

دولة فلسطين
سلطة جودة البيئة

دلائل ومؤشرات التغير المناخي في فلسطين وبلاد الشام

إعداد :

د. علاء سلامة

(خبير التغيرات المناخية لدى سلطة جودة البيئة)

2023

Environment Quality Authority (EQA)
El-Bireh, P.O.Box 3841
Ramallah, Palestine
Tel: +970 2 2403495
Fax: +970 2 2403494

مقدمة :

يقدم هذا التقرير ملخصاً لدلائل ومؤشرات التغيرات المناخية في فلسطين وبلاد الشام ككل. إن هذه الدلائل والمؤشرات توصلت إليها أبحاث الدكتور علاء سلامة، بناء على أساس علمي متين ومراعية لمبادئ البحث العلمي ومناهجه في إطار علوم الغلاف الجوي والمناخ. يهدف التقرير إلى **توطيّن** المعرفة المناخية في فلسطين، والإعتماد على النتائج **المنجزة وطنياً** في إنشاء وتصميم المنشورات والخطط والسيناريوهات المناخية الفلسطينية، والتي تشرف على إنجازها سلطة جودة البيئة. إن هذا، وبدون أدنى شك، يساهم بشكل فعال في تطوير وتحديث الخطط والسياسات الوطنية للتخفيف والتكيف مع التغيرات المناخية في فلسطين. بالإضافة إلى أنه يوفر الأساس العلمي لأية تقارير أخرى ذات صلة بقضايا التغير المناخي المتنوعة. يتألف هذا التقرير من ثلاثة أقسام على النحو الآتي :-

القسم	العنوان	الصفحة
القسم الأول	الدلائل والمؤشرات المتعلقة بتحليل درجات الحرارة (العظمى، والصغرى، والمدى الحراري) في فلسطين التاريخية وبلاد الشام.	8-3
القسم الثاني	الدلائل والمؤشرات المتعلقة بتحليل الأمطار في فلسطين التاريخية ومنطقة بلاد الشام.	13-9
القسم الثالث	الدلائل والمؤشرات المتعلقة بتحليل مؤشرات الأمطار المتطرفة في فلسطين التاريخية.	16-14
القسم الرابع	الملاحق	19-17

المفاهيم والمصطلحات :

1. **بلاد الشام :** المنطقة التي تضم كلا من فلسطين التاريخية، الأردن، سوريا، ولبنان.
2. **فلسطين التاريخية :** يقصد بها في هذا التقرير كامل مساحة الضفة الغربية وقطاع غزة والأراضي المحتلة عام 1948.
3. **درجة الحرارة العظمى :** أعلى درجة حرارة يمكن تسجيلها خلال اليوم وتكون في النهار، وعادة في ساعات الظهيرة.
4. **درجة الحرارة الصغرى :** أدنى درجة حرارة يمكن تسجيلها خلال اليوم وتكون في الليل، وعادة في ساعات الفجر.
5. **المدى الحراري :** هو الفرق بين درجات الحرارة العظمى والصغرى التي يتم تسجيلهما خلال اليوم.
6. **مؤشر عدد أيام المطر :** عدد الأيام التي كانت فيها كميات الأمطار أكثر من 1 ملم.
7. **مؤشر معامل تركّز المطر :** المجموع السنوي أو الفصلي للأمطار مقسوماً على عدد أيام المطر السنوية أو الفصلية.

المعلومات المتعلقة بأعداد المحطات التي استخدمت بياناتها في هذا التحليل، ومعايير ضبط الجودة، متوفرة في الملاحق لهذا التقرير على النحو الآتي :

1. **الشكل 1. (a) موقع منطقة الدراسة، (b) المعالم الطبوغرافية، (c) تصنيف كوبن للأقاليم المناخية.**
الجدول 1. عدد محطات الرصد الجوي التي اجتازت معايير ضبط الجودة (معالجة البيانات المفقودة والمتطرفة، واختبارات التجانس)، للبيانات الشهرية والتي استخدمت في التحليل لكل من درجات الحرارة والأمطار بحسب دول بلاد الشام.
2. **الجدول 2.** عدد محطات الرصد الجوي التي اجتازت معايير ضبط الجودة (معالجة البيانات المفقودة والمتطرفة، واختبارات التجانس)، والتي استخدمت في التحليل للبيانات اليومية لكل من درجات الحرارة والأمطار لفلسطين.

تنويه :

إن جميع المعلومات والمعطيات الواردة في هذا التقرير مستخلصة من أطروحة الدكتوراة الخاصة بالدكتور علاء سلامة، والموسومة بالتقلبات المناخية في بلاد الشام/Climate Variability in the Levant region، والتي أعدها في جامعة غرناطة/إسبانيا، قسم الفيزياء التطبيقية من العام 2021. بالإضافة الى إستخلاصها من عدة أبحاث علمية رائدة على مستوى المنطقة قام بنشرها الدكتور سلامة في مجلات علمية محكمة ومتخصصة في مجال التغيرات المناخية. إن جميع الأشكال والخرائط والجداول في هذا التقرير من تصميم وإنشاء الدكتور سلامة، ويمنع إعادة نشرها أو توزيعها إلا بالحصول على الموافقة الخطية من سلطة جودة البيئة.

