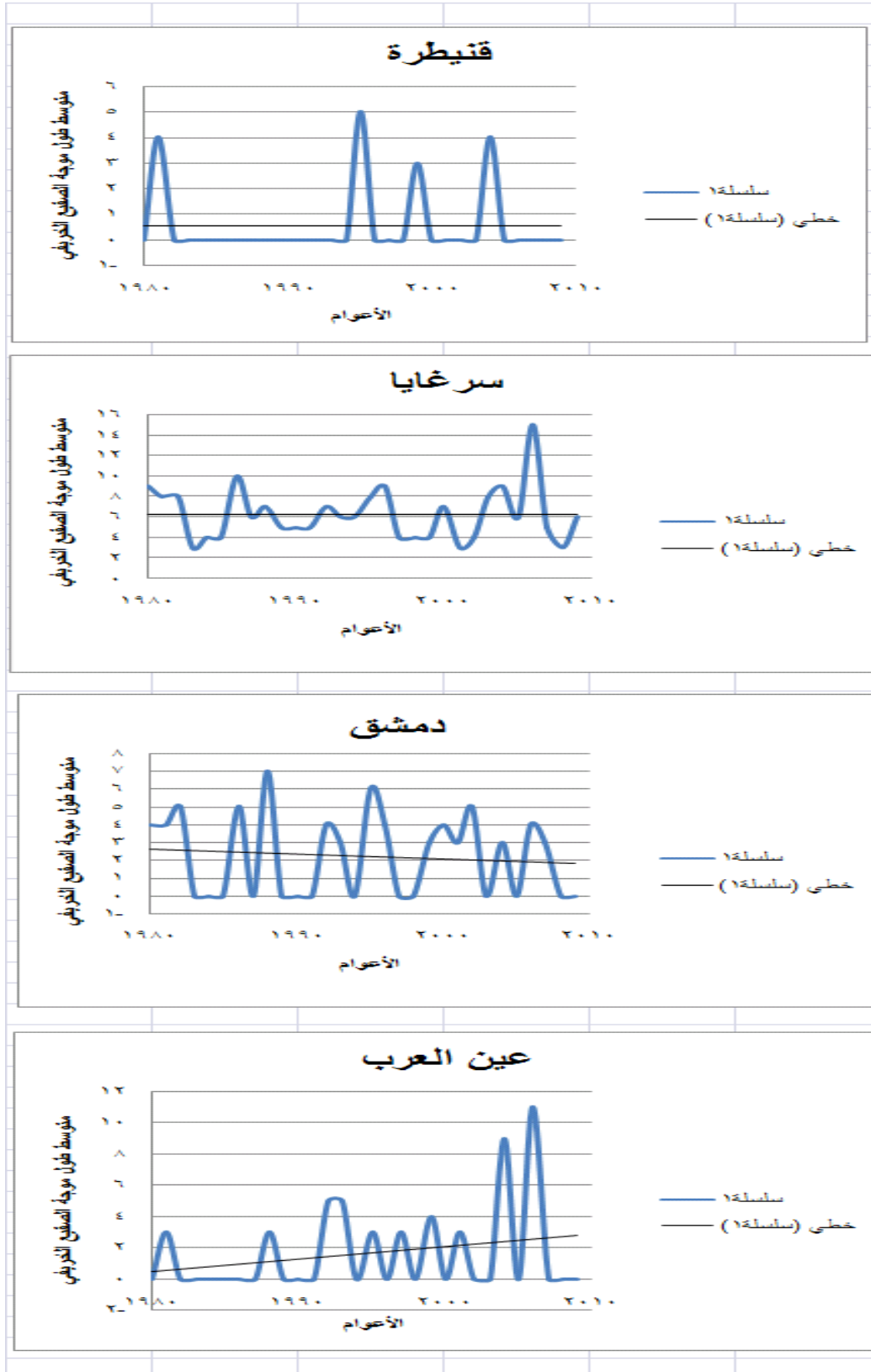
3-2-3-1-3 متوسط طول موجة الصقيع الخريفي :

يبين الجدول (17) متوسط طول موجة الصقيع الخريفي ويستنتج من هذا الجدول التالي :

1. انعدام حدوث موجات صقيع خريفية خلال الفترة (1980-2009) في درعا باستثناء عامي 1992 و 1995 بمتوسط طول موجة بلغ 3 أيام الأمر نفسه في السويداء خلال عامي 1992 و 2004.
2. هناك بعض السنوات خلت من موجات الصقيع الخريفي في دمشق وعين العرب وبلغ متوسط أطول موجة صقيع في دمشق 7 أيام عام 1988 وفي عين العرب 11 يوم عام 2006.
3. تقل حالات حدوث موجات الصقيع الخريفي في القنيطرة حيث سجلت فقط 4 أعوام حدث خلالها موجة صقيع ولم يتجاوز متوسط طول الموجة 5 أيام.
4. تكرار حدوث موجات صقيع خريفية في سرغايا في كل الأعوام المدروسة بمتوسط طول موجة تراوح (4-15) يوم.
5. لم يطرأ أي تغيير على طول موجة الصقيع الخريفي عبر الزمن في كل من سرغايا والقنيطرة بينما لوحظ تناقص لطول موجة الصقيع الخريفي في دمشق وتزايداً للموجة نفسها في عين العرب وهذا ما توضحه المخططات (58-61).

جدول (17) متوسط طول موجة الصقيع الخريفي للمحطات المدروسة

العام	درعا	دمشق	عين العرب	سرغايا	سويداء	قنيطرة
1980	0	4	0	9	0	0
1981	0	4	3	8	0	4
1982	0	5	0	8	0	0
1983	0	0	0	3	0	0
1984	0	0	0	4	0	0
1985	0	0	0	4	0	0
1986	0	5	0	10	0	0
1987	0	0	0	6	0	0
1988	0	7	3	7	0	0
1989	0	0	0	5	0	0
1990	0	0	0	5	0	0
1991	0	0	0	5	0	0
1992	0	4	5	7	3	0
1993	0	3	5	6	0	0
1994	0	0	0	6	0	0
1995	3	6	3	8	0	5
1996	0	4	0	9	0	0
1997	0	0	3	4	0	0
1998	0	0	0	4	0	0
1999	3	3	4	4	0	3
2000	0	4	0	7	0	0
2001	0	3	3	3	0	0
2002	0	5	0	4	0	0
2003	0	0	0	8	0	0
2004	0	3	9	9	3	4
2005	0	0	0	6	0	0
2006	0	4	11	15	0	0
2007	0	3	0	5	0	0
2008	0	0	0	3	0	0
2009	0	0	0	6	0	0



مخططات (58-61) الانحدار الخطي لمتوسط طول موجة الصقيع الخريفي للمحطات المدروسة

وبالنتيجة فإن ظاهرة الصقيع من الظواهر الجوية المميزة لمناخ الإقليم الجنوبي في سورية وخاصة خلال فصل الشتاء إذ قد تنخفض درجات الحرارة إلى ما دون -4 م° وخاصة في المناطق الجبلية والداخلية الجافة ويبدو أن خطورة الصقيع منخفضة في بعض المناطق ذات الارتفاع الأقل مثل درعا والمتميزة بالرطوبة النسبية العالية بسبب الظروف المحلية المحيطة بها مما يقلل من حدة وشدة الصقيع فيها بالمقارنة مع سرغايا وعين العرب وهذا ما يتفق مع ما ذكره العديد من الباحثين حول أثر الظروف المحلية بظاهرة الصقيع (Bouchet,1965;Marht,1968) (Rahimi^{etal},2006) ويمكن القول أيضاً أن أثر الصقيع وقسوته على النبات خاصة يتوقف على طول موجة الصقيع خلال فصل النمو (الربيع) والآخذة في التناقص كما وضحته المخططات السابقة .

وقد أكدت العديد من الدراسات ارتفاع درجة الحرارة الصغرى خلال فصل الربيع في مناطق عدة ومنها سورية (الصالح، 2005 و البلاغ الوطني الأول، 2007) كنتيجة لظاهرة الاحتباس الحراري وتغير المناخ العالمي مما يعني تناقص حدة وخطورة الصقيع الربيعي وهذا ما بدا واضحاً من سيادة موجات صقيع ربيعية خلال السنوات الماضية فقط على سبيل المثال 1985,1989,1992 .

3-1-4 التنبؤ باحتمالات حدوث أول و آخر صقيع :

3-1-4-1 التنبؤ باحتمالية حدوث أول صقيع :

باستقراء المخططات من (62-67) والتي توضح احتمالية حدوث أول صقيع بعثبات مختلفة نستنتج التالي :

1- الصقيع الخفيف (2) م : إن احتمالية حدوث أول صقيع في سرغايا بعد تاريخ 9/24 وتزداد الاحتمالية ليصبح حدوث الصقيع مؤكد بتاريخ 11/15 في حين أن دمشق وعين العرب احتمالية حدوث الصقيع الخفيف تمتد من منتصف شهر تشرين الأول وحتى أواخر شهر تشرين الثاني أما درعا والسويداء والقنيطرة فاحتمال حدوث أول صقيع بعد تاريخ 11/6 باحتمالية 10% وتأخذ الاحتمالية بالتزايد لتكون 90% أواخر شهر تشرين الثاني .

2- الصقيع الخفيف (0) م : إن احتمال حدوث أول صقيع بشكل مبكر في سرغايا يمتد من منتصف شهر تشرين الأول وحتى 11/21 باحتمالية 90% أما دمشق وعين العرب فاحتمالية حدوث أول صقيع من أواخر شهر تشرين الأول وتزداد الاحتمالية تدريجياً لتكون مؤكدة بتاريخ 11/30 في حين أن درعا والسويداء والقنيطرة تمتد من منتصف شهر تشرين الثاني وحتى أوائل شهر كانون الأول باحتمالية 90% .

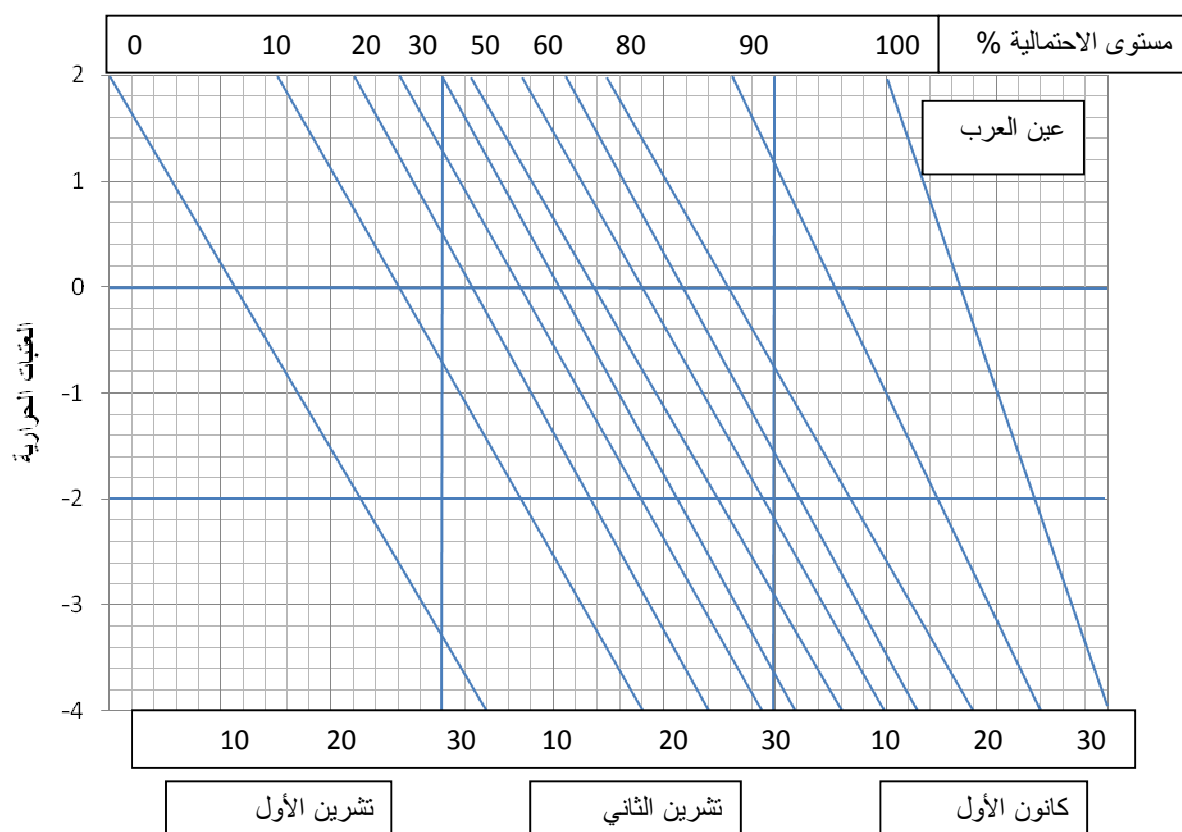
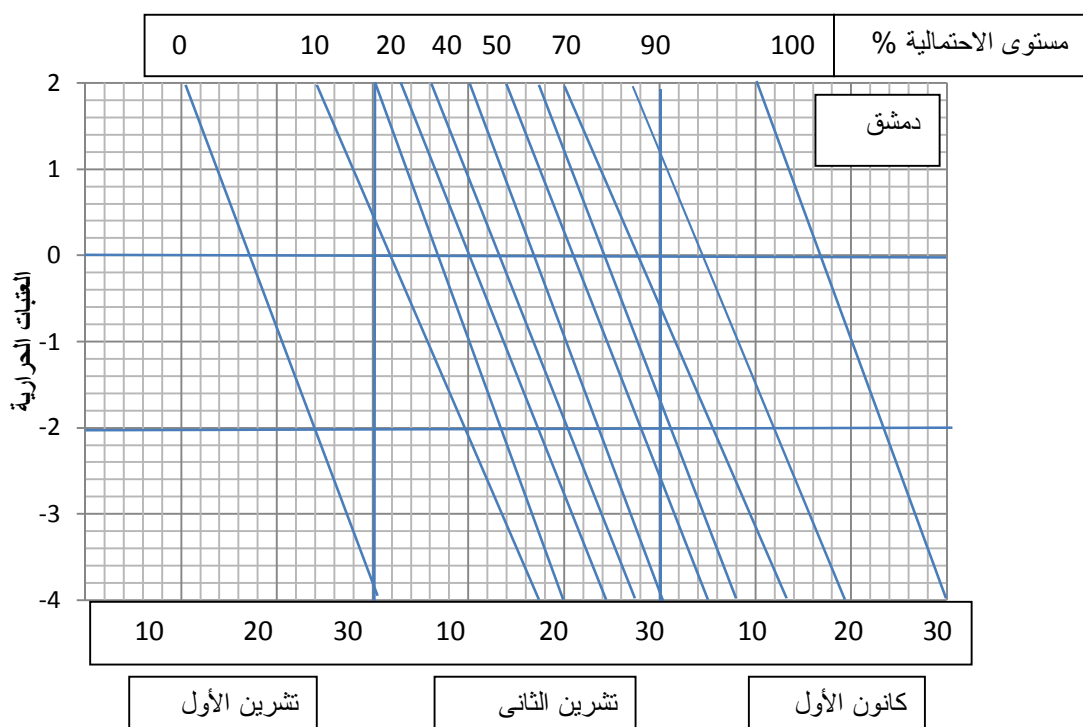
3- الصقيع المتوسط (-2) م : يتأخر احتمال حدوث أول صقيع في درعا والسويداء والقنيطرة بعد منتصف شهر تشرين الأول وتزداد الاحتمالية لتصبح 90% بعد تاريخ 12/10 وبالنسبة لسرغايا فاحتمال حدوث أول صقيع يمتد من أواخر تشرين الأول وحتى أواخر تشرين الثاني وأما دمشق وعين العرب فاحتمالية مؤكدة لحدوث أول صقيع منتصف كانون الأول عند هذه العتبة .

4- الصقيع فوق المتوسط (-4) م : يتأخر حدوث أول صقيع في السويداء عن باقي المحطات حيث يمتد من منتصف كانون الأول وحتى أواخره خلافاً لذلك يكون في سرغايا حيث أن احتمالية حدوث أول صقيع بعد تاريخ 11/5 وحتى 12/9 أما القنيطرة ودرعا فاحتمالية الحدوث تكون مؤكدة منتصف كانون الأول.