للوصول الى أطروحة الدكتوراة والأبحاث ولمزيد من النتائج والمعطيات يرجى زيارة : -

1. <https://www.researchgate.net/profile/Ala-A-M-Salameh> .
2. <https://www.mdpi.com/2073-4441/14/23/3799> .
3. <https://rmets.onlinelibrary.wiley.com/doi/abs/10.1002/joc.6171> .
4. <https://link.springer.com/article/10.1007/s00704-018-2561-y> .
5. <https://link.springer.com/article/10.1007/s00704-018-2561-y> .
6. <https://revistaseug.ugr.es/index.php/cuadgeo/article/view/6456> .
7. <https://www.mdpi.com/2073-4433/13/1/131> .
8. <https://digibug.ugr.es/handle/10481/70151> .
9. <https://www.semanticscholar.org/paper/SPATIO-TEMPORAL-ANALYSIS-OF-MAXIMUM-AND-MINIMUM-Salameh-G%C3%A1mizFortis/f6eff169a3787298c3ef53efb1e226ba789b39b9> .

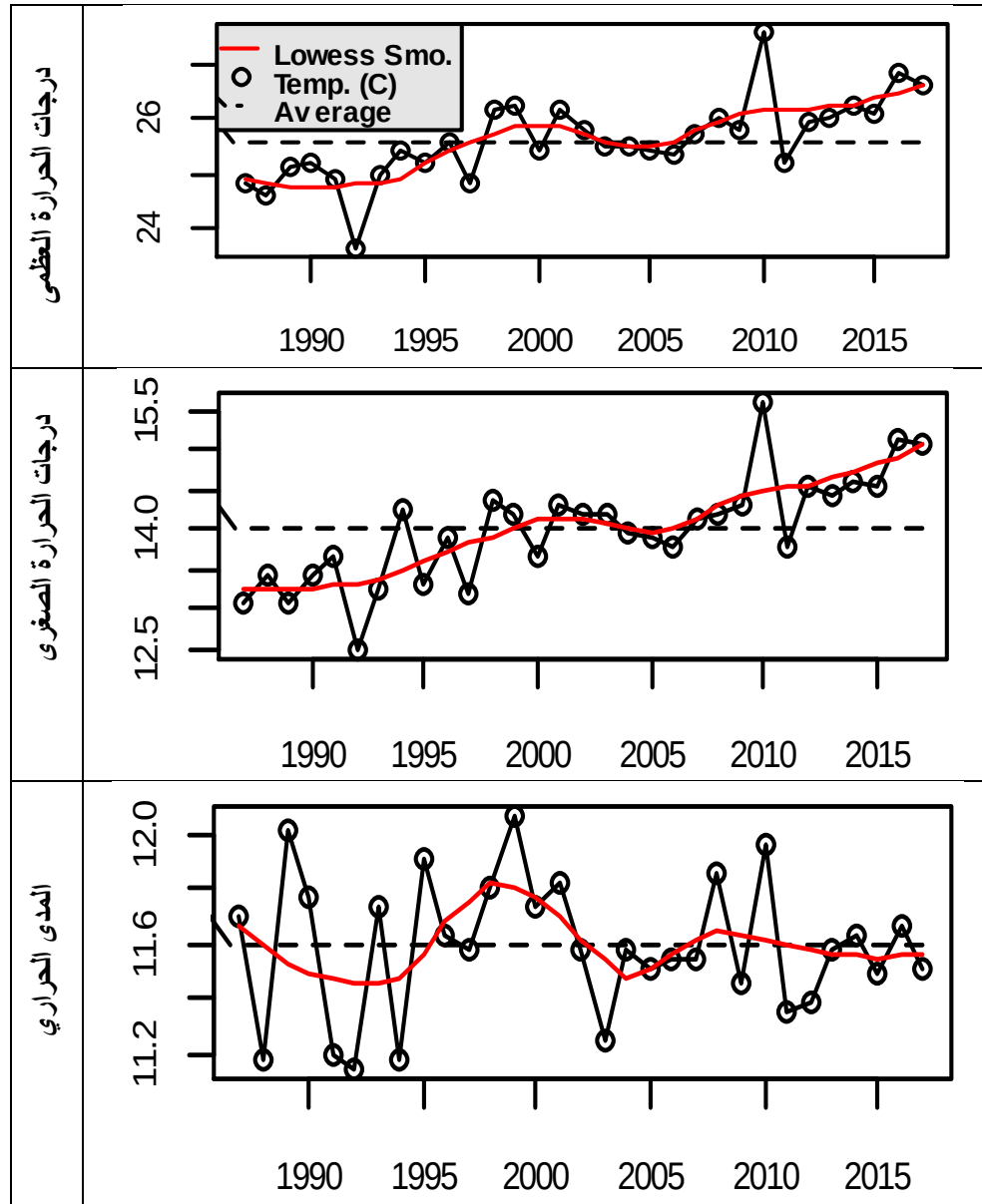
القسم الأول :