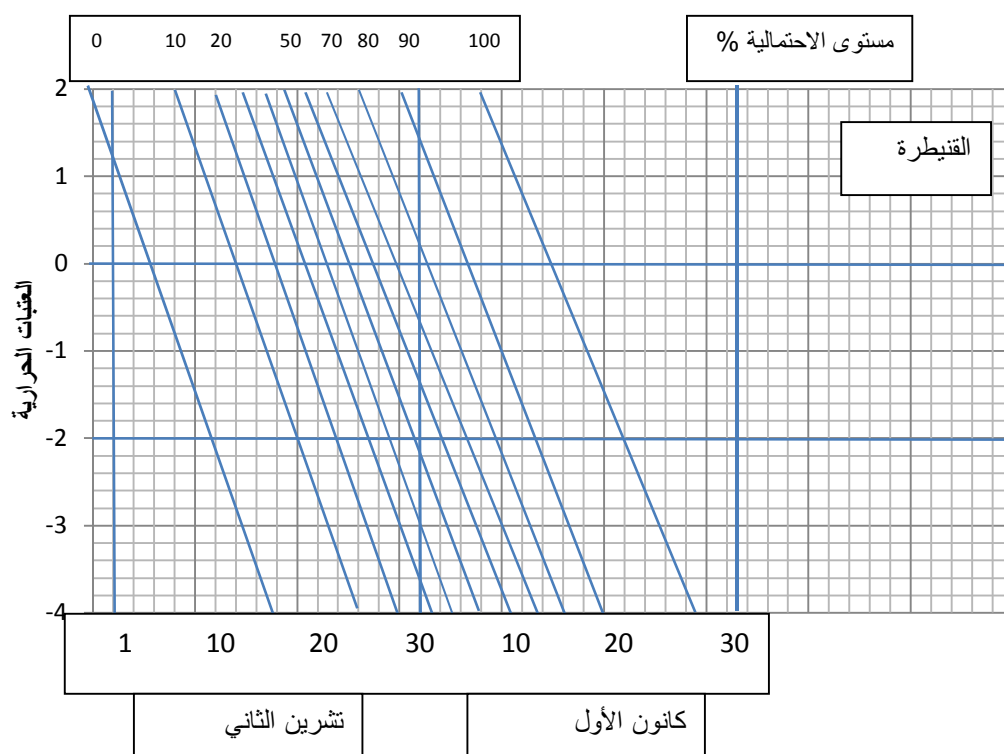
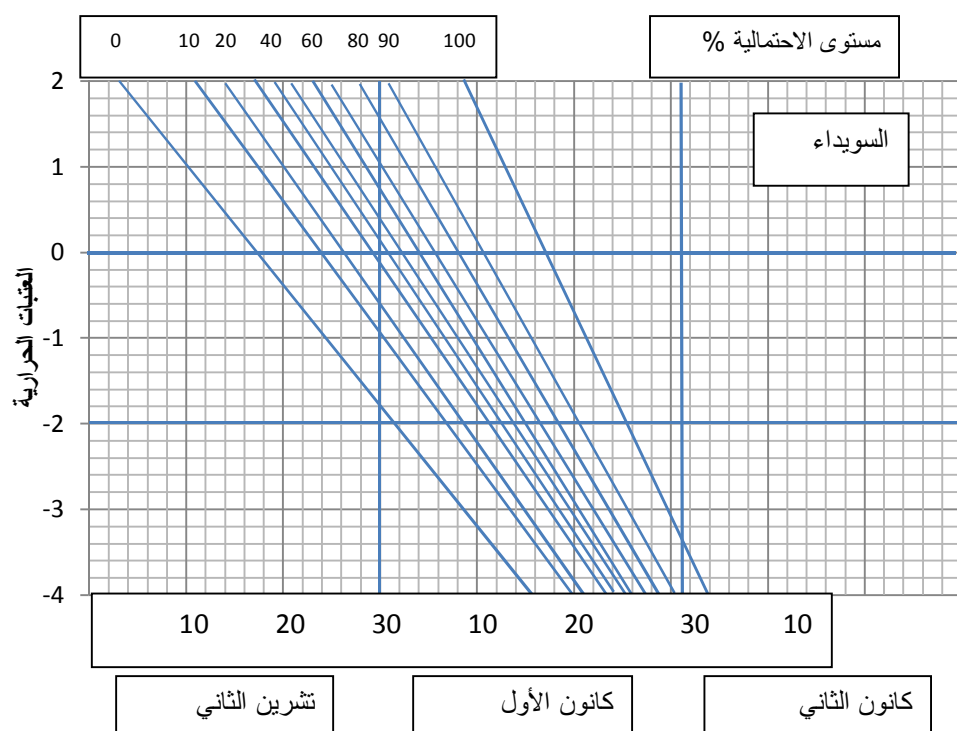
3- إن تاريخ حدوث أول صقيع في درعا متقارب إلى حد كبير مع القنيطرة يمتد بين الفترة 11/24-11/6 وتأخذ الاحتمالية بالتزايد لتصبح 90% من 12/28-11/27 أما في سرغايا فاحتمالية حدوث أول صقيع يمتد من 11/5-9/24 لتكون الاحتمالية مؤكدة من 12/9-11/15 بينما في السويداء فالاحتمالية مؤكدة أوائل شهر كانون الأول .

4- احتمال حدوث أول صقيع للعتبات (2و0) م في درعا والسويداء والقنيطرة ممتد من تاريخ 11/6 وحتى 11/27 ومن أوائل تشرين الثاني وحتى منتصفه لبقية المحطات بينما احتمال انخفاض الحرارة الدنيا إلى العتبات (-2و-4) م ممتد من منتصف تشرين الثاني وحتى منتصف كانون الأول في درعا والسويداء والقنيطرة ومن أواخر تشرين الثاني وحتى منتصف كانون الأول لسرغايا وعين العرب ودمشق .

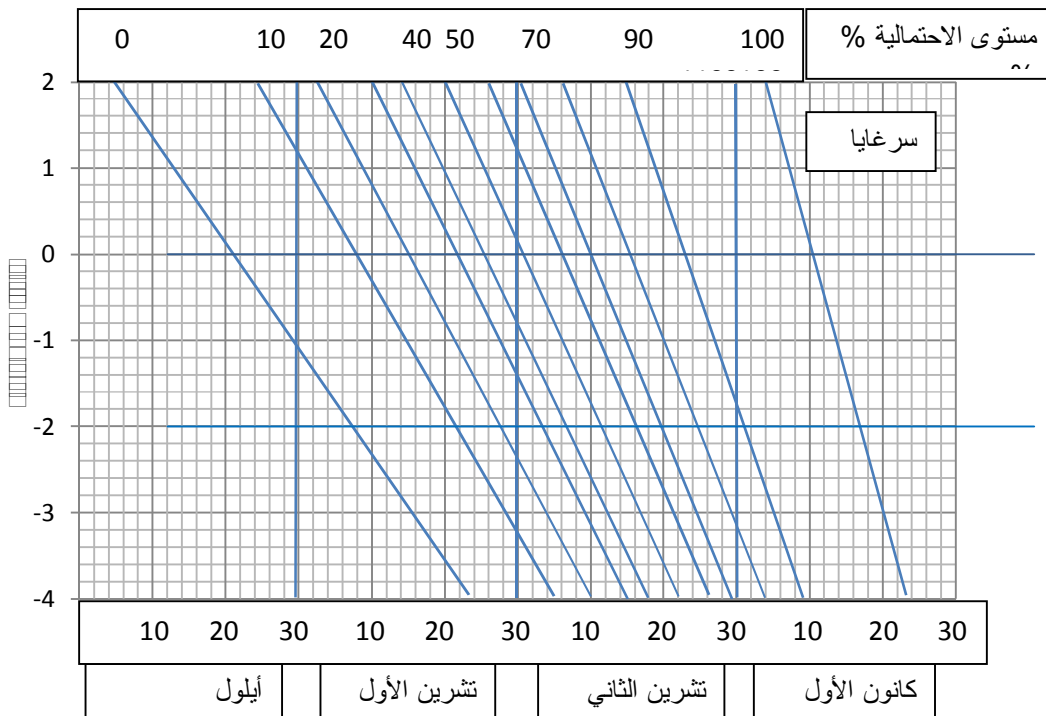
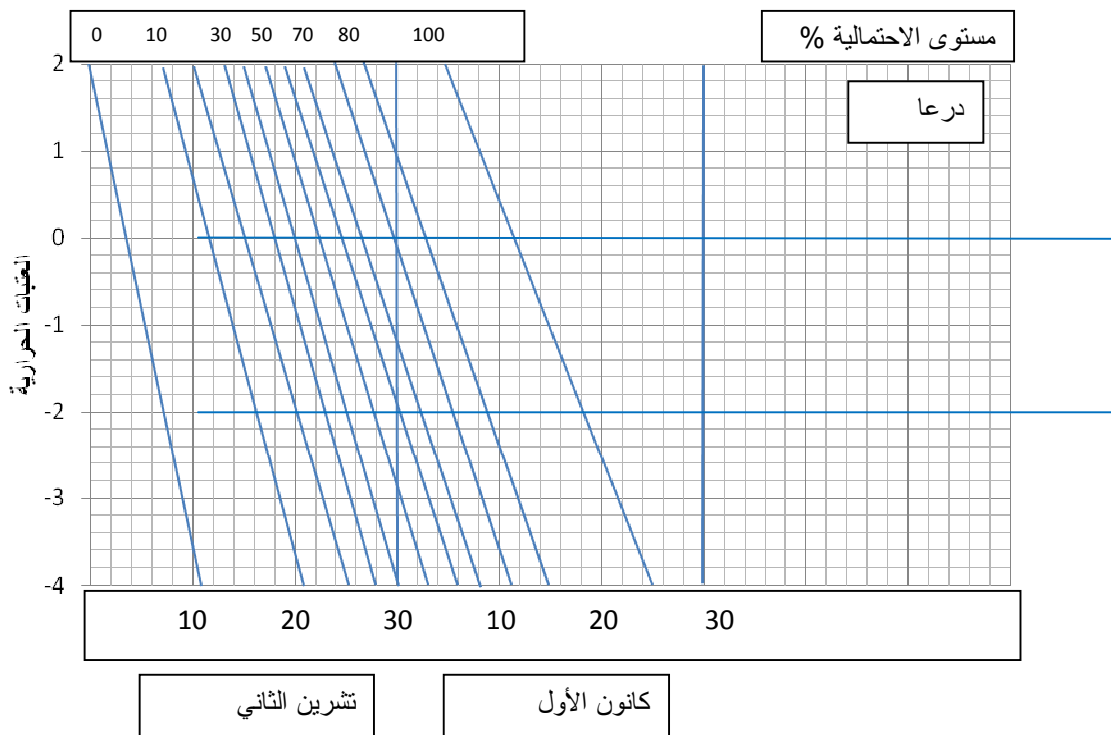
نستنتج من ذلك كله أن احتمالية حدوث أول صقيع تبدأ في سرغايا عند جميع العتبات وتبدأ خطورته اعتباراً من شهر تشرين الثاني حيث تنخفض درجة الحرارة إلى ما دون الصفر المئوي يليه محطتي دمشق وعين العرب بينما في باقي المحطات وخاصة درعا يتأخر حدوث أول صقيع إلى أواخر تشرين الثاني ومنتصف كانون الأول وهذا ما نلاحظه عند مستويات الاحتمالية (90-100) % ، أما عند مستويات الاحتمالية المنخفضة (10%) فقد يبدأ الصقيع من أوائل شهر تشرين الأول وحتى منتصف شهر تشرين الثاني في سرغايا ودمشق وهذا ما يتفق مع ما تم دراسته وتحليله إحصائياً حول تركيز الصقيع الخريفي خلال شهر تشرين الثاني في جميع المحطات وبالتالي يمكننا الاعتماد على مخططات الاحتمالية لتحديد بداية الصقيع عند أي عتبة وفي أي وقت من السنة دون العودة إلى السلاسل الزمنية لدرجات الحرارة الصغرى اليومية .



مخططات (62-67) احتمالية حدوث أول صقيع للمحطات المدروسة



مخططات (62-67) احتمالية حدوث أول صقيع للمحطات المدروسة



مخططات (62-67) احتمالية حدوث أول صقيع للمحطات المدروسة

3-1-4-2 التنبؤ باحتمال حدوث آخر صقيع :

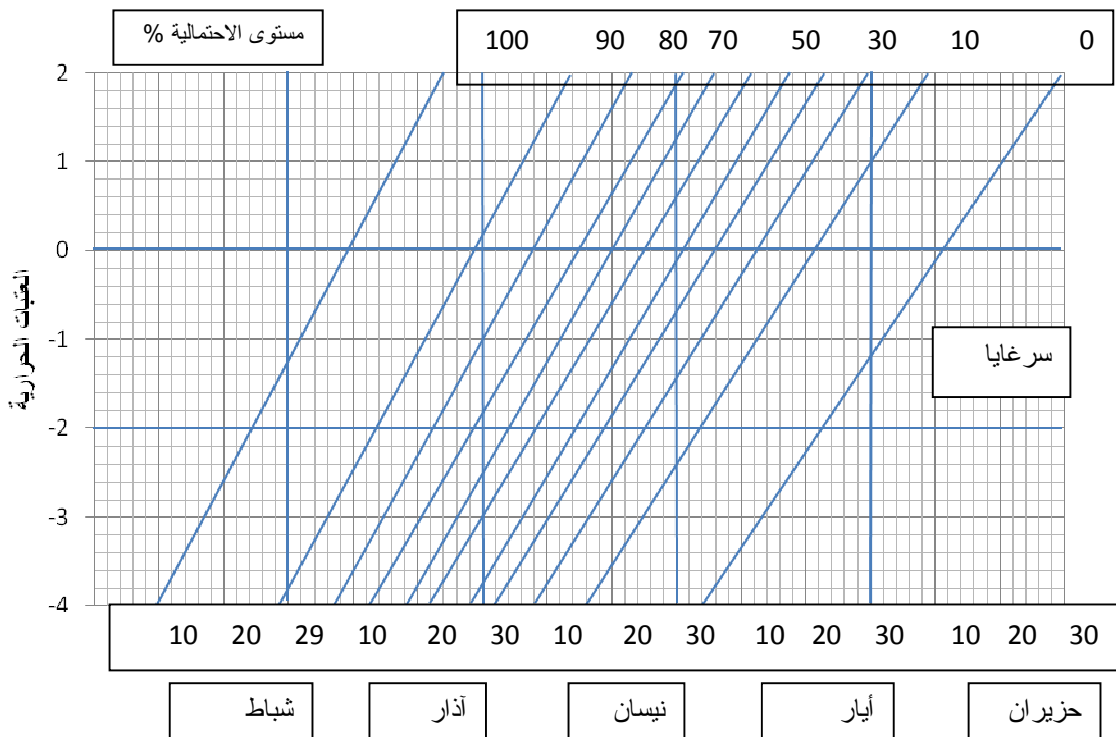
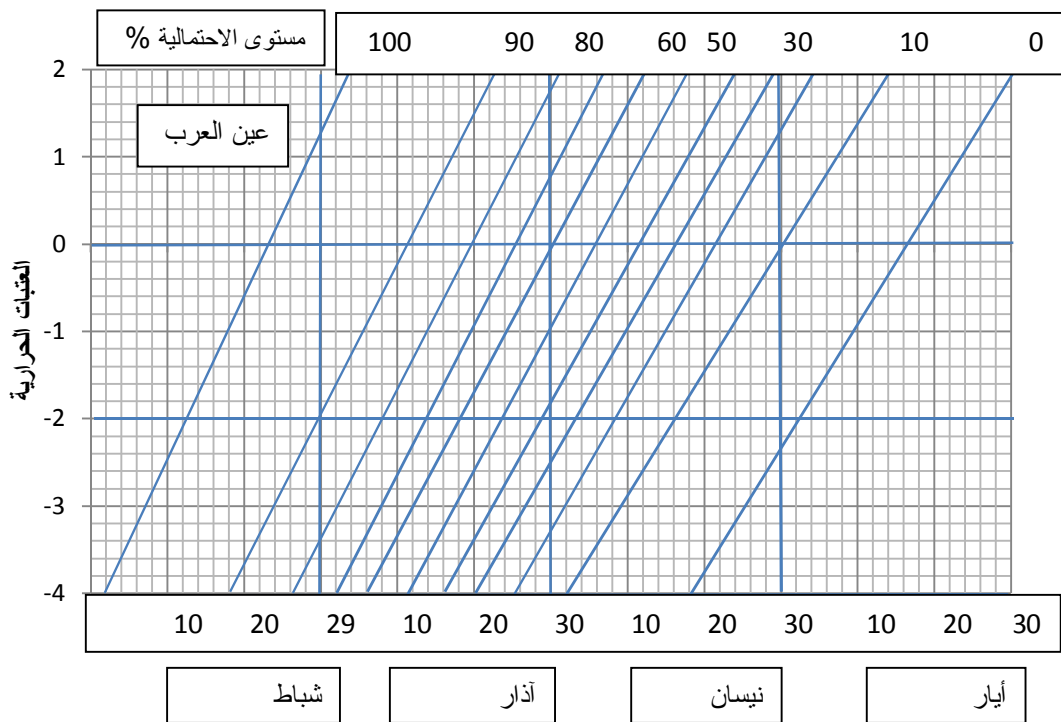
بينت قراءة المخططات من (68-73) والتي تبين احتمال حدوث آخر صقيع للمحطات المدروسة وبمختلف العتبات نستنتج التالي :

1-الصقيع الخفيف (2) م° : قد يستمر انخفاض درجة الحرارة الصغرى إلى هذه العتبة حتى أوائل شهر نيسان في دمشق ودرعا والسويداء والقنيطرة عند مستويات احتمالية منخفضة ولن يستمر لأكثر من ذلك حتى منتصف أيار في عين العرب وحتى أوائل حزيران في سرغايا .