الدلائل والمؤشرات المتعلقة بتحليل درجات الحرارة (العظمى، والصغرى، والمدى الحراري) في فلسطين
وبلاد الشام

أولا : معطيات عامة عن درجات الحرارة في فلسطين وبلاد الشام

1. يوضح الشكل (1) السلوك الحراري لثلاثة متغيرات مرتبطة بتحليل درجات الحرارة : درجات الحرارة العظمى، درجات الحرارة الصغرى، والمدى الحراري في بلاد الشام خلال الفترة 1987-2018. بلغ المعدل السنوي العام للفترة 1987-2018 حوالي 25.6 درجة مئوية لدرجات الحرارة العظمى، و 13.9 درجة مئوية لدرجات الحرارة الصغرى، و 11.6 درجة مئوية للمدى الحراري¹. كما يلاحظ أن هناك تشابها في النمط الحراري لدرجات الحرارة العظمى والصغرى (الشكل 1)، حيث إرتفعت درجات الحرارة خلال الفترة 1987-2000 تحت المعدل العام، ثم تناقصت للفترة 2001-2006 حول المعدل العام، لتبدأ بالتزايد فوق المعدل العام منذ عام 2007 وحتى 2018.

الشكل (1) : السلوك الزمني لدرجات الحرارة العظمى والصغرى والمدى الحراري في بلاد الشام للفترة 1987-2018.



¹ للإطلاع على الموقع الجغرافي لمنطقة الدراسة/بلاد الشام، وأعداد المحطات التي أستخدمت بياناتها في هذا التحليل، يرجى رؤية الشكل 1 ، الجدول 1 ، والجدول 2 في قسم الملاحق.

2. إن أعلى معدل لدرجات الحرارة تم تسجيله عام 2010 بواقع (27.5 درجة مئوية للحرارة العظمى و 15.5 درجة مئوية للحرارة الصغرى)، بينما تم تسجيل أقل معدل عام 1992 بواقع (23.6 درجة مئوية للحرارة العظمى و 12.3 درجة مئوية للحرارة الصغرى) (الشكل 1).
3. فيما يتعلق بالمدى الحراري، يلاحظ إنخفاض المدى الحراري السنوي بشكل عام حيث إتجت كلا من درجات الحرارة العظمى والصغرى إلى الإنخفاض في الفترة 2000-2006، بينما كان يميل المدى الحراري إلى البقاء ثابتاً، على الرغم من زيادة كلا من درجات الحرارة العظمى والصغرى في الفترة 2006-2018، والذي يمكن أن يعزى إلى إرتفاع معدلات الحرارة الصغرى (0.90 درجة مئوية/عقد) بوتيرة أكبر من العظمى (0.71 درجة مئوية/عقد) في تلك الفترة.

ثانياً : تحليل التوجهات الحرارية للفترة 2018-1987

1. خلال الفترة 2018-1987، إرتفع وبدلالة إحصائية معدل الإحترار السنوي في بلاد الشام لدرجات الحرارة العظمى بواقع (0.33 درجة مئوية/عقد، 1 درجة مئوية/31 سنة)، وللصغرى بواقع (0.30 درجة مئوية/عقد، 0.93 درجة مئوية/31 سنة). وفي حال إستمرار الوضع الراهن، فإن درجات الحرارة السنوية في المنطقة سترتفع بمعدل 1 درجة مئوية للفترة 2018-2050، و بمعدل زيادة 2 درجة مئوية للفترة 1987-2050، وهو أعلى من المعدل المتوقع عالمياً والبالغ 1.5 درجة مئوية (الجدول 1).

الجدول (1) : مقدار التوجهات الحرارية لدرجات الحرارة العظمى والصغرى والمدى الحراري في بلاد الشام على المستوى السنوي خلال الفترة 2018-1987. (***) تشير إلى فروق ذات دلالة إحصائية عند مستوى 0.001 ، (**) عند مستوى 0.01 ، و (*) عند مستوى 0.05 ، (+) عند مستوى 0.1.

المستوى الزمني	درجة الحرارة العظمى (درجة مئوية/10 سنوات)	درجة الحرارة الصغرى (درجة مئوية/10 سنوات)	المدى الحراري (درجة مئوية/10 سنوات)
السنوي	0.33***	0.30***	-0.03

2. أظهرت جميع الفصول توجهات إحترار متزايدة وبدلالة إحصائية في درجات الحرارة العظمى والصغرى، كان أكثرها لفصل الربيع بواقع (0.53 درجة مئوية/عقد) للحرارة العظمى، و (0.51 درجة مئوية/عقد) للحرارة الصغرى. ووفق هذه المعدلات من الإحترار التي يشهدها فصل الربيع، فمن المتوقع أن ترتفع درجات الحرارة في فصل الربيع بمعدل 1.7 درجة مئوية للفترة 2018-2050، وبمعدل 3 درجات مئوية للفترة 1987-2050، مما يعني تماهي فصل الربيع في خصائصه الحرارية مع فصل الصيف، حيث أن معدلات إحتاراه ضعف تلك المحسوبة لفصل الصيف (الجدول 2). كما لوحظ أن فصل الشتاء شهد إحتاراً كبيراً وبدلالة إحصائية في درجات حرارته العظمى بمعدل (0.50 درجة مئوية/عقد)، مقارنة مع درجات حرارته الصغرى التي شهدت إحتاراً أقل بواقع (0.27 درجة مئوية/عقد). (الجدول 2).