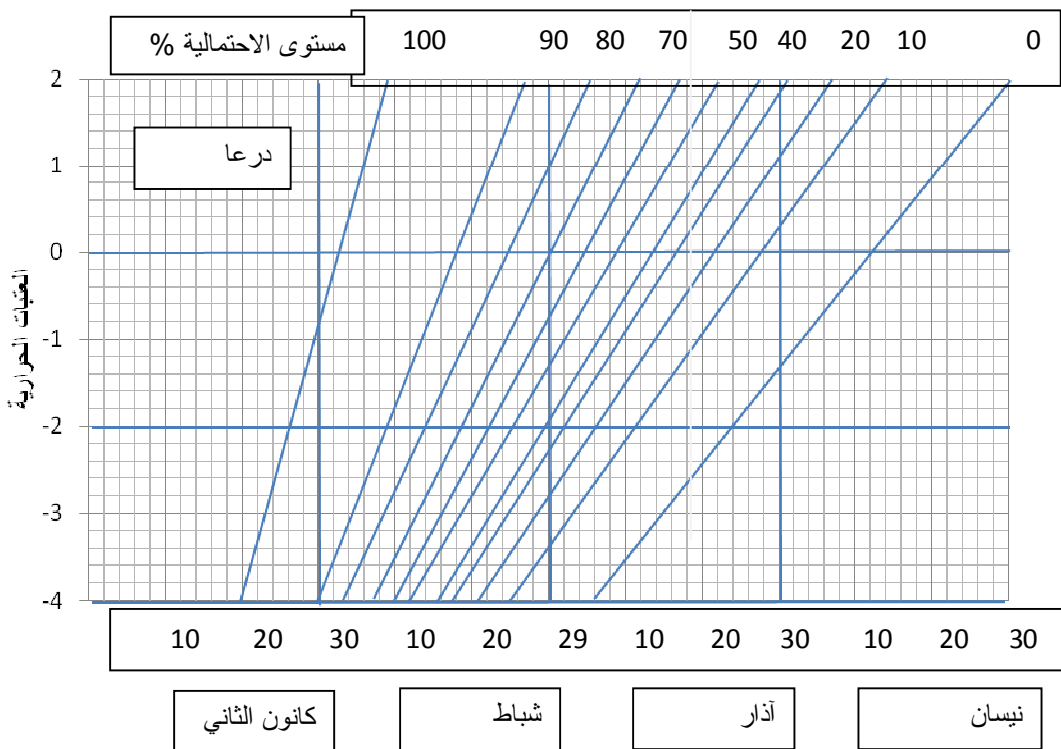
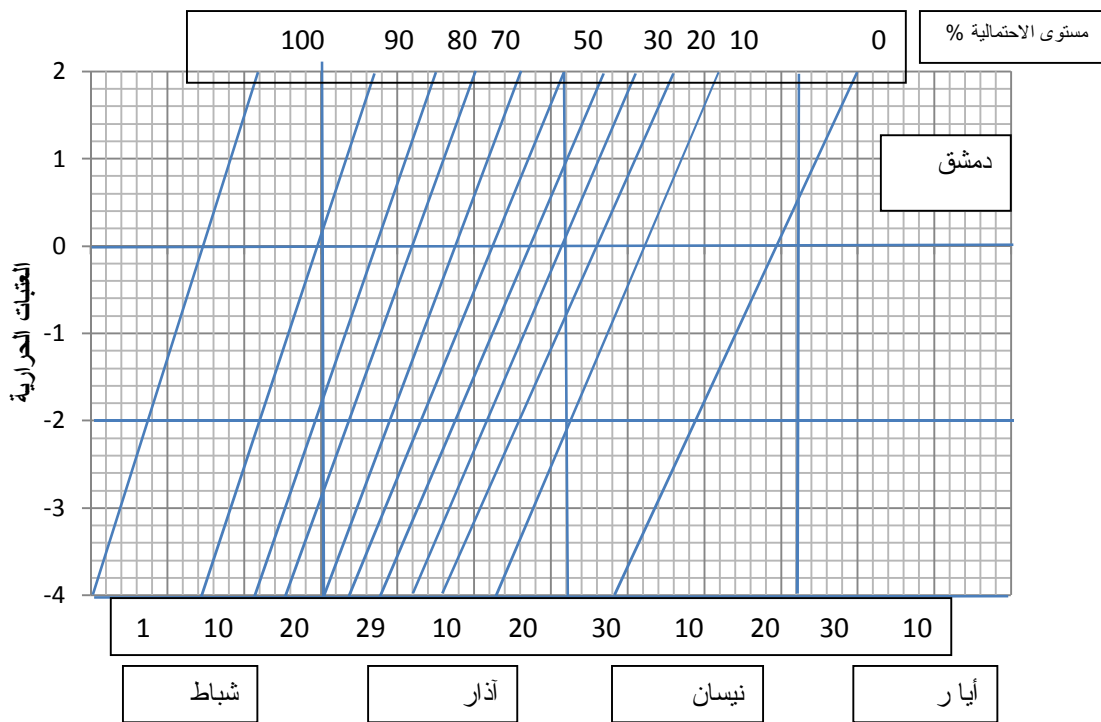
2-الصقيع الخفيف (0) م° :تمتد خطورة احتمال حدوث الصقيع عند هذه العتبة حتى أوائل آذار في دمشق ودرعا والسويداء والقنيطرة ويمتد لأكثر من ذلك حتى أواخر آذار في سرغايا وعين العرب .

3- الصقيع المتوسط (-2) م° :يلاحظ أنه عند مستويات الاحتمالية المرتفعة (90-100)% يستمر الصقيع حتى منتصف آذار في سرغايا وعين العرب في حين يبقى حتى منتصف شباط في بقية المحطات أما بالنسبة لمستويات الاحتمالية المنخفضة (10)% فقد يستمر الصقيع حتى أوائل أيار في سرغايا وأوائل نيسان في دمشق وعين العرب والقنيطرة وحتى منتصف آذار في درعا والسويداء .

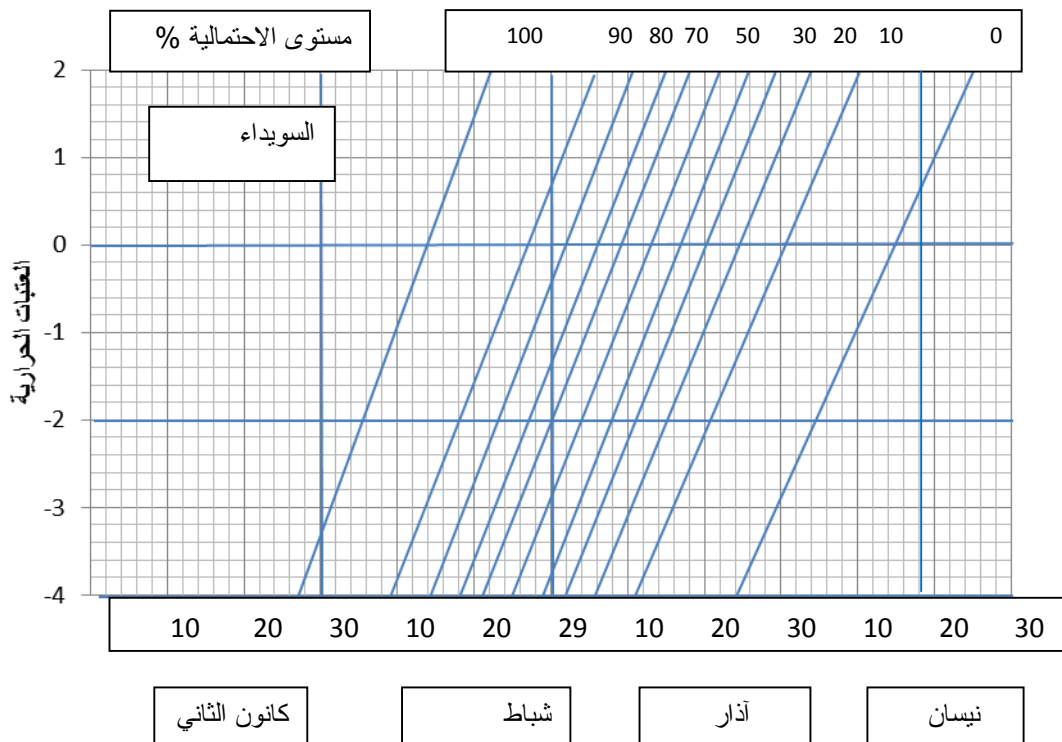
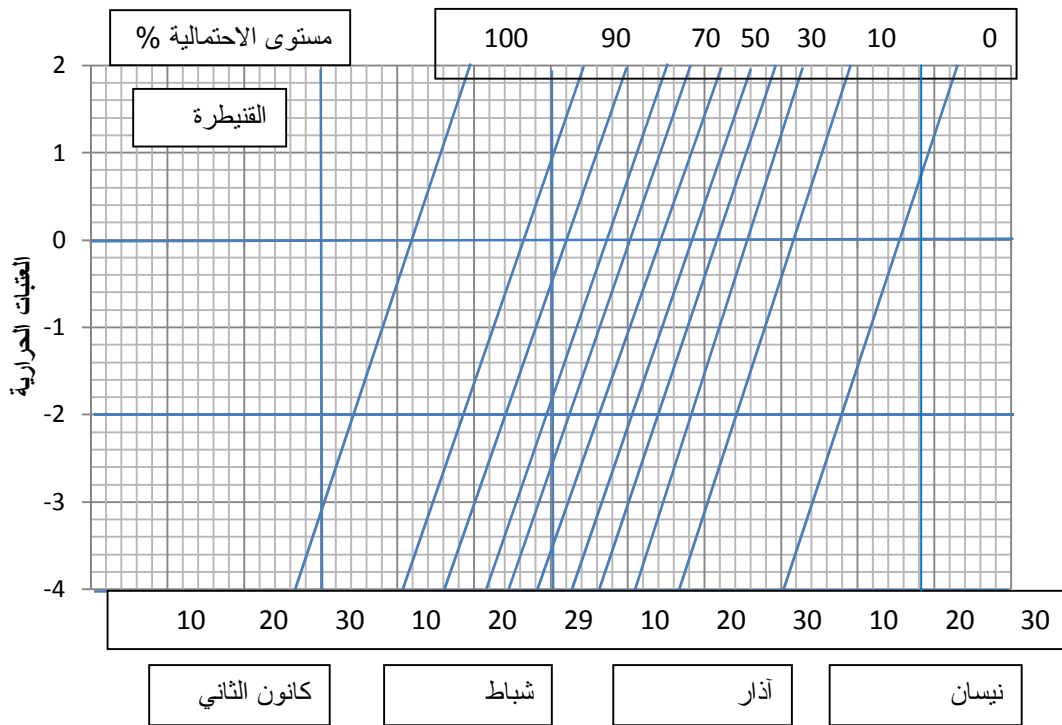
4- الصقيع فوق المتوسط (-4) م° :يستمر حدوث الصقيع وباحتمالية 100% عند هذه العتبة حتى أوائل شباط في سرغايا وعين العرب وفي العشرة الأيام الأخيرة من كانون الثاني في كل من دمشق ودرعا والسويداء والقنيطرة وقد يستمر احتمال حدوث الصقيع عند هذه العتبة إلى منتصف نيسان في سرغايا وعين العرب والى منتصف آذار في باقي المحطات وذلك لمستويات الاحتمالية المتدنية .



مخططات من (68-73) احتمالية حدوث آخر صقيع للمحطات المدروسة



مخططات من (68-73) احتمالية حدوث آخر صقيع للمحطات المدروسة



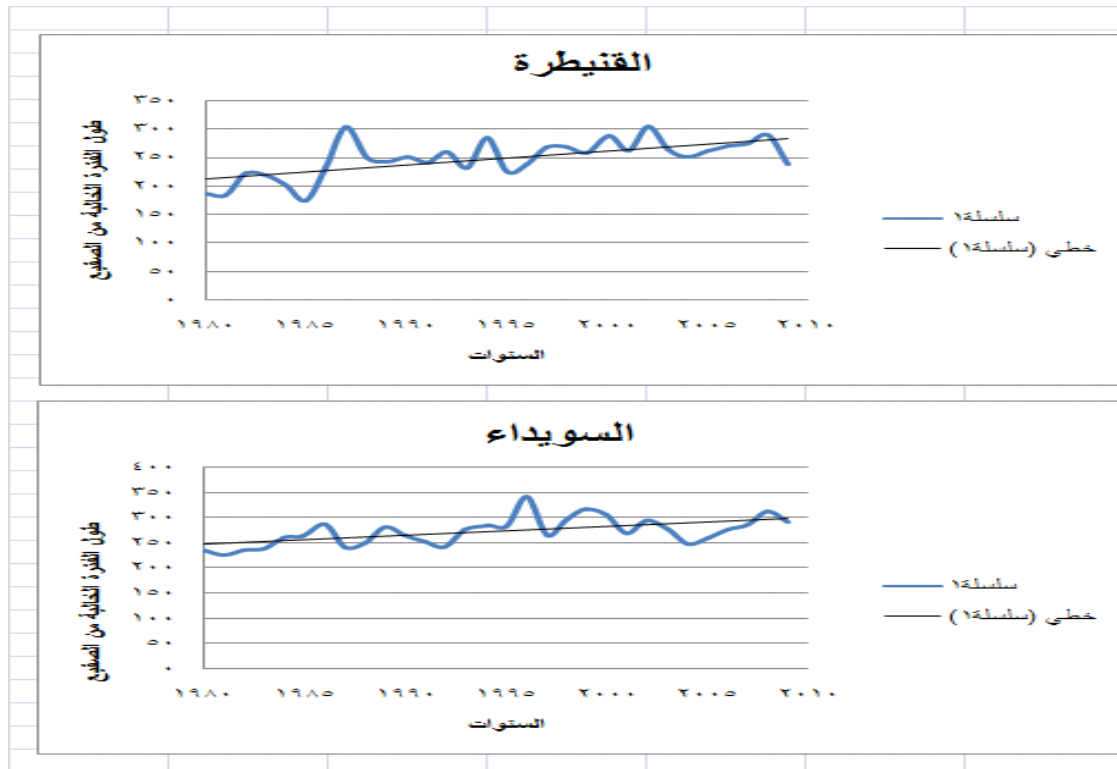
مخططات من (68-73) احتمالية حدوث آخر صقيع للمحطات المدروسة

جدول (18) طول الفترة الخالية من الصقيع ومتوسط طول هذه الفترة للمحطات المدروسة

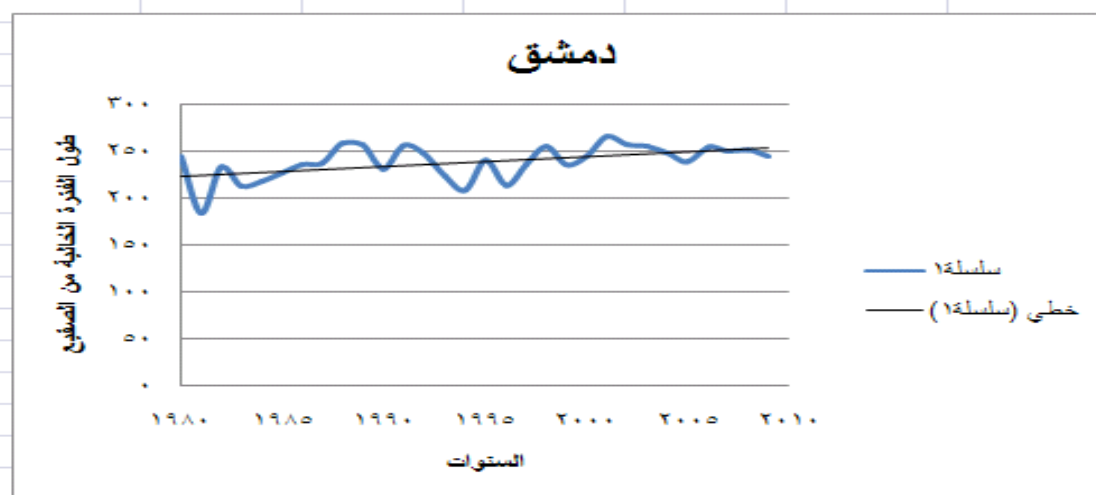
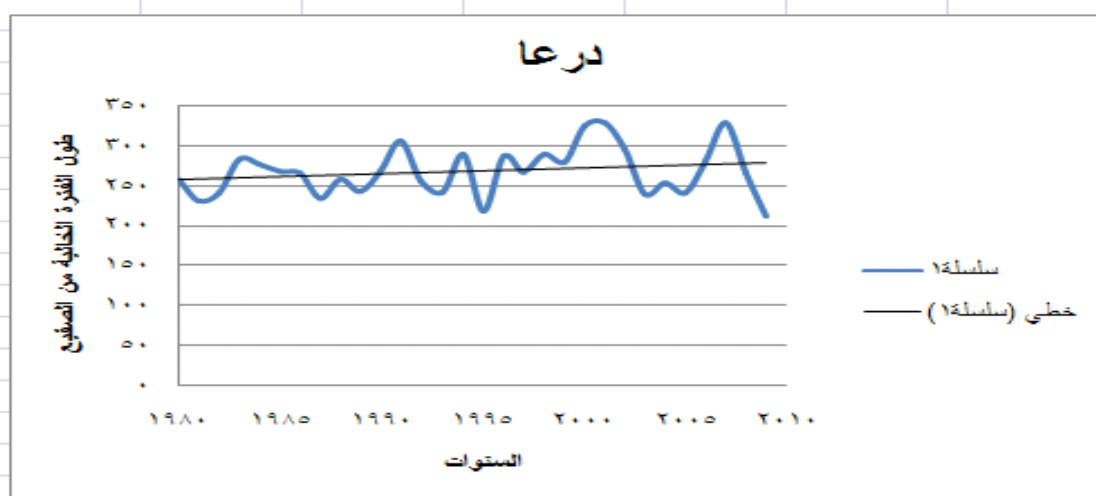
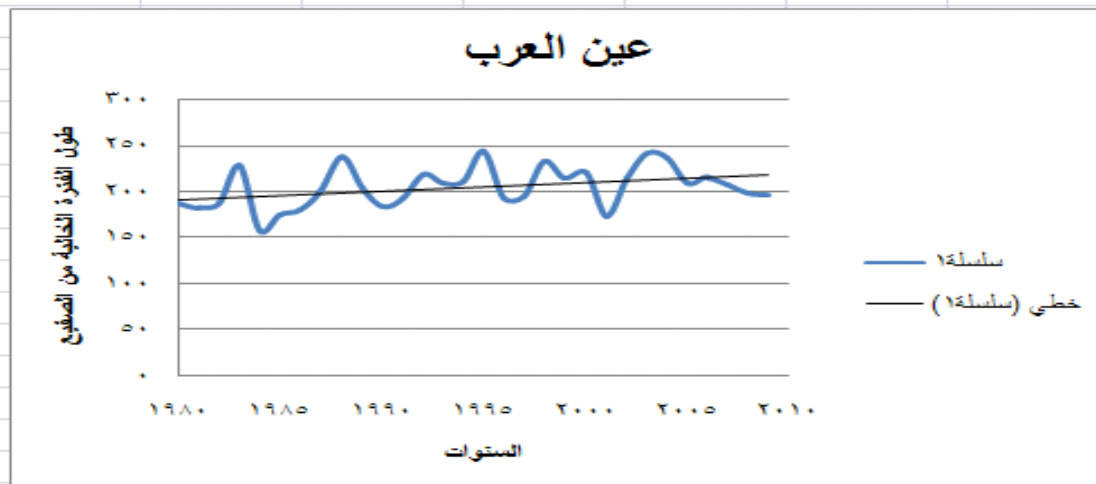
العام	درعا	دمشق	عين العرب	سرغايا	السويداء	القنيطرة
1980	258	245	187	132	235	187
1981	231	183	182	146	226	184
1982	241	233	186	200	235	222
1983	283	212	228	127	238	219
1984	277	218	158	154	260	202
1985	267	227	175	171	263	174
1986	265	236	180	172	286	232
1987	234	237	199	177	240	303
1988	258	258	238	159	250	248
1989	243	256	203	159	280	242
1990	267	231	184	143	264	251
1991	305	255	192	155	252	241
1992	256	247	218	176	242	260
1993	242	222	209	195	275	232
1994	289	208	211	225	284	285
1995	217	240	243	157	282	225
1996	287	213	193	235	342	237
1997	267	236	195	190	265	267
1998	289	255	232	197	296	268
1999	279	235	214	194	316	258
2000	324	245	220	201	304	288
2001	328	265	173	180	268	262
2002	295	257	214	210	294	304
2003	239	255	241	210	276	263
2004	254	248	236	205	246	251
2005	240	238	208	230	260	262
2006	280	254	215	230	277	270
2007	329	250	207	153	285	275
2008	265	251	198	149	311	289
2009	212	244	196	174	290	237
المتوسط	267	238	205	180	271	248