الجدول (2) : مقدار التوجهات الحرارية لدرجات الحرارة العظمى والصغرى والمدى الحراري في بلاد الشام على المستوى الفصلي خلال الفترة 2018-1987. (***) تشير إلى فروق ذات دلالة إحصائية عند مستوى 0.001 ، (**) عند مستوى 0.01 ، و (*) عند مستوى 0.05 ، (+) عند مستوى 0.1.

المستوى الزمني	درجة الحرارة العظمى (درجة مئوية/10 سنوات)	درجة الحرارة الصغرى (درجة مئوية/10 سنوات)	المدى الحراري (درجة مئوية/10 سنوات)
الشتاء	0.50**	0.27+	0.30
الربيع	0.53**	0.51**	-0.07
الصيف	0.34**	0.29***	-0.21
الخريف	0.36*	0.52***	-0.27

3. على المستوى الشهري، أظهرت جميع شهور السنة توجهات إحترار متزايدة، وكانت بدلالة إحصائية لشهور (شباط، آذار، حزيران، تموز، آب)، حيث أظهر شهر آذار أعلى تلك التوجهات تزايدا بواقع (1.05 درجة مئوية/عقد) للحرارة العظمى، و (0.72 درجة مئوية/عقد) للحرارة الصغرى (الجدول 3).

الجدول (3) : مقدار التوجهات الحرارية لدرجات الحرارة العظمى والصغرى والمدى الحراري في بلاد الشام على المستوى الشهري خلال الفترة 1987-2018. (***) تشير إلى فروق ذات دلالة إحصائية عند مستوى 0.001 ، (**) عند مستوى 0.01 ، و (*) عند مستوى 0.05 ، (+) عند مستوى 0.1.

المستوى الزمني	درجة الحرارة العظمى (درجة مئوية/10 سنوات)	درجة الحرارة الصغرى (درجة مئوية/10 سنوات)	المدى الحراري (درجة مئوية/10 سنوات)
كانون ثان	0.49	0.26	0.26+
شباط	0.83*	0.63*	0.31
آذار	1.05*	0.72*	0.33+
نيسان	0.55	0.42+	0.06
ايار	0.16	0.43*	-0.15
حزيران	0.48*	0.27*	-0.012
تموز	0.41*	0.45***	-0.12
آب	0.47***	0.45***	-0.20*
أيلول	0.35+	0.46***	-0.17*
تشرين أول	0.12	0.36	-0.05
تشرين ثان	0.32	0.40	-0.01
كانون أول	0.49	0.26	0.21

4. في بلاد الشام، جاء معدل الإحترار في درجات الحرارة العظمى - المسجلة أثناء النهار - أكبر مقارنة مع معدل الإحترار لدرجات الحرارة الصغرى - المسجلة أثناء الليل - وذلك على المستوى السنوي، ولفصول الشتاء (كانون الأول، شباط) والربيع (آذار، أبريل)، ولشهور حزيران وآب. في المقابل، شهدت المنطقة إحترازا أعلى في درجات الحرارة الصغرى مقارنة مع العظمى لفصلي الصيف (تموز، آب) والخريف (أيلول، تشرين الأول، تشرين الثاني) (الجدول 1 و 2 و 3).

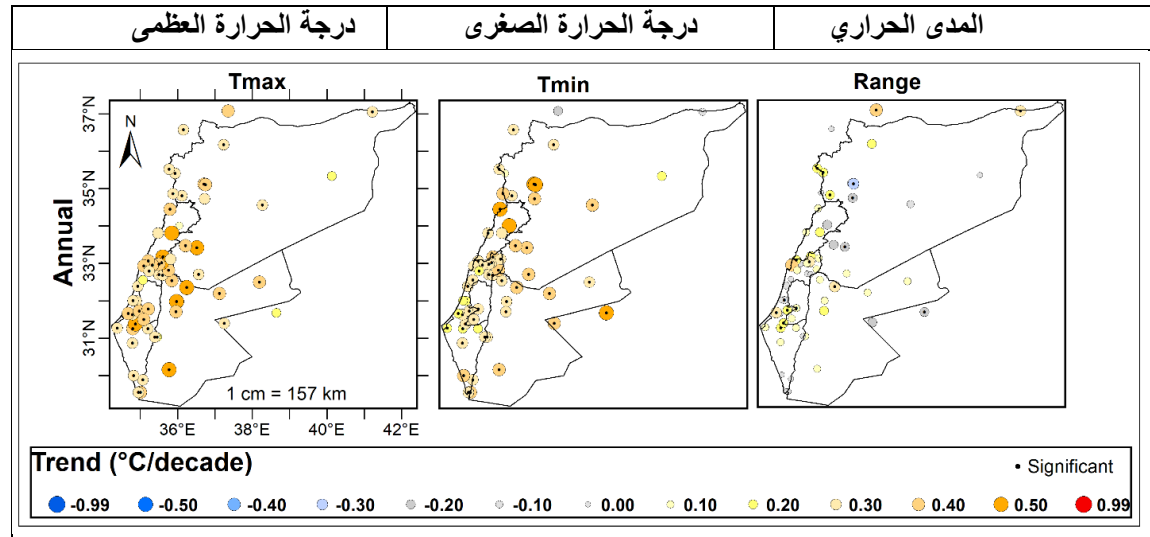
5. فيما يتعلق بالمدى الحراري، أشارت النتائج الى إرتفاع في المدى الحراري للشهور الباردة (كانون الأول حتى نيسان)، بينما لوحظ إنخفاض في المدى الحراري للشهور الدافئة (أيار حتى تشرين الثاني)، وجاء المدى الحراري بتوجهات متناقصة ذات دلالة إحصائية لشهور آب وأيلول بواقع -0.20 و -0.17 (درجة مئوية/عقد) على التوالي (الجدول 3).

6. على المستوى المحلي/المحطات (الشكل 2 والشكل 3)، قدمت النتائج أدلة قوية جدا على حقيقة إحترار المنطقة وإرتفاع درجات حرارتها، حيث أظهرت أكثر من 45 محطة من أصل 60 محطة خضعت بياناتها للتحليل لتوجهات إحترار متزايدة وبدلالة إحصائية في كلا من درجات الحرارة العظمى والصغرى، وتحديدًا على المستوى السنوي، ولفصول الربيع والصيف.

7. بالمقارنة مع باقي مناطق بلاد الشام (الشكل 2)، شكلت المواقع الشمالية من فلسطين (32.8°N-33.3°N) والوسطى (31°N-32°N)، أعلى معدلات إحترار سنوية وبدلالة إحصائية في درجات الحرارة العظمى بواقع (0.37 درجة مئوية/عقد)، بينما شكلت معدلات أقل من الإحترار في درجات الحرارة الصغرى بواقع (أقل من 0.30 درجة مئوية/عقد). يلاحظ أيضا أن المدى الحراري للمناطق الشمالية والوسطى من فلسطين جاء متزايدا وبدلالة إحصائية

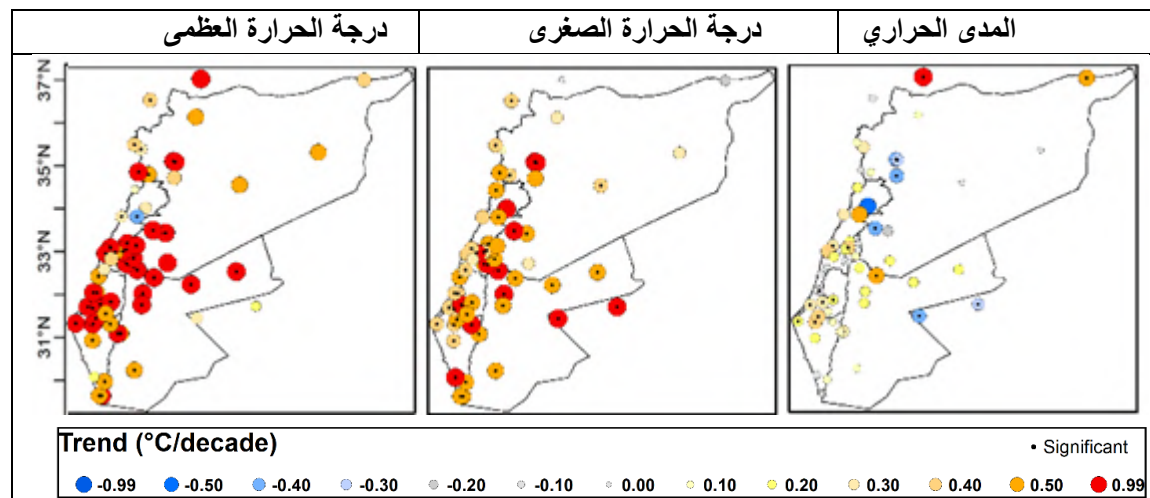
بواقع (0.25 درجة مئوية/عقد)، وهذا يعود بالأساس الى الارتفاع الكبير في درجات الحرارة العظمى لتلك المناطق مقارنة مع الارتفاع الأقل في درجات حرارتها الصغرى (الشكل 2).