تقود النتائج سابقة الذكر إلى تحديد طول الفترة الخالية من الصقيع والتي تنحصر بين تاريخ آخر صقيع وتاريخ أول صقيع متوقع حدوثه والتي يمكن استقراؤها من الجدول (18) حيث يتراوح متوسط طول الفترة الخالية من الصقيع بين 267 يوم في السويداء إلى 180 يوم في سرغايا ومن الملاحظ بأن طول هذه الفترة قد تزايد بشكل واضح خلال فترة الدراسة وهذا ما تؤكدته نتائج الدراسات (Cooter and Leduc,1995) (Gubasch,2001) (Nemanietal,) (2001)

تبين المخططات من (74-78) الانحدار الخطي لطول الفترة الخالية من الصقيع في المحطات المدروسة ولعل هذا التزايد مرده إلى ارتفاع الحرارة الصغرى الناتج عن التغير المناخي وظاهرة الاحتباس الحراري (Toll,1994) (Santeretal,1996) (Smitetal,1998)



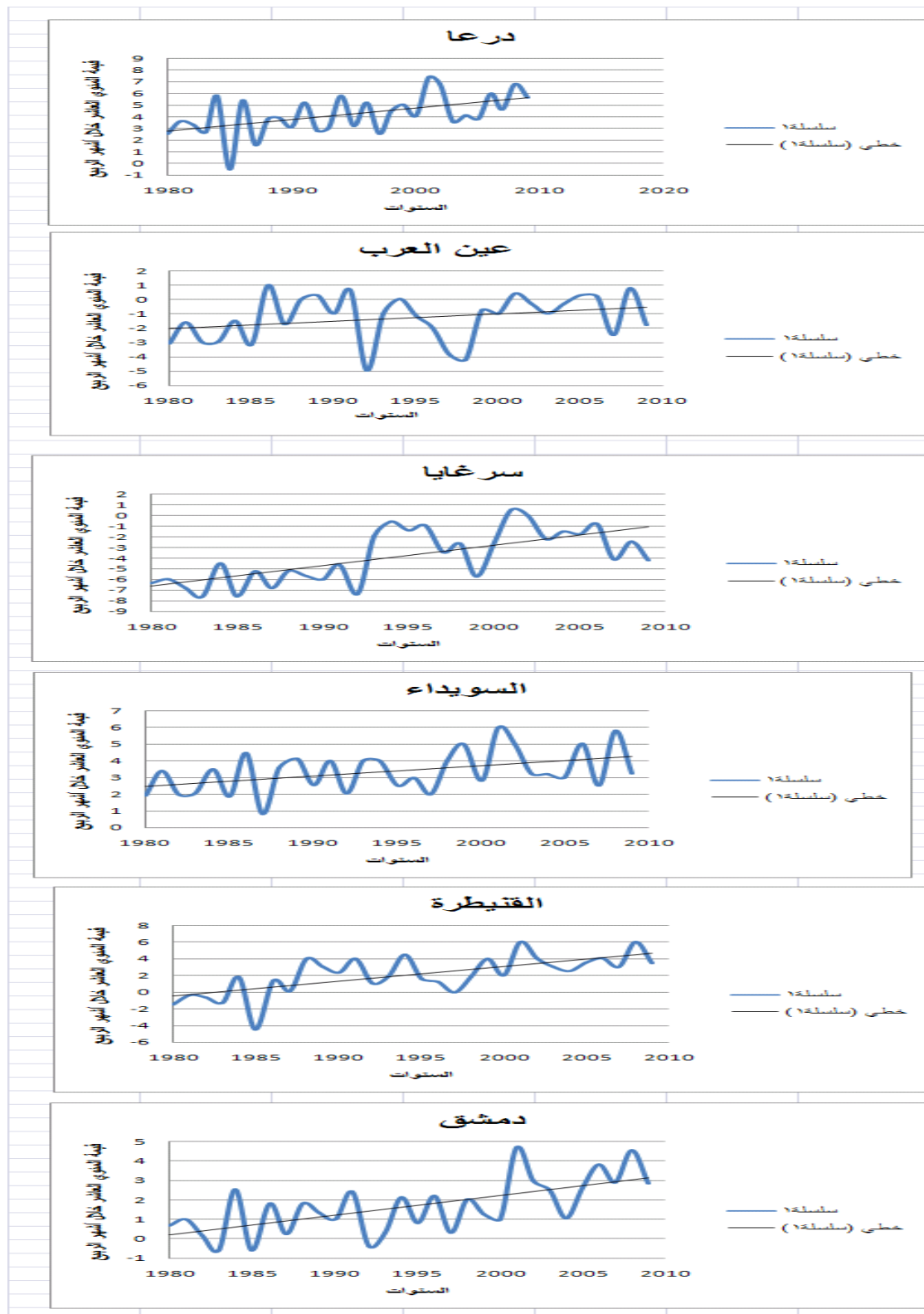
مخططات من (74-78) الانحدار الخطي لطول الفترة الخالية من الصقيع للمحطات المدروسة خلال الفترة (2009-1980)



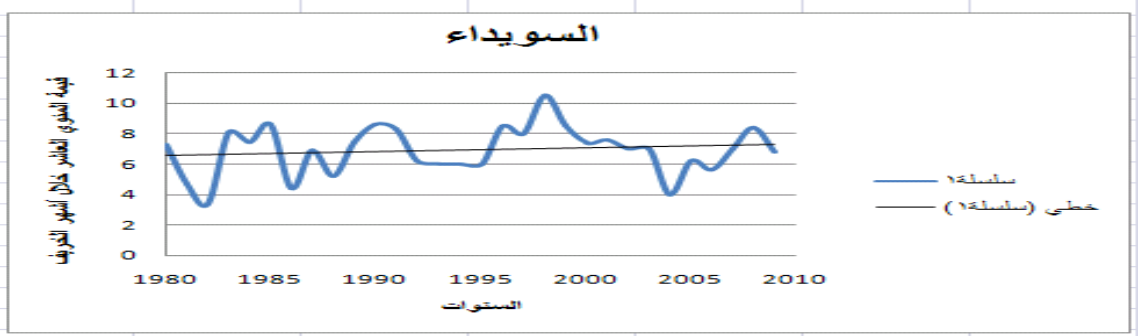
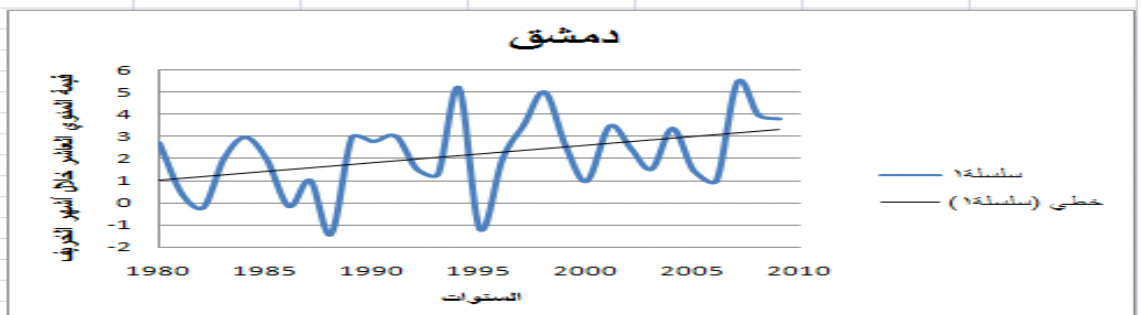
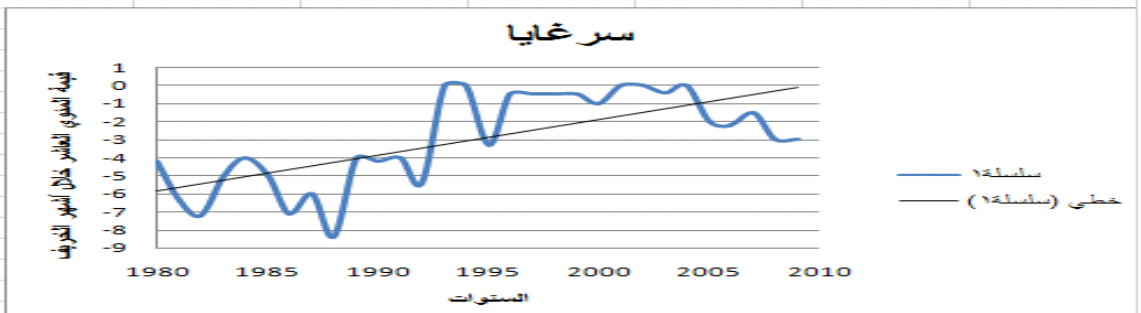
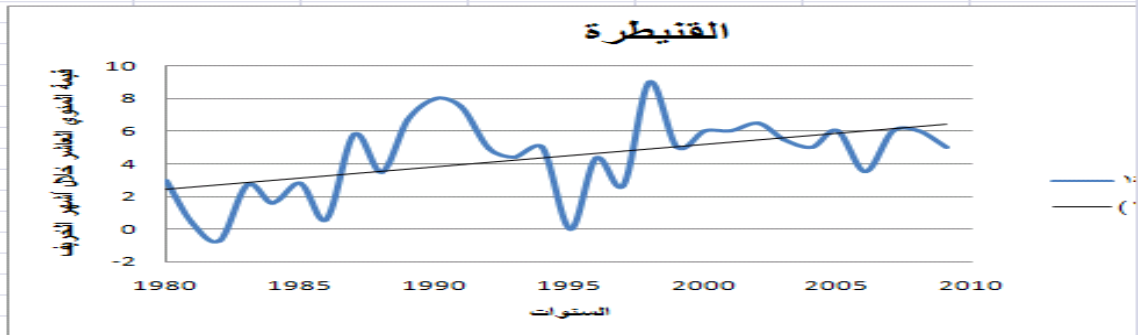
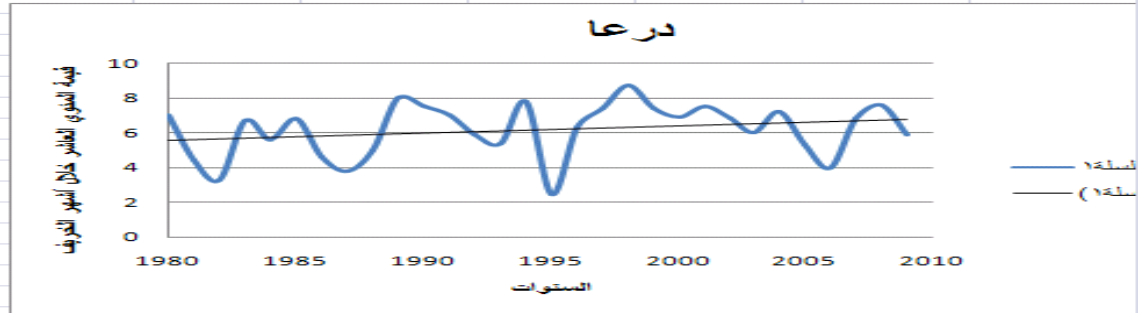
مخططات من (74-78) الانحدار الخطي لطول الفترة الخالية من الصقيع للمحطات المدروسة خلال الفترة (1980-2009)

5-1-3 تحليل الانحدار الخطي لقيم مؤشر الأيام الباردة (percentile 10).

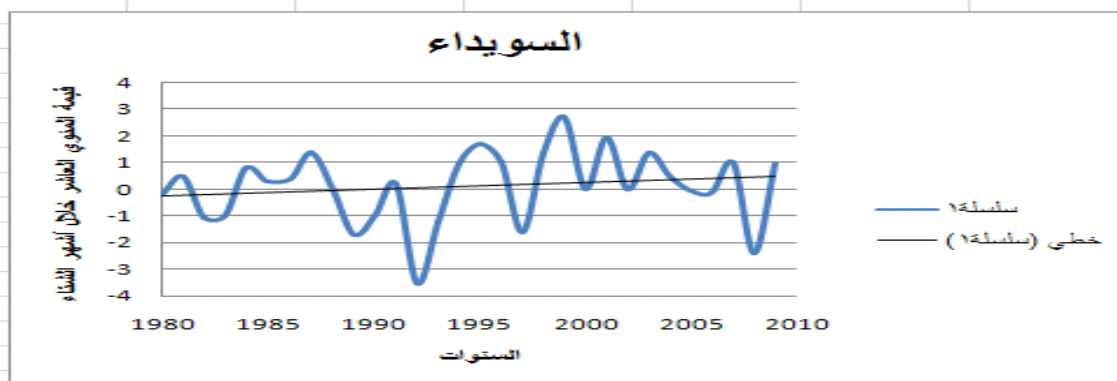
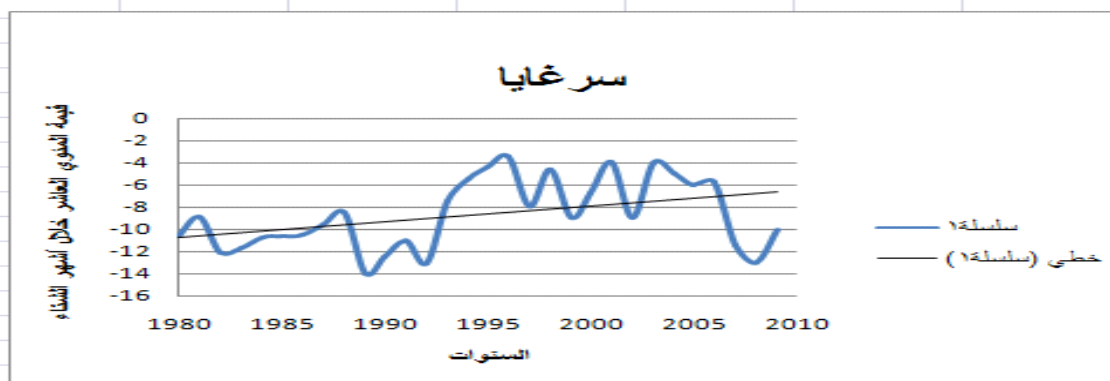
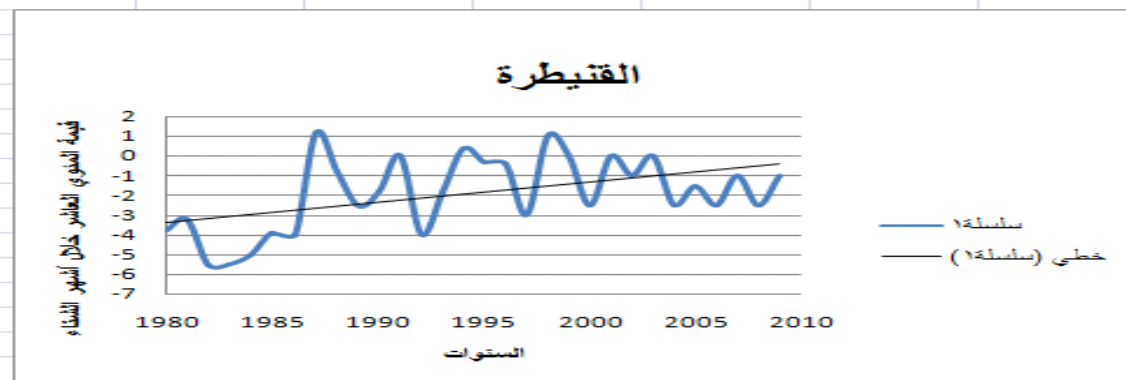
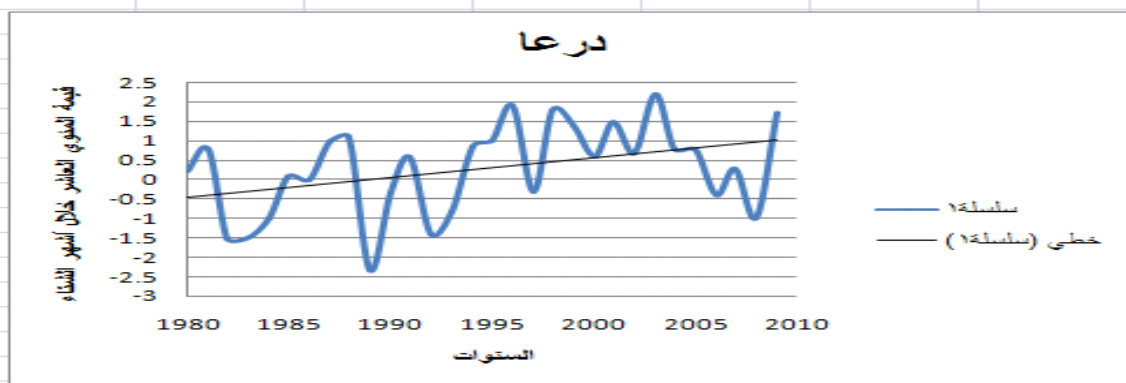
يعزز زيادة طول الفترة الخالية من الصقيع والتغيرات المناخية دراسة قيمة مؤشر الليالي الباردة (percentile 10) والذي يعبر عن القيم المتطرفة جداً لدرجة الحرارة الصغرى إذ يشير التحليل الإحصائي لهذا المؤشر ودراسة تغيراته خلال الفترة الزمنية (1980-2009) تزايد قيمته وهذا ما توضحه المخططات من (79-93) بتعبير آخر تزايد في القيم المتطرفة لدرجة الحرارة الصغرى خاصة خلال فصل الربيع إذ كانت القيم متدنية في الأعوام السابقة وغالباً دون الصفر المئوي بالمقارنة مع الفترة الزمنية (2000-2009) حيث ارتفعت بشكل واضح قيم هذا المؤشر وهذا يتفق مع العديد من الدراسات المهمة بالتغير المناخي العالمي وارتفاع حرارة الأرض والتي أكدت ارتفاع حرارة الأرض وتناقص قيم مؤشر الليالي الباردة (Alexander *etal*,2006)(IPCC,2001) (Karl *etal*,1999) .



مخططات من (79-84) الانحدار الخطي لقيمة المئوي العاشر خلال أشهر الربيع



مخططات من (85-89) الانحدار الخطي لقيمة المئوي العاشر خلال أشهر الخريف للمحطات المدروسة



مخططات من (90-93) الانحدار الخطي لقيمة المؤشر العاشر خلال أشهر الشتاء

2-3 المناقشة العامة والخلاصة

1- عدم حدوث الصقيع في أشهر أيلول وتشرين الأول ونيسان في درعا والسويداء والقنيطرة وندرته في دمشق فقد تتكرر القيم السلبية لدرجات الحرارة الصغرى في هذه المنطقة مرة واحدة كل 5 أو 10 سنوات .

2- سيادة الصقيع بكل أنواعه (الشتوي - الربيعي - الخريفي) في سرغايا وعين العرب وخاصة في آذار وتشرين الثاني وكانون الثاني وعدم حدوث الصقيع في شهر أيلول في هذه المحطات وهذا مرده إلى طبيعة وجغرافية المنطقة الجبلية والتي ترتفع بحدود 1500 م عن سطح البحر ويكسوها الثلج حتى أواخر الربيع .

3- إن طبيعة الحركة العامة للجو وتأثر البلاد عامة خلال فصل الشتاء بالمرتفع السيبيري والمترافق برياح قطبية المنشأ يؤدي حتماً إلى انخفاض كبير في درجة الحرارة الصغرى و حدوث الصقيع على نطاق واسع على البلاد مما يؤدي إلى سيادة واضحة للصقيع الشتوي في كل أعوام الدراسة .

4- زيادة حالات الصقيع الربيعي والخريفي في المحطات الجبلية المتمثلة بعين العرب وسرغايا فلا يكاد يخلو عام من حدوث يوم صقيع في هذه المحطات بالمقارنة مع المحطات وهذا يؤكد أن الصقيع الربيعي وكذلك الخريفي يرتبط بالظروف المحلية للموقع وليس بالضرورة أن يكون عاماً وشاملاً لكل الإقليم الجنوبي وهذا متفق مع ما ذكره (Rahimi,2006)etal (Bouchet,1965;Marht,1968)) من أن المناطق الجبلية يتكرر فيها الصقيع الربيعي بشكل أكبر ولكن قد لا يدوم طويلاً إذ سرعان ما ينزلق إلى أسفل الوادي ويتجمع فيها الهواء البارد وهنا تكمن الخطورة الأكبر .

5- انخفاض عدد أيام الصقيع بكل أنواعه خلال الفترة (1980-2009) مع تناقص لقيم مؤشر الليالي الباردة (percentile 10) كنتيجة للتغير المناخي المثبت عالمياً وارتفاع درجة الحرارة الصغرى في سورية والمثبتة من قبل العديد من الدراسات (Joneetal, 2001) (Plummereetal,1998) (and IPCC,2001) .

6- تؤثر الظروف المحلية للموقع بخصائص الصقيع من حيث الشدة والمدة إذ بدت خطورته منخفضة في بعض المناطق ذات الارتفاع الأقل مثل درعا والتميزة برطوبة نسبية عالية بالمقارنة مع سرغايا وعين العرب ودمشق والتي ظهرت فيها شدة الصقيع كبيرة إذ تنخفض إلى ما دون -4 م بكثير وتستمر لفترة زمنية تزيد عن ثلاثة أيام .

7- انخفاض طول موجة الصقيع خلال فصل الربيع مما يقلل من خطورته وقسوته على النبات بالرغم من أنه قد تأتي موجات صقيع لمدة عشرة أيام متتالية كما حدث في الأعوام 1985,1989,1990 .

8- يبدأ حدوث الصقيع في الإقليم الجنوبي من سورية في المناطق الجبلية أولاً (سرغايا - عين العرب) ثم يمتد إلى باقي المناطق بالمقابل تكون نهاية الصقيع متأخرة في المناطق الجبلية والداخلية القارية (دمشق).

9- سمحت دراسة احتمالية حدوث أول وآخر صقيع بتحديد الفترة الخالية من الصقيع والتي نضمن خلالها عدم تضرر المحاصيل الزراعية عموماً بدرجات الحرارة السلبية مع ملاحظة زيادة طول هذه الفترة مما يعزز ما ذكرناه سابقاً من انخفاض خطورة الصقيع .

3-3 المقترحات والتوصيات

- 1- تعميم هذه الدراسة على مختلف مناطق القطر ورسم خرائط تبين احتمالات حدوث الصقيع عند شدات مختلفة بهدف التوصل إلى وضع أطلس مناخي حديث للقطر عامة.
- 2- استخدام مخططات احتمالات الصقيع للتنبؤ عن حدوثه في أي فترة زمنية .
- 3- الاهتمام بمحطات الرصد الزراعية وخاصة في المناطق الأكثر تعرضاً للصقيع والقريبة من النبات بهدف الحصول على بيانات أكثر دقة .
- 4- ضرورة دراسة أثر الصقيع في النبات من الناحية الفيزيولوجية والمورفولوجية .
- 5- التعمق في دراسة أثر طبوغرافية المكان وظرفه المحلية في الصقيع الربيعي بغية حصر المناطق الأكثر خطورة والمهددة لنمو النباتات الزراعية .

المراجع العربية :

1. أبو زخم ، عبد الله ، عزام حسن .(1982).المناخ والأرصاد الجوية ، جامعة دمشق كلية الزراعة.
2. الصالح ، رجاء.(2004). دراسة التغير المناخي في سورية وأثره في بعض المحاصيل البعلية ، رسالة دكتوراه ، جامعة دمشق - كلية الزراعة.
3. المديرية العامة للأرصاد الجوية ، وزارة الدفاع ، المعطيات المناخية لمحطات (دمشق- درعا-سرغايا-عين العرب-السويداء-القنيطرة).
4. اهدلي ، لؤي. (1974). علم المناخ والأرصاد الجوية - جامعة دمشق - منشورات كلية الزراعة .
5. عباس ، علي. (1998). الصقيع، المنظمة العربية للتنمية الزراعية ، دمشق ، آذار 1998،
6. عباس ،علي، محمد خير البني. (1998). الدراسات المناخية حول الصقيع ، الندوة الإقليمية حول الصقيع (10-12/3/1998) ، المنظمة العربية للتنمية الزراعية.
7. عبد السلام ، عادل . (1990). الأقاليم الجغرافية السورية - جامعة دمشق - كلية الآداب- قسم الجغرافيا .
8. موسى ، علي . (1994). المناخ والزراعة ، دار دمشق للنشر والتوزيع ، دمشق
9. نحلاوي ، ماجد. (1982). محاضرات في أساسيات الأرصاد الجوية الزراعية، تأثير انخفاض درجات الحرارة والصقيع على المحاصيل والأشجار المثمرة ، المنظمة العربية للتنمية الزراعية ، منشورات أكساد.
10. هزيم، سرور. (1998). المعطيات المناخية في تحديد موعد الصقيع وإمكانية الإنذار المبكر، الندوة الإقليمية لمكافحة الصقيع 1998، المنظمة العربية للتنمية الزراعية.

المراجع الأجنبية :

1. Alexander, L.V., X. Zhang, T.C. Peterson, J. Caesar, B. Gleason, A.M.G. Klein Tank, M. Haylock, D. Collins, B. Trewin, F. Rahimzadeh, A. Tagipour, K. R. Kumar, J. Ravedekar, G. Griffiths, L. Vincent, D.B. Stephenson, J. Burn, E. Aguilar, M. Brunet, M. Taylor, M. New, P. Zhai, M. Rusticucci and J.L. Vazquez-Aguirre .(2006). Global observed changes in daily climate extremes of temperature and precipitation, Jn. Geophys Res., 111 (DO5109).
2. Bagdonas, A., J.C. Georg and J.F. Gerber.(1978). Techniques of frost prediction and methods of frost and cold protection. WMO Tech. Note 157 (World Meteor. Organ.) 160pp.
3. Bootsma, A., (1994). Long-term (100 years) climate trends for agriculture at selected locations in Canada. Climatic Change 26, 65–88.
4. Bouchet, R. J. (1965) .Problèmes des gelées de printemps. *Agricultural Meteorology* 2(3): 167–195.
5. Blaylock, A.D.(1995). Navy bean yield and maturity response to nitrogen and zinc. J. Plant Nut. 18:163–178.
6. Bradley, L. (1998). The frost protection. Publication AZ 1002. The University Arizona
7. COOTER, E. and LeDUC, S. (1995) Recent frost dates in the northeastern United States, *International Journal of Climatology*, 15, 65-75
8. Cline,B. Fernandez,G.(1914). Blueberry Freeze Damage and Protection Measures, Revised 11/98 -- Author Reviewed 11/98 HIL-201-E.

9. Cubasch, U., G. A. Meehl, G. J. Boer, R. J. Stouffer, M. Dix, A. Noda, C. A Senior, S. Raper, and K. S. Yap (2001), Projections of future climate change. In: Climate Change 2001: The Scientific Basis. Contributions of Working Group 1 to the Third Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change
10. De Palma M, Grillo S, Massarelli I, Costa A, Balogh G, Vigh L, Leone A. (2008). Regulation of desaturase gene expression, changes in membrane lipid composition and freezing tolerance in potato plants. *Molecular Breeding* 21: 15-26.
11. Deryabin AN, Dubinina IM, Burakhanova EA, Astakhova NV, Sabel'nikova EP, Trunova TI. (2005). Influence of yeast-derived invertase gene expression in potato plants on membrane lipid peroxidation at low temperature. *Journal of Thermal Biology* 30: 73-77.
12. Eric de long Chemung .2001. Understanding Frost. From Cornell Cooperative Extension
13. Faust .m. 1989. physiology of temperate zone fruit trees . New York NY: John Wiley and Sons .338 p .
14. Ghaemi, A. Rafiee, M. and Sepaskhah, A. (2009). Tree-Temperature Monitoring for Frost Protection of Orchards in Semi-Arid Regions Using Sprinkler Irrigation, Volume 8, Issue 1, January 2009, Pages 98-107
15. Geiger, R. (1965). The Climate Near the Ground. Harvard University Press, Cambridge, Mass, 611 pp.
16. Halley, V.; Eriksson, M. and Numez, M. (2003) .Frost prevention and prediction of temperatures and cooling rates using GIS. *Austr. Geogr. Stud.* 41: 3:287–302.

17. Hubbard, K. G., R. Mahmood, and C. Carlson (2003), Estimating daily dewpoint temperature for the Northern Great Plains using maximum and minimum temperature, *Agon. J.*, 95, 323–328
18. Inouye, D. (2001). The ecological and evolutionary significance of frost in the context of climate change, Volume 3 Issue 5, Pages 457 – 463.
19. IPCC. (2007). Climate Change 2007: The Physical Science Basis. Contribution of Working Group I to the Fourth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change [Solomon, S., D. Qin, M. Manning, Z. Chen, M. Marquis, K.B. Averyt, M. Tignor and H.L. Miller (eds.)]. Cambridge University Press, Cambridge, United Kingdom and New York, NY, USA.
20. JONES, P.J. (2001) Instrumental temperature change in the context of the last 1000 years, *In*: Brunet India, M. and Lopez Bonillo, D. (eds) *Detecting and modelling regional climate change*. Berlin: Springer-Verlag.
21. Jorgensen, G.S., B.M Escalera, D.R. Wineman, R.K. Striegler, D.F. Zoldoske, and C. Krauter. (1996). "Microsprayer Frost Protection in Vineyards." CATI Publication No. 960803, Center for Irrigation Technology, California State University, Fresno, Fresno, CA, August 1996, 10 p.
22. Kalma .J .D .; Caughlin .p. p .; Caprio .M. J .and Hamer .C.J.P.(1992). The bioclimatology of frost .Advances in Bicolimatology 2.Springer-verlag,Belin,Germany.144p.
23. KARL, T.R.; NICHOLLS, N. and GHAZI, A.(1999) .CLIVAR/GCOS/WMO Workshop on Indices and Indicators for Climate Extremes, *Climatic Change*, 42, 3-7.

- 24.Langvall, O.(2000). *Interactions between near-ground temperature and radiation, silvicultural treatments and frost damage to Norway spruce seedlings*. Doctor's dissertation. ISSN 1401–6230, ISBN 91–576–5874–9.
- 25.Lindkvist L, Lindqvist S .(1997) .Spatial and temporal variability of nocturnal summer frost in elevated complex terrain. For AgricMeteorol 87:139–153.
- 26.Mahrt, L.(1986) .*Nocturnal Topoclimatology*, WCP-117, WMO/TD-No. 132, 76pp.
- 27.Meehl .A.G ; Tebaldi.C ; Nychka.D.(2004). Changes in frost days in simulations of twenty-first century climate , Climate Dynamics, volume 23, number 5\2004 October, 495-511, 10.1007/s00382-004-0442-9.
- 28.Nemani, R. R., M. A. White, D. R. Cayan, G. V. Jones, S. W. Running, J. C. Coughlan, and D. L. Peterson (2001), Asymmetric warming over coastal California and its impact on the premium wine industry,Clim. Res., 19,24-25.
- 29.Nilsson, U. and Örlander, G.(1999). Vegetation management on grass-dominated clearcuts planted with Norway spruce in southern Sweden. Can J. For. Res. 29, 1015–1026.
- 30.Ögren, E.(1997). Relationship between temperature, respiratory loss of sugar and premature dehardening in dormant Scots pine seedlings. Tree Physiol. 17:47–51.
- 31.Oke, T.R. (1987) .*Boundary Layer Climates*. Rutledge, London. 28-
Perez .G .I .(1990) . About the premature and tardy frost that occurred over the central plateau of Mexico and were associated with some tropical cyclones . Atmosfera3 ,143-164

- 32.3Perry, K.B.(1998). Basics of frost and freeze protection for horticultural crops. HortTechnology, 8(1) 10-15.
- 33.Perry, K.B.(2001). Frost/freezing protection for horticultural crops. Horticultural Information Leaflet 705, North Carolina Cooperative Extension Service, NC State University, Raleigh, NC.
- 34.Plummer, N., Salinger, M.J., Nicholls, N., Suppiah, R., Hennessy, K.J., Leighton, R.M., Trewin, B., Page, C.M., Lough, J.M., (1999). Changes in climate extremes over the Australian region and New Zealand during the twentieth century. Climatic Change 42, 183–202.
- 35.Powell,A.A and Himelrick,D,G.2000.principles of freeze protection for fruit crops.Alabama cooperative Extension System , ANR 1057B .
- 36.Rahimi ,M .S.; Hajjam .; Khalilil .A .; Kamalid .A.G and Stiger .J. C.(2007). Risk analysis of first and last frost occurrences in the central Alborz, Iran.Int.Climatol.27,349-356pp.
- 37.Rebetez, M.(2001).Changes in daily and nightly day-to-day temperature variability during the twentieth century for two stations in Switzerland, Theor. Appl. Climatol., 69, 13–21.
- 38.Reiners, S.(2001). Preventing Damage from an Early Frost. Cornell University Consumer News Service.
- 39.Romo .G .J and Arteaga . R .(1989) . Meteorologia Agricola .2a . Ed .Universidad AutonomaChapingoDeoartamenyo de Irrigacion ,Chapingo ,Mexico ,442 pp .
- 40.Rosenberg,N.J.,B LAD, B.L., V ermes, S.B.1983: Microclimate: the biological enveerment.
- 41.Sakai, A. and Larcher,w.(1987). Frost survival of plants. Springer-Verlag, Berlin, New York, 321 p.