الشكل (2) : التوزيع الجغرافي لمقدار التوجهات الحرارية على المستوى السنوي لجميع المواقع المدروسة في بلاد الشام خلال الفترة 1987-2018.



8. أيضاً، شكلت المواقع الشمالية (32.8°N-33.3°N) والوسطى (31°N-32°N) من فلسطين - ومقارنة مع باقي مناطق بلاد الشام - أعلى معدلات إحترار في فصل الربيع وبدلالة إحصائية في درجات الحرارة العظمى (أعلى من 0.50 درجة مئوية/عقد)، بينما شكلت معدلات أقل من الإحترار في درجات الحرارة الصغرى بواقع (0.40-0.50 درجة مئوية/عقد) (الشكل 3).

الشكل (3) : التوزيع الجغرافي لمقدار التوجهات الحرارية لفصل الربيع لجميع المواقع المدروسة في بلاد الشام خلال الفترة 1987-2018.



9. عند مقارنة المعدلات الحرارية الحسوبة للفترتين 2000-1987 و 2018-2001، يلاحظ أن هناك إرتفاعا ذو دلالة إحصائية في معدل درجات الحرارة العظمى والصغرى للفترة 2018-2001 مقارنة مع الفترة السابقة لها، وذلك على المستويات السنوية (0.85 درجة مئوية) ولفصل الربيع (1.1 درجة مئوية) والصيف (0.9 درجة مئوية)، ولشهور (شباط، آذار، حزيران، تموز، آب) بقيم تتراوح بين 0.7 الى 2.4 درجة مئوية (الجدول 4). \

الجدول رقم (4) : الإرتفاع والتناقص في متوسطات درجات الحرارة (العظمى والصغرى والمدى الحراري) خلال الفترة 2018-2001 مقارنة مع الفترة 2000-1987. (***) تشير إلى فروق ذات دلالة إحصائية عند مستوى 0.001 ، (**) عند مستوى 0.01 ، و (*) عند مستوى 0.05 ، (+) عند مستوى 0.1.

المستوى الزمني	درجات الحرارة العظمى (سيلسيوس)	درجات الحرارة الصغرى (سيلسيوس)	المدى الحراري (سيلسيوس)
السنوي	0.8***	0.9***	0
الشتاء	0.9*	0.3	0.6
الربيع	1.1***	1.1***	0
الصيف	0.7***	1.1***	-0.3
الخريف	0.5	0.6*	-0.2
شباط	1.4*	1.2*	0.2
آذار	2.4***	1.7**	0.7*
حزيران	0.7*	0.9***	-0.3+
تموز	0.7*	0.9***	-0.2
آب	0.8**	1.2***	-0.3*
أيلول	0.4	0.8**	-0.4**

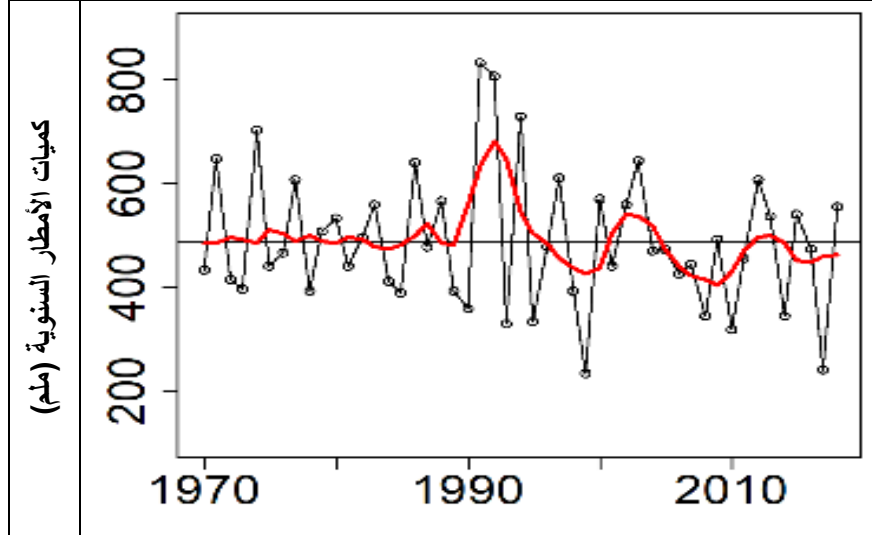
القسم الثاني :

الدلائل والمؤشرات المتعلقة بتحليل الأمطار على المستويات (السنوية، والفصلية، والشهرية) في فلسطين ومنطقة بلاد الشام

أولا : معطيات عامة عن الأمطار في فلسطين التاريخية وبلاد الشام

1. يوضح الشكل (4) السلوك الزمني لكميات الأمطار السنوية في فلسطين التاريخية للفترة 1970-2018، حيث بلغ المعدل السنوي (488.6 ملم)، وهو أعلى من المعدل السنوي العام لكامل بلاد الشام والبالغ (453.8 ملم). إتصفت معدلات الأمطار السنوية في فلسطين بالثبات النسبي في الفترة 1970-1990، بينما تناقصت في الفترات 1993-1999، 2003-2008، 2012-2018. يلاحظ أيضا أن الموسم المطري 1992/1991 جاء الأعلى معدلا لكميات الأمطار بواقع (832.7 ملم)، بينما جاء الموسم المطري 2000/1999 أقلها بمقدار (233.2 ملم).