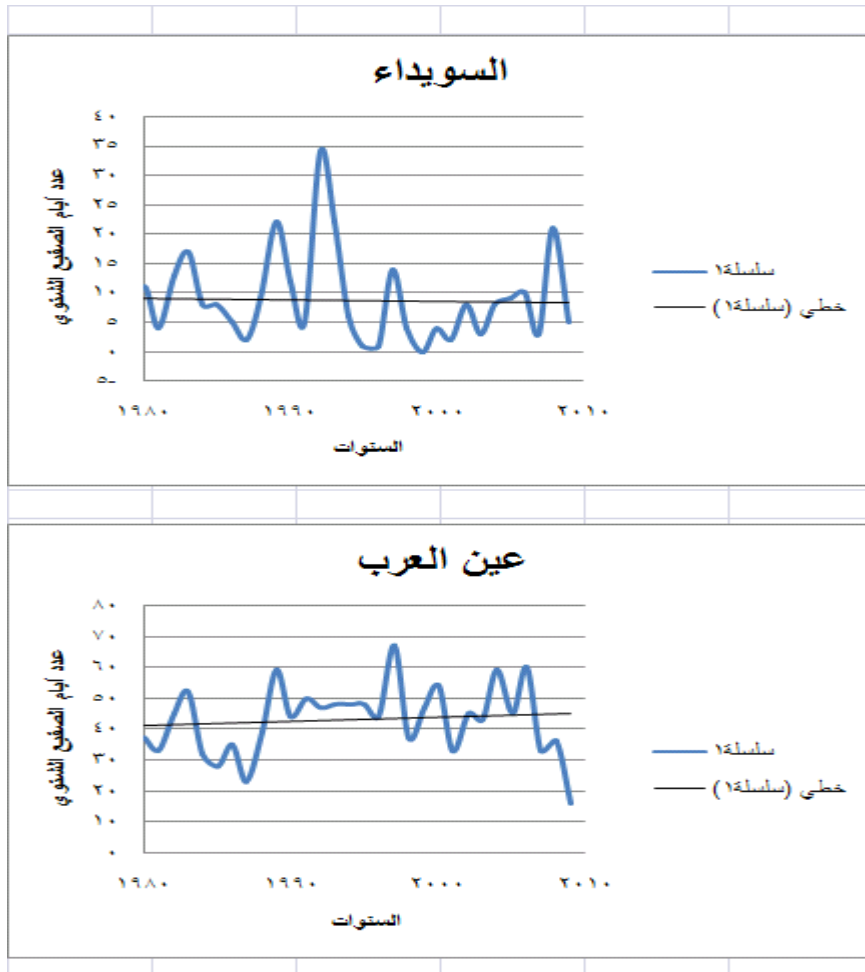
- 42.Sakai, A. and Yoshida, S.(1968). The role of sugar and related compounds in variations of freezing resistance. *Cryobiology* 5:160-174.
- 43.Santer. B. (1996). The use of general circulation models in climate impact analysis - a preliminary study of the impacts of a CO₂-induced climatic change on West European agriculture. *Climatic Change* 7: 71-93
- 44.Schwartz, M.D. and B.E. Reiter. 2000. Changes in North American spring. *International Journal of Climatology* Volume 20, Issue 8, Pages 929 - 932.
- 45.Siminovitch, D.; Singh, J. and de la Roche, I.A.(1978). Freezing behavior of free protoplasts of winter rye. *Cryobiology* 15, 205-213.
- 46.Sisson,L.R.,Parsons.A.R.,Rowers.K and Reed.D.A.(1975).Frost protection trees and viners.
- 47.Smit, B., Ludlow, L., Brklacich, M., (1988). Implications of a global climatic warming for agriculture: a review and appraisal. *J. Environ. Qual.* 17, 519–527.
- 48.Snyder, R.L.(1986). Frost protection: When to turn the sprinklers on and off. University of California One Sheet Answer 7165.
- 49.Snyder, R.L. Melo-Abreu.P and Matulich.S.(2003). Frost Protection: fundamentals, practice and economics . volume 1 and 2.
- 50.Sugar, D.; Gold,R.; Lombard,P. and Gardena.A.(2003). In: Oregon Viticulture, Strategies for frost protection, Editor, E.W. Hellman, Oregon State University, pages 213-217.
- 51.Tasseva, G.; Davy de Virville, J.; Cantrel, C.; Moreau, F.andZachowski A. (2004). Changes in the endoplasmic reticulum

lipid proprieties in response to low temperature in *Brassica napus*.

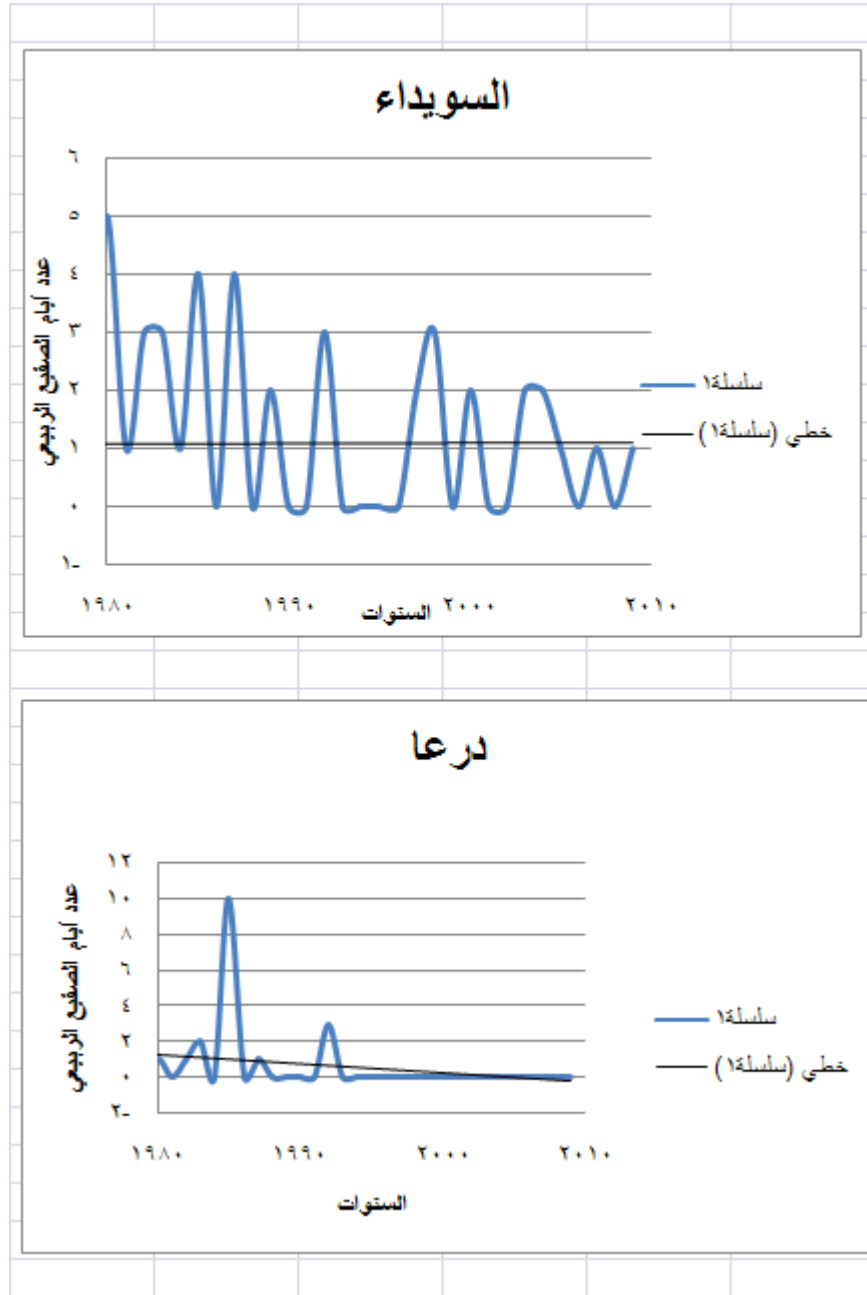
Plant Physiology and Biochemistry 42: 811-822.

52.www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0140196309001220

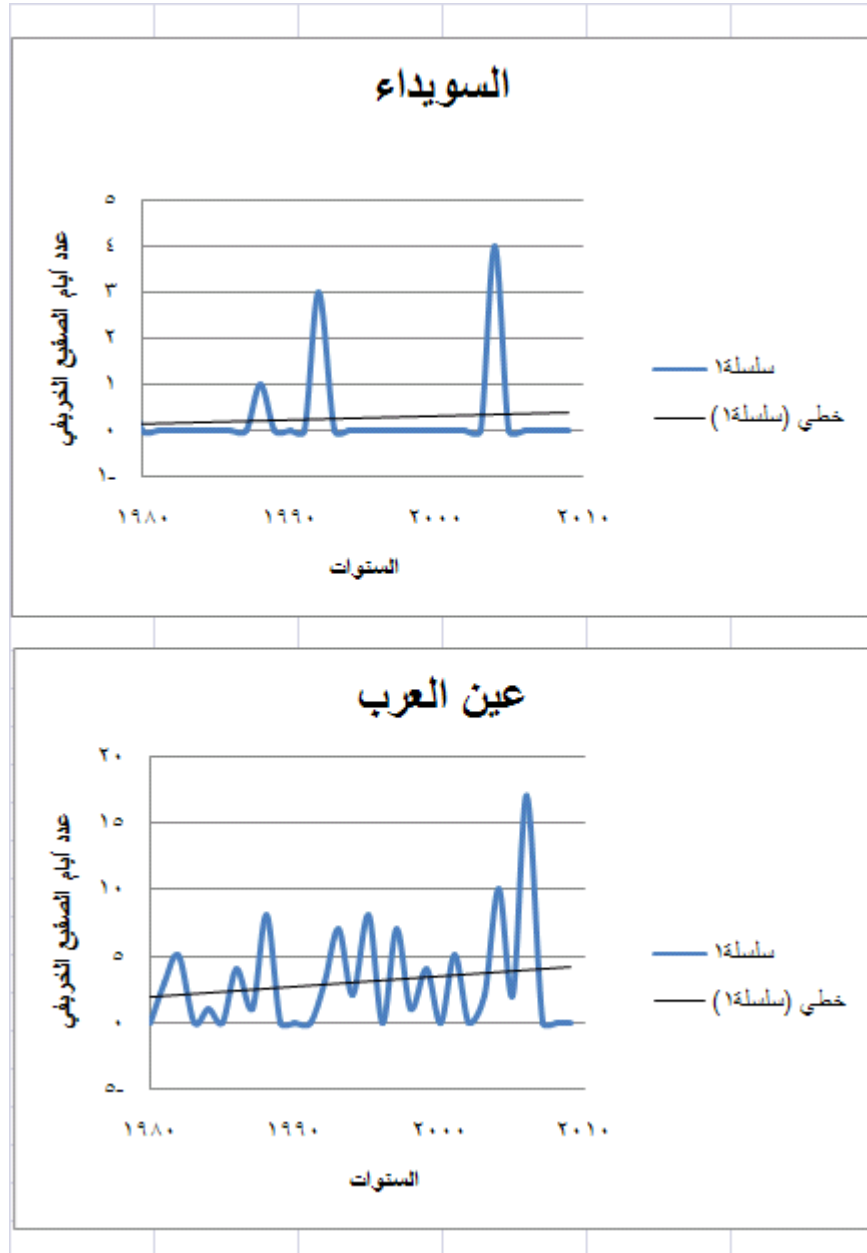
الملحق



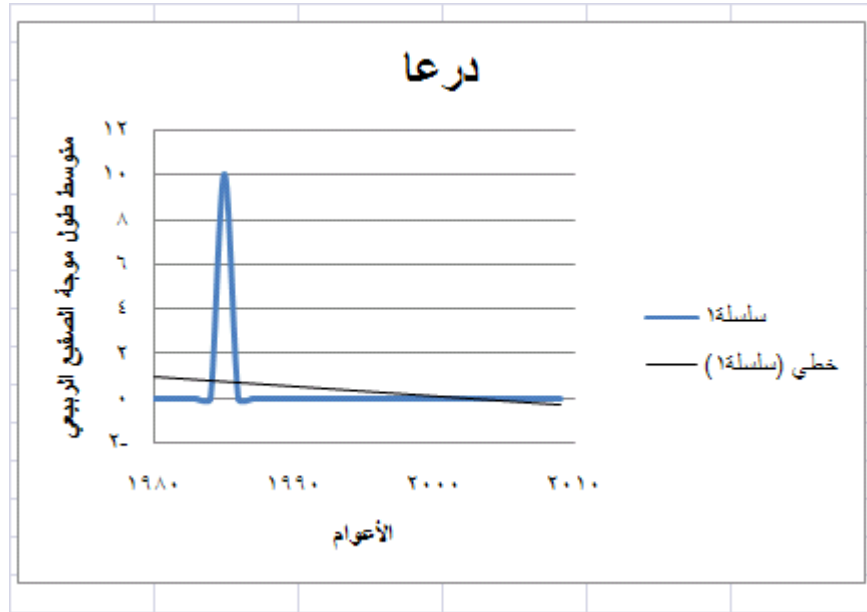
مخططات الاتحاد الخطي لعدد أيام الصقيع الشتوي لمحطتي السويداء وعين العرب



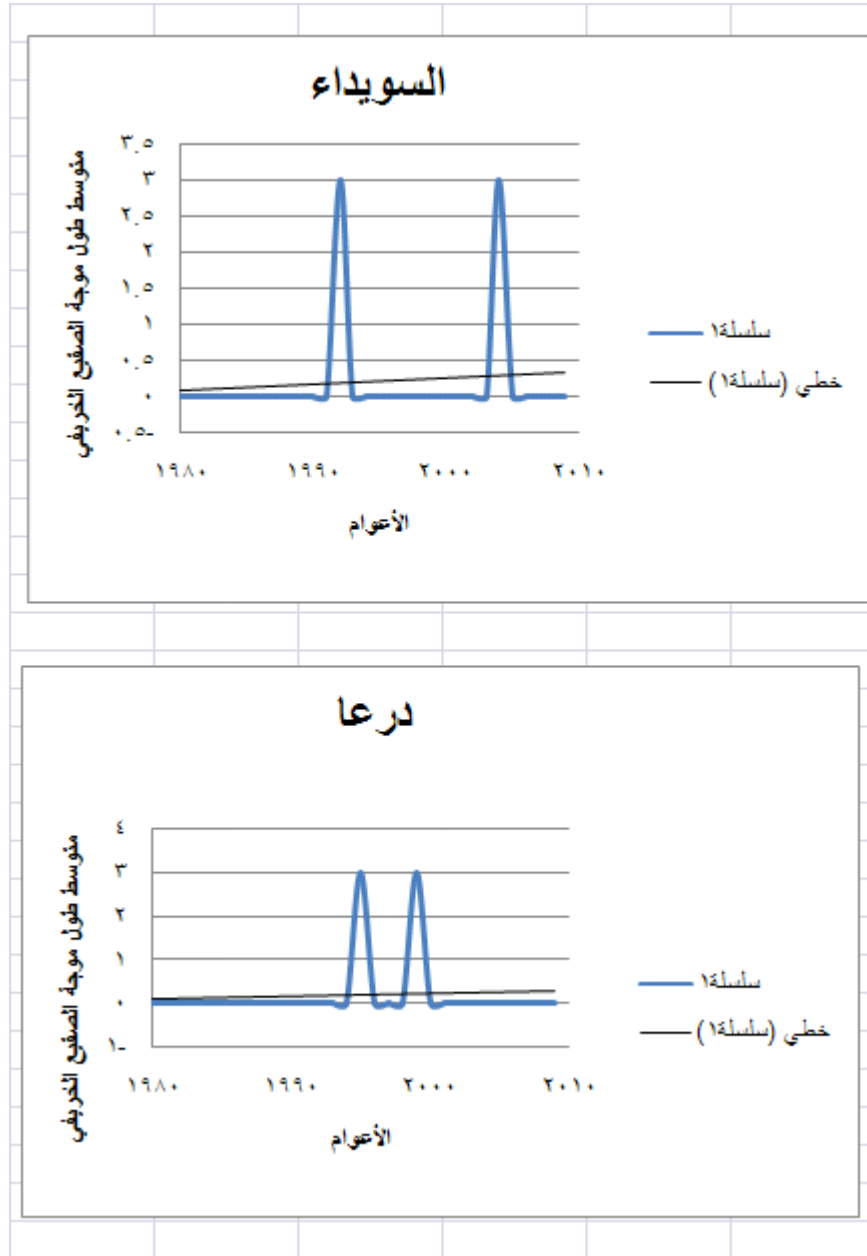
مخططات الانحدار الخطي لعدد أيام الصقيع الربيعي لمحطتي السويداء ودرعا



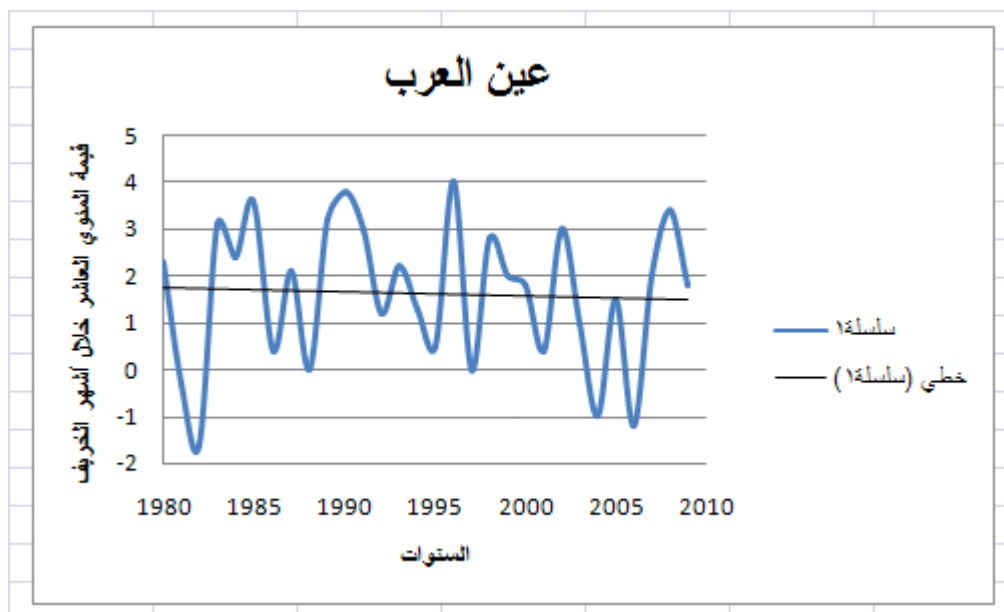
مخططات الانحدار الخطي لعدد أيام الصقيع الخريفي لمحطتي السويداء وعين العرب



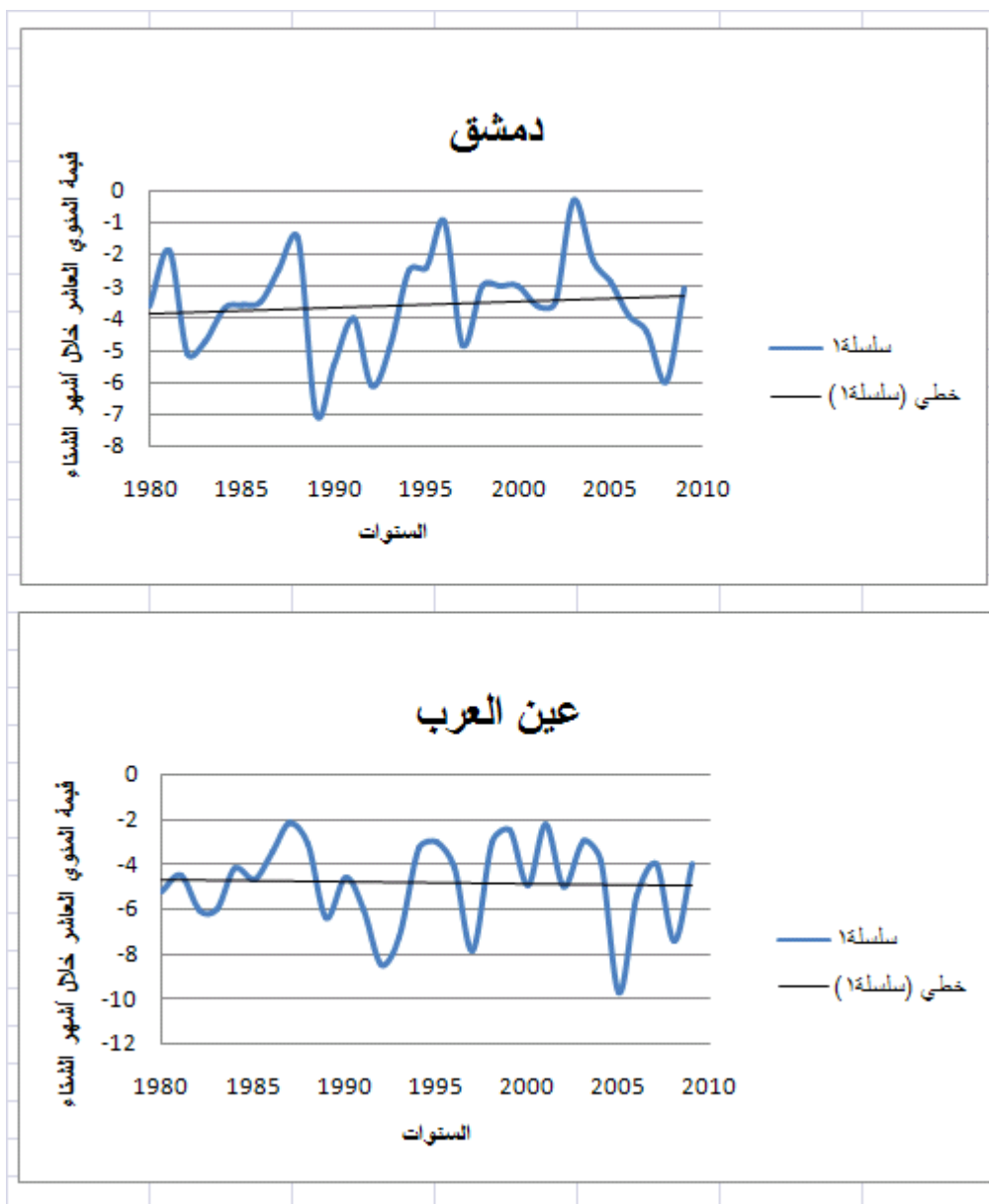
مخطط الانحدار الخطي لمتوسط طول موجة الصقيع الربيعي لمحطة درعا



مخططات الانحدار الخطي لمتوسط طول موجة الصقيع الخريفي لمحطتي السويداء ودرعا



مخطط الانحدار الخطي لقيمة المؤشر العائش خلال أشهر الخريف لمحطة عين العرب



مخططات الانحدار الخطي لقيمة المئوي العاشر خلال أشهر الشتاء لمحطتي دمشق وعين العرب

جدول احتمالية حدوث أول صقيع عند العتبات المدروسة لمحطة درعا

درعا	PROBABILITY FOR		FIRST	FROST IN	AUTUMN	WITH MIN TEMP		2			
prob%	0	10	20	30	40	50	60	70	80	90	100
coff st.dev	-2.25	-1.28	-0.85	-0.52	-0.28	0	0.28	0.52	0.85	1.28	2.25
dev in day	-18	-10	-7	-4	-2	0	2	4	7	10	18
st.dev=8											
data mean 17/11											
dev at mean	30/10	07/11	10/11	13/11	15/11	17/11	19/11	21/11	24/11	27/11	05/12
	PROBABILITY FOR		FIRST	FROST IN	AUTUMN	WITH MIN TEMP		0			
prob%	0	10	20	30	40	50	60	70	80	90	100
coff st.dev	-2.25	-1.28	-0.85	-0.52	-0.28	0	0.28	0.52	0.85	1.28	2.25
dev in day	-16	-9	-6	-4	-2	0	2	4	6	9	16
st.dev=6.9											
data mean 20/11											
dev at mean	04/11	11/11	14/11	16/11	18/11	20/11	22/11	24/11	26/11	29/11	06/12
	PROBABILITY FOR		FIRST	FROST IN	AUTUMN	WITH MIN TEMP		-2			
prob%	0	10	20	30	40	50	60	70	80	90	100
coff st.dev	-2.25	-1.28	-0.85	-0.52	-0.28	0	0.28	0.52	0.85	1.28	2.25
dev in day	-20	-12	-8	-5	-3	0	3	5	8	12	20
st.dev=9.1											
data mean 26/11											
dev at mean	06/11	14/11	18/11	21/11	23/11	26/11	29/11	01/12	04/12	08/12	16/12
	PROBABILITY FOR		FIRST	FROST IN	AUTUMN	WITH MIN TEMP		-4			
prob%	0	10	20	30	40	50	60	70	80	90	100
coff st.dev	-2.25	-1.28	-0.85	-0.52	-0.28	0	0.28	0.52	0.85	1.28	2.25
dev in day	-22	-12	-8	-5	-3	0	3	5	8	12	22
st.dev=9.7											
data mean 3/12											
dev at mean	11/11	21/11	25/11	28/11	30/11	03/12	06/12	08/12	11/12	15/12	25/12

جدول احتمالية حدوث أول صقيع عند العتبات المدروسة لمحطة دمشق

دمشق	PROBABILITY FOR		FIRST	FROST IN	AUTUMN	WITH MIN TEMP		2			
prob%	0	10	20	30	40	50	60	70	80	90	100
coff st.dev	-2.25	-1.28	-0.85	-0.52	-0.28	0	0.28	0.52	0.85	1.28	2.25
dev in day	-30	-17	-12	-7	-4	0	4	7	12	17	30
st.dev=13.5											
data mean10/11											
dev at mean	11/10	24/10	30/10	03/11	06/11	10/11	14/11	17/11	21/11	27/11	10/12
	PROBABILITY FOR		FIRST	FROST IN	AUTUMN	WITH MIN TEMP		0			
prob%	0	10	20	30	40	50	60	70	80	90	100
coff st.dev	-2.25	-1.28	-0.85	-0.52	-0.28	0	0.28	0.52	0.85	1.28	2.25
dev in day	-30	-17	-11	-7	-4	0	4	7	11	17	30
st.dev=13.2											
data mean 13/11											
dev at mean	14/10	27/10	02/11	06/11	09/11	13/11	17/11	20/11	24/11	30/11	13/12
	PROBABILITY FOR		FIRST	FROST IN	AUTUMN	WITH MIN TEMP		-2			
prob%	0	10	20	30	40	50	60	70	80	90	100
coff st.dev	-2.25	-1.28	-0.85	-0.52	-0.28	0	0.28	0.52	0.85	1.28	2.25
dev in day	-38	-22	-14	-9	-5	0	5	9	14	22	38
st.dev=16.8											
data mean 23/11											
dev at mean	26/10	01/11	09/11	14/11	18/11	23/11	28/11	02/12	07/12	15/12	31/12
	PROBABILITY FOR		FIRST	FROST IN	AUTUMN	WITH MIN TEMP		-4			
prob%	0	10	20	30	40	50	60	70	80	90	100
coff st.dev	-2.25	-1.28	-0.85	-0.52	-0.28	0	0.28	0.52	0.85	1.28	2.25
dev in day	-29	-17	-11	-7	-4	0	4	7	11	17	29
st.dev=12.6											
data mean 1/12											
dev at mean	31/10	13/11	19/11	24/11	27/11	01/12	05/12	08/12	13/12	19/12	01/01

جدول احتمالية حدوث أول صقيع عند العتبات المدروسة لمحطة السويداء

السويداء	PROBABILITY FOR		FIRST	FROST IN	AUTUMN	WITH MIN TEMP		2			
prob%	0	10	20	30	40	50	60	70	80	90	100
coff st.dev	-2.25	-1.28	-0.85	-0.52	-0.28	0	0.28	0.52	0.85	1.28	2.25
dev in day	-18	-10	-7	-4	-2	0	2	4	7	10	18
st.dev=7.8											
data mean 21/11											
dev at mean	03/11	11/11	14/11	17/11	19/11	21/11	23/11	25/11	28/11	01/12	09/12
	PROBABILITY FOR		FIRST	FROST IN	AUTUMN	WITH MIN TEMP		0			
prob%	0	10	20	30	40	50	60	70	80	90	100
coff st.dev	-2.25	-1.28	-0.85	-0.52	-0.28	0	0.28	0.52	0.85	1.28	2.25
dev in day	-23	-13	-9	-5	-3	0	3	5	9	13	23
st.dev=10.1											
data mean 27/11											
dev at mean	04/11	14/11	18/11	22/11	24/11	27/11	30/11	02/12	06/12	10/12	20/12
	PROBABILITY FOR		FIRST	FROST IN	AUTUMN	WITH MIN TEMP		-2			
prob%	0	10	20	30	40	50	60	70	80	90	100
coff st.dev	-2.25	-1.28	-0.85	-0.52	-0.28	0	0.28	0.52	0.85	1.28	2.25
dev in day	-26	-15	-10	-6	-3	0	3	6	10	15	26
st.dev=11.9											
data mean 3/12											
dev at mean	07/11	18/11	23/11	27/11	30/11	03/12	06/12	09/12	13/12	18/12	29/12
	PROBABILITY FOR		FIRST	FROST IN	AUTUMN	WITH MIN TEMP		-4			
prob%	0	10	20	30	40	50	60	70	80	90	100
coff st.dev	-2.25	-1.28	-0.85	-0.52	-0.28	0	0.28	0.52	0.85	1.28	2.25
dev in day	-9	-5	-4	-2	-1	0	1	2	4	5	9
st.dev=4.2											
data mean 25/12											
dev at mean	16/12	20/12	21/12	23/12	24/12	25/12	26/12	27/12	29/12	30/12	03/01

جدول احتمالية حدوث أول صقيع عند العتبات المدروسة لمحطة عين العرب

عين العرب	PROBABILITY FOR		FIRST	FROST IN	AUTUMN	WITH MIN TEMP	2				
prob%	0	10	20	30	40	50	60	70	80	90	100
coff st.dev	-2.25	-1.28	-0.85	-0.52	-0.28	0	0.28	0.52	0.85	1.28	2.25
dev in day	-33	-19	-12	-8	-4	0	4	8	12	19	33
st.dev=14.7											
data mean 3/11											
dev at mean	01/10	15/10	22/10	26/10	30/10	03/11	07/11	11/11	15/11	26/11	10/12
	PROBABILITY FOR		FIRST	FROST IN	AUTUMN	WITH MIN TEMP	0				
prob%	0	10	20	30	40	50	60	70	80	90	100
coff st.dev	-2.25	-1.28	-0.85	-0.52	-0.28	0	0.28	0.52	0.85	1.28	2.25
dev in day	-37	-21	-14	-8	-5	0	5	8	14	21	37
st.dev=16.3											
data mean 11/11											
dev at mean	05/10	21/10	28/10	03/11	06/11	11/11	16/11	19/11	25/11	02/12	18/12
	PROBABILITY FOR		FIRST	FROST IN	AUTUMN	WITH MIN TEMP	-2				
prob%	0	10	20	30	40	50	60	70	80	90	100
coff st.dev	-2.25	-1.28	-0.85	-0.52	-0.28	0	0.28	0.52	0.85	1.28	2.25
dev in day	-32	-18	-12	-7	-4	0	4	7	12	18	32
st.dev=14.3											
data mean 28/11											
	27/10	10/11	16/11	12/11	24/11	28/11	02/12	05/12	10/12	16/12	30/12
	PROBABILITY FOR		FIRST	FROST IN	AUTUMN	WITH MIN TEMP	-4				
prob%	0	10	20	30	40	50	60	70	80	90	100
coff st.dev	-2.25	-1.28	-0.85	-0.52	-0.28	0	0.28	0.52	0.85	1.28	2.25
dev in day	-32	-18	-12	-7	-4	0	4	7	12	18	25
st.dev=11											
data mean 6/12											
dev at mean	04/11	18/11	24/11	29/11	02/12	06/12	10/12	13/12	18/12	24/12	07/01