الشكل (4) : السلوك الزمني لكميات الأمطار في فلسطين خلال الفترة 1970-2018.



2. بشكل عام، يلاحظ أن النمط العام لمعدلات الأمطار السنوية جاء متناقصا للفترة 1992-2018، والذي تزامن مع إرتفاع درجات الحرارة في فلسطين التاريخية وبلاد الشام، الأمر الذي تم توثيقه في القسم الأول من هذا التقرير، مما يقودنا الى نتيجة مفادها إلى أن فلسطين التاريخية وبلاد الشام قد شهدت تناقصا في كميات أمطارها وإرتفاعا في درجات حرارتها خلال الثلاثين سنة الأخيرة.

ثانيا : تحليل توجهات الأمطار في الفترة 1970-2018

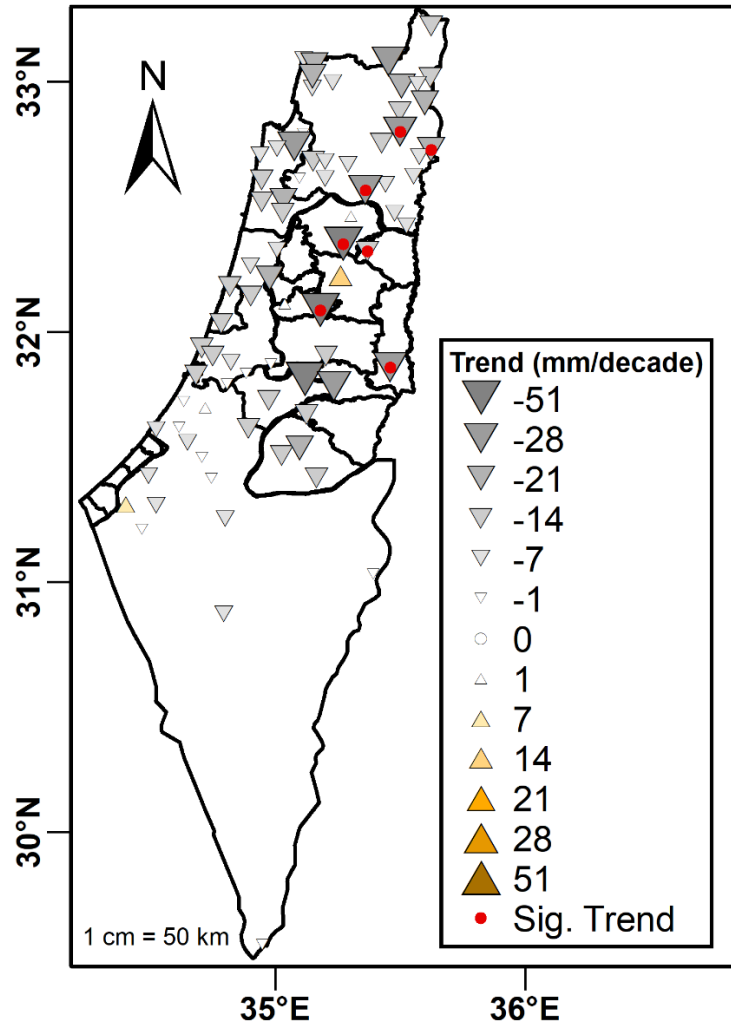
1. يتضح من الجدول (5) أن المعدل السنوي للأمطار قد تناقص في كافة دول بلاد الشام - على الرغم من كونه دون دلالة إحصائية - وجاء معدل التناقص في فلسطين الأعلى بواقع (15.2- ملم/عقد، 73- ملم/سنة). وفي حال إستمرار الوضع الراهن، فإن معدل الأمطار السنوي في فلسطين التاريخية سينتقص بمقدار 92 ملم للفترة 1970-2030، وبمقدار 122 ملم للفترة 1970-2050، وبمعدل 49 ملم للفترة 2018-2050، الأمر الذي يترك آثارا سلبية على الأمن المائي والغذائي والتنمية في فلسطين (الجدول 5).

الجدول (5) : مقدار التوجهات في كميات الأمطار السنوية لمختلف مناطق بلاد الشام خلال الفترة 1970-2018. (***) تشير إلى فروق ذات دلالة إحصائية عند مستوى 0.001 ، (**) عند مستوى 0.05 ، و (*) عند مستوى 0.1

المستوى الزمني	فلسطين التاريخية	الأردن	سوريا	كامل بلاد الشام
السنوي	-15.2	-5.4	-9.5	-13.8

2. على المستوى المحلي/المحطات (الشكل 5)، أثبتت النتائج أن 72 محطة من أصل 78 محطة خضعت بياناتها للتحليل وتغطي مختلف المناطق في فلسطين التاريخية- قد شهدت تناقصا في كميات أمطارها السنوية، في إشارة الى أن هذا التناقص شاملا ومتجانسا لمختلف المناطق المدروسة في فلسطين التاريخية. كما يلاحظ أن هذا التناقص جاء بدلالة إحصائية لعدة محطات من الضفة الغربية منها طوباس، سلفيت، ميثلون، وأريحا بمعدل 30.5- ملم/عقد.

الشكل (5) : التوزيع الجغرافي للتوجهات المطرية على المستوى السنوي لمختلف المواقع في فلسطين التاريخية خلال الفترة 1970—2018.



3. على المستوى الفصلي (الجدول 6)، يلاحظ أن أمطار فصل الربيع شهدت تناقصا وبدلالة إحصائية لجميع دول بلاد الشام، حيث بلغ معدل التناقص في فلسطين التاريخية (8.4- ملم/عقد، 40.3- ملم/سنة)، وفي حال استمرار الوضع الراهن فإن كميات الأمطار في فصل الربيع ستتناقص بحوالي 50 ملم للفترة 1970-2030، و 67 ملم للفترة 1970-2050، و 27 ملم للفترة 2018-2050، مما يؤكد حقيقة أن فصل الربيع سيتمهي في خصائصه المناخية مع فصل الصيف.

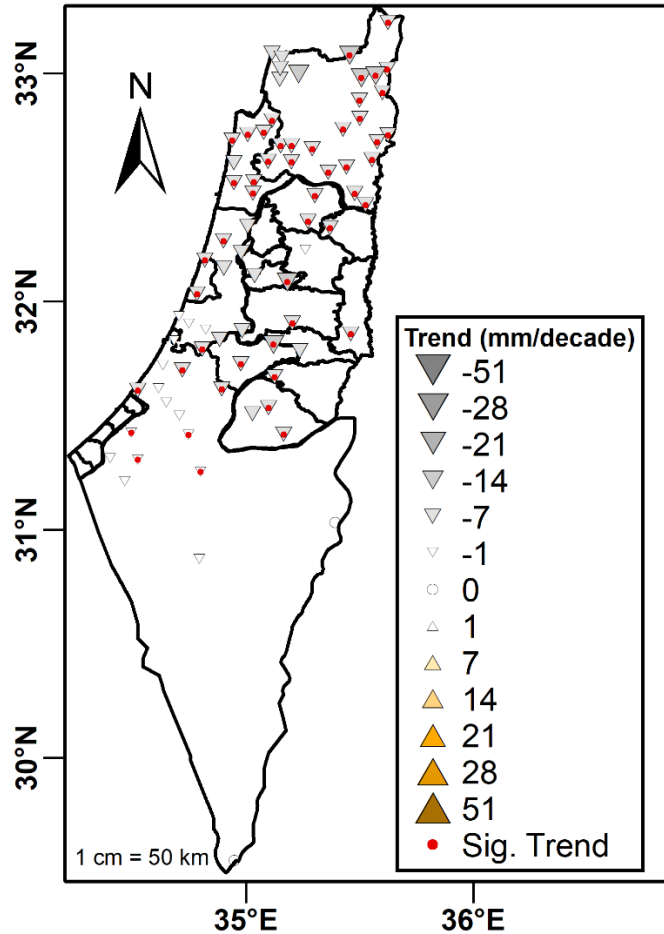
حيث ومقارنة مع باقي فصول السنة، فإن فصل الربيع شهد إرتفاعا كبيرا في درجات حرارته (يرجى رؤية القسم الأول من هذا التقرير) وكما شهد تناقصا كبيرا في كميات أمطاره، مما ينعكس سلبا على مختلف القطاعات المائية والزراعية في فلسطين.

الجدول (6) : مقدار التوجهات في كميات الأمطار الفصلية لمختلف مناطق بلاد الشام خلال الفترة 1970-2018. (***) تشير إلى فروق ذات دلالة إحصائية عند مستوى 0.001 ، (**) عند مستوى 0.05 ، و (*) عند مستوى 0.1.

المستوى الزمني	فلسطين التاريخية	الأردن	سوريا	كامل بلاد الشام
الشتاء	0.9	2.3	-2.8	-0.6
الربيع	-8.4**	-5.3*	-12.0**	-8.7**
الخريف	-3.3	-1.4	0.5	-0.8

4. في فصل الربيع (الشكل 6)، أظهرت جميع المحطات المدروسة في فلسطين التاريخية (78 محطة) توجهات متناقصة في أمطارها، ومنها (51 محطة) أظهرت توجهات متناقصة بدلالة إحصائية، كما أن جميع محطات الضفة الغربية (14 محطة) أظهرت توجهات متناقصة بدلالة إحصائية، بمعدل تناقص بلغ (11 ملم/عقد، 53 ملم/48 سنة).

الشكل (6) : التوزيع الجغرافي للتوجهات