جدول احتمالية حدوث أول صقيع عند العتبات المدروسة لمحطة القنيطرة

القنيطرة	PROBABILITY FOR		FIRST	FROST IN	AUTUMN	WITH MIN TEMP		2				
prob%	0	10	20	30	40	50	60	70	80	90	100	
coff st.dev	-2.25	-1.28	-0.85	-0.52	-0.28	0	0.28	0.52	0.85	1.28	2.25	
dev in day	-19	-11	-7	-4	-2	0	2	4	7	11	19	
st.dev=8.5												
data mean 17/11												
dev at mean	29/10	06/11	10/11	13/11	15/11	17/11	19/11	21/11	24/11	28/11	06/12	
	PROBABILITY FOR		FIRST	FROST IN	AUTUMN	WITH MIN TEMP		0				
prob%	0	10	20	30	40	50	60	70	80	90	100	
coff st.dev	-2.25	-1.28	-0.85	-0.52	-0.28	0	0.28	0.52	0.85	1.28	2.25	
dev in day	-15	-9	-6	-4	-2	0	2	4	6	9	15	
st.dev=6.8												
data mean 22/11												
dev at mean	07/11	13/11	16/11	18/11	20/11	22/11	24/11	26/11	28/11	01/12	07/12	
	PROBABILITY FOR		FIRST	FROST IN	AUTUMN	WITH MIN TEMP		-2				
prob%	0	10	20	30	40	50	60	70	80	90	100	
coff st.dev	-2.25	-1.28	-0.85	-0.52	-0.28	0	0.28	0.52	0.85	1.28	2.25	
dev in day	-15	-9	-6	-3	-2	0	2	3	6	9	15	
st.dev=6.7												
data mean 25/11												
dev at mean	10/11	16/11	19/11	22/11	23/11	25/11	27/11	28/11	01/12	04/12	10/12	
	PROBABILITY FOR		FIRST	FROST IN	AUTUMN	WITH MIN TEMP		-4				
prob%	0	10	20	30	40	50	60	70	80	90	100	
coff st.dev	-2.25	-1.28	-0.85	-0.52	-0.28	0	0.28	0.52	0.85	1.28	2.25	
dev in day	-21	-12	-8	-5	-3	0	3	5	8	12	21	
st.dev=9.3												
data mean 6/12												
dev at mean	15/11	24/11	28/11	01/12	03/12	06/12	09/12	11/12	14/12	18/12	27/12	

جدول احتمالية حدوث أول صقيع عند العتبات المدروسة لمحطة سرغايا

سرغايا	PROBABILITY FOR		FIRST	FROST IN	AUTUMN	WITH MIN TEMP		2			
prob%	0	10	20	30	40	50	60	70	80	90	100
coff st.dev	-2.25	-1.28	-0.85	-0.52	-0.28	0	0.28	0.52	0.85	1.28	2.25
dev in day	-45	-26	-17	-10	-6	0	6	10	17	26	45
st.dev=20.1											
data mean20/10											
dev at mean	05/09	24/09	03/10	10/10	14/10	20/10	26/10	30/10	06/11	15/11	04/12
	PROBABILITY FOR		FIRST	FROST IN	AUTUMN	WITH MIN TEMP		0			
prob%	0	10	20	30	40	50	60	70	80	90	100
coff st.dev	-2.25	-1.28	-0.85	-0.52	-0.28	0	0.28	0.52	0.85	1.28	2.25
dev in day	-32	-18	-12	-7	-4	0	4	7	12	18	32
st.dev=14.4											
data mean3/11											
dev at mean	27/09	12/10	14/12	23/10	26/10	03/11	07/11	10/11	15/11	19/11	05/12
	PROBABILITY FOR		FIRST	FROST IN	AUTUMN	WITH MIN TEMP		-2			
prob%	0	10	20	30	40	50	60	70	80	90	100
coff st.dev	-2.25	-1.28	-0.85	-0.52	-0.28	0	0.28	0.52	0.85	1.28	2.25
dev in day	-28	-16	-11	-6	-3	0	3	6	11	16	28
st.dev=12.4											
data mean 12/11											
dev at mean	15/10	27/10	01/11	06/11	09/11	12/11	15/11	18/11	23/11	28/11	10/12
	PROBABILITY FOR		FIRST	FROST IN	AUTUMN	WITH MIN TEMP		-4			
prob%	0	10	20	30	40	50	60	70	80	90	100
coff st.dev	-2.25	-1.28	-0.85	-0.52	-0.28	0	0.28	0.52	0.85	1.28	2.25
dev in day	-31	-17	-12	-7	-4	0	4	7	12	17	31
st.dev=13.6											
data mean22/11											
dev at mean	22/10	05/11	10/11	15/11	18/11	22/11	26/11	29/11	04/12	09/12	23/12

جدول احتمالية حدوث آخر صقيع عند العتبات المدروسة لمحطة درعا

درعا	PROBABILITY FOR		LAST	FROST IN	SPRING	WITH MIN TEMP		2			
prob%	100	90	80	70	60	50	40	30	20	10	0
coff st.dev	-2.25	-1.28	-0.85	-0.52	-0.28	0	0.28	0.52	0.85	1.28	2.25
dev in day	-41	-23	-16	-10	-5	0	5	10	16	23	41
st.dev=18.3											
data mean 22/3											
	09/02	27/02	06/03	12/03	17/03	22/03	27/03	01/04	07/04	14/04	02/05
	PROBABILITY FOR		LAST	FROST IN	SPRING	WITH MIN TEMP		0			
prob%	100	90	80	70	60	50	40	30	20	10	0
coff st.dev	-2.25	-1.28	-0.85	-0.52	-0.28	0	0.28	0.52	0.85	1.28	2.25
dev in day	-39	-22	-15	-9	-5	0	5	9	15	22	39
st.dev=17.3											
data mean 14/3											
dev at mean	03/02	20/02	27/02	05/03	09/03	14/03	19/03	23/03	29/03	05/04	22/04
daraa											
daraa	PROBABILITY FOR		LAST	FROST IN	SPRING	WITH MIN TEMP		-2			
prob%	100	90	80	70	60	50	40	30	20	10	0
coff st.dev	-2.25	-1.28	-0.85	-0.52	-0.28	0	0.28	0.52	0.85	1.28	2.25
dev in day	-41	-23	-15	-9	-5	0	5	9	15	23	41
st.dev=18.2											
data mean 11/3											
dev at mean	30/01	17/02	25/02	02/03	06/03	11/03	16/03	20/03	26/03	03/04	12/04
	PROBABILITY FOR		LAST	FROST IN	SPRING	WITH MIN TEMP		-4			
prob%	100	90	80	70	60	50	40	30	20	10	0
coff st.dev	-2.25	-1.28	-0.85	-0.52	-0.28	0	0.28	0.52	0.85	1.28	2.25
dev in day	-23	-13	-9	-5	-3	0	3	5	9	13	23
st.dev=10.2											
data mean 12/2											
dev at mean	20/01	30/01	03/02	07/02	09/02	12/02	15/02	17/02	21/02	25/02	06/03

جدول احتمالية حدوث آخر صقيع عند العتبات المدروسة لمحطة دمشق

دمشق	PROBABILITY FOR		LAST	FROST IN	SPRING	WITH MIN TEMP		2			
prob%	100	90	80	70	60	50	40	30	20	10	0
coff st.dev	-2.25	-1.28	-0.85	-0.52	-0.28	0	0.28	0.52	0.85	1.28	2.25
dev in day	-38	-22	-14	-9	-5	0	5	9	14	22	38
st.dev=16.9											
data mean 31/3											
dev at mean	22/02	09/03	17/03	22/03	26/03	31/03	05/04	09/04	14/04	22/04	08/05
	PROBABILITY FOR		LAST	FROST IN	SPRING	WITH MIN TEMP		0			
prob%	100	90	80	70	60	50	40	30	20	10	0
coff st.dev	-2.25	-1.28	-0.85	-0.52	-0.28	0	0.28	0.52	0.85	1.28	2.25
dev in day	-31	-18	-12	-7	-4	0	4	7	12	18	31
st.dev=13.9											
data mean 20/3											
dev at mean	18/02	03/02	08/03	13/03	16/03	20/03	24/03	27/03	07/04	17/04	20/04
	PROBABILITY FOR		LAST	FROST IN	SPRING	WITH MIN TEMP		-2			
prob%	100	90	80	70	60	50	40	30	20	10	0
coff st.dev	-2.25	-1.28	-0.85	-0.52	-0.28	0	0.28	0.52	0.85	1.28	2.25
dev in day	-31	-17	-12	-7	-4	0	4	7	12	17	31
st.dev=13.6											
data mean 9/3											
dev at mean	07/02	21/02	26/02	03/03	05/03	09/03	13/03	16/03	21/03	26/03	09/04
	PROBABILITY FOR		LAST	FROST IN	SPRING	WITH MIN TEMP		-4			
prob%	100	90	80	70	60	50	40	30	20	10	0
coff st.dev	-2.25	-1.28	-0.85	-0.52	-0.28	0	0.28	0.52	0.85	1.28	2.25
dev in day	-33	-19	-12	-8	-4	0	4	8	12	19	33
st.dev=14.7											
data mean 4/3											
dev at mean	31/01	14/02	21/02	25/02	29/2	04/03	08/03	12/03	16/03	23/03	06/04

جدول احتمالية حدوث آخر صقيع عند العتبات المدروسة لمحطة السويداء

السويداء	PROBABILITY FOR		LAST	FROST IN	SPRING	WITH MIN TEMP		2			
prob%	100	90	80	70	60	50	40	30	20	10	0
coff st.dev	-2.25	-1.28	-0.85	-0.52	-0.28	0	0.28	0.52	0.85	1.28	2.25
dev in day	-34	-19	-13	-8	-4	0	4	8	14	19	34
st.dev=15											
data mean 22/3											
dev at mean	22/02	06/03	11/03	15/03	18/03	22/03	26/03	30/03	04/04	10/04	25/04
	PROBABILITY FOR		LAST	FROST IN	SPRING	WITH MIN TEMP		0			
prob%	100	90	80	70	60	50	40	30	20	10	0
coff st.dev	-2.25	-1.28	-0.85	-0.52	-0.28	0	0.28	0.52	0.85	1.28	2.25
dev in day	-35	-20	-13	-8	-4	0	4	8	13	20	35
st.dev=15.5											
data mean 21/3											
dev at mean	15/02	01/03	08/03	13/03	17/03	21/03	25/03	29/03	03/04	10/04	25/04
	PROBABILITY FOR		LAST	FROST IN	SPRING	WITH MIN TEMP		-2			
prob%	100	90	80	70	60	50	40	30	20	10	0
coff st.dev	-2.25	-1.28	-0.85	-0.52	-0.28	0	0.28	0.52	0.85	1.28	2.25
dev in day	-29	-17	-11	-7	-4	0	4	7	11	17	29
st.dev=13.1											
data mean 1/3											
dev at mean	01/02	06/02	12/02	16/02	26/02	01/03	05/03	08/03	12/03	18/03	30/03
	PROBABILITY FOR		LAST	FROST IN	SPRING	WITH MIN TEMP		-4			
prob%	100	90	80	70	60	50	40	30	20	10	0
coff st.dev	-2.25	-1.28	-0.85	-0.52	-0.28	0	0.28	0.52	0.85	1.28	2.25
dev in day	-29	-16	-10	-7	-4	0	4	7	10	16	29
st.dev=12.8											
data mean 25/2											
dev at mean	27/01	09/02	14/02	18/02	21/04	25/02	29/2	03/03	07/03	12/03	25/03

جدول احتمالية حدوث آخر صقيع عند العتبات المدروسة لمحطة القنيطرة

القنيطرة	PROBABILITY FOR		LAST	FROST IN	SPRING	WITH MIN TEMP		2			
prob%	100	90	80	70	60	50	40	30	20	10	0
coff st.dev	-2.25	-1.28	-0.85	-0.52	-0.28	0	0.28	0.52	0.85	1.28	2.25
dev in day	-32	-18	-12	-7	-4	0	4	7	12	18	32
st.dev=14											
data mean 22/3											
dev at mean	19/02	04/03	10/03	15/03	18/03	22/03	26/03	29/03	03/04	09/04	23/04
	PROBABILITY FOR		LAST	FROST IN	SPRING	WITH MIN TEMP		0			
prob%	100	90	80	70	60	50	40	30	20	10	0
coff st.dev	-2.25	-1.28	-0.85	-0.52	-0.28	0	0.28	0.52	0.85	1.28	2.25
dev in day	-33	-19	-12	-8	-4	0	4	8	12	19	33
st.dev=14.5											
data mean 20/3											
dev at mean	16/02	01/03	08/03	12/03	16/03	20/03	24/03	28/03	01/04	08/04	21/04
	PROBABILITY FOR		LAST	FROST IN	SPRING	WITH MIN TEMP		-2			
prob%	100	90	80	70	60	50	40	30	20	10	0
coff st.dev	-2.25	-1.28	-0.85	-0.52	-0.28	0	0.28	0.52	0.85	1.28	2.25
dev in day	-39	-22	-15	-9	-5	0	5	9	15	22	39
st.dev=17.3											
data mean 8/3											
dev at mean	29/01	15/02	22/02	28/02	03/03	08/03	13/03	17/03	23/03	30/03	16/04
	PROBABILITY FOR		LAST	FROST IN	SPRING	WITH MIN TEMP		-4			
prob%	100	90	80	70	60	50	40	30	20	10	0
coff st.dev	-2.25	-1.28	-0.85	-0.52	-0.28	0	0.28	0.52	0.85	1.28	2.25
dev in day	-32	-18	-12	-7	-4	0	4	7	12	18	32
st.dev=14.3											
data mean 28/2											
dev at mean	27/01	10/02	16/02	21/02	24/02	28/02	03/03	06/03	11/03	17/03	31/03

جدول احتمالية حدوث آخر صقيع عند العتبات المدروسة لمحطة سرغايا

سرغايا	PROBABILITY FOR		LAST	FROST IN	SPRING	WITH MIN TEMP		2			
prob%	100	90	80	70	60	50	40	30	20	10	0
coff st.dev	-2.25	-1.28	-0.85	-0.52	-0.28	0	0.28	0.52	0.85	1.28	2.25
dev in day	-49	-28	-19	-11	-6	0	6	11	19	28	49
st.dev=21.8											
data mean12/5											
dev at mean	24/03	14/04	23/04	01/05	06/05	12/05	18/05	23/05	31/05	09/06	30/06
	PROBABILITY FOR		LAST	FROST IN	SPRING	WITH MIN TEMP		0			
prob%	100	90	80	70	60	50	40	30	20	10	0
coff st.dev	-2.25	-1.28	-0.85	-0.52	-0.28	0	0.28	0.52	0.85	1.28	2.25
dev in day	51	29	19	12	6	0	6	12	19	29	51
st.dev=22.5											
data mean29/4											
dev at mean	09/03	31/03	10/04	17/04	23/04	29/04	05/05	11/05	18/05	28/05	19/06
	PROBABILITY FOR		LAST	FROST IN	SPRING	WITH MIN TEMP		-2			
prob%	100	90	80	70	60	50	40	30	20	10	0
coff st.dev	-2.25	-1.28	-0.85	-0.52	-0.28	0	0.28	0.52	0.85	1.28	2.25
dev in day	-51	-29	-19	-12	-6	0	6	12	19	29	51
st.dev=22.5											
data mean 9/4											
dev at mean	18/02	11/03	21/03	28/03	03/04	09/04	15/04	21/04	28/04	08/05	30/05
	PROBABILITY FOR		LAST	FROST IN	SPRING	WITH MIN TEMP		-4			
prob%	100	90	80	70	60	50	40	30	20	10	0
coff st.dev	-2.25	-1.28	-0.85	-0.52	-0.28	0	0.28	0.52	0.85	1.28	2.25
dev in day	-42	-24	-16	-10	-5	0	5	10	16	24	42
st.dev=18.6											
data mean 23/3											
dev at mean	10/02	28/02	07/03	13/03	18/03	23/03	28/03	02/04	08/04	16/04	04/05

جدول احتمالية حدوث آخر صقيع عند العتبات المدروسة لمحطة عين العرب

عين العرب	PROBABILITY FOR		LAST	FROST IN	SPRING	WITH MIN TEMP		2			
prob%	100	90	80	70	60	50	40	30	20	10	0
coff st.dev	-2.25	-1.28	-0.85	-0.52	-0.28	0	0.28	0.52	0.85	1.28	2.25
dev in day	-45	-26	-17	-11	-6	0	6	11	17	26	45
st.dev=20.2											
data mean 18/4											
dev at mean	04/03	23/03	01/04	07/04	12/04	18/04	24/04	29/04	05/05	14/05	02/06
	PROBABILITY FOR		LAST	FROST IN	SPRING	WITH MIN TEMP		0			
prob%	100	90	80	70	60	50	40	30	20	10	0
coff st.dev	-2.25	-1.28	-0.85	-0.52	-0.28	0	0.28	0.52	0.85	1.28	2.25
dev in day	-40	-23	-15	-9	-5	0	5	9	15	23	40
st.dev=17.8											
data mean 11/4											
dev at mean	02/03	19/03	27/03	02/04	06/04	11/04	16/04	20/04	26/04	04/05	21/05
	PROBABILITY FOR		LAST	FROST IN	SPRING	WITH MIN TEMP		-2			
prob%	100	90	80	70	60	50	40	30	20	10	0
coff st.dev	-2.25	-1.28	-0.85	-0.52	-0.28	0	0.28	0.52	0.85	1.28	2.25
dev in day	-44	-25	-16	-10	-5	0	5	10	16	25	44
st.dev=19.4											
data mean 19/3											
dev at mean	04/02	23/03	03/03	09/03	14/03	19/03	24/03	29/03	04/04	13/04	02/05
	PROBABILITY FOR		LAST	FROST IN	SPRING	WITH MIN TEMP		-4			
prob%	100	90	80	70	60	50	40	30	20	10	0
coff st.dev	-2.25	-1.28	-0.85	-0.52	-0.28	0	0.28	0.52	0.85	1.28	2.25
dev in day	-38	-22	-14	-9	-5	0	5	9	14	22	38
st.dev=16.9											
data mean 11/3											
dev at mean	02/02	18/02	26/02	02/03	06/03	11/03	16/03	20/03	25/03	02/04	18/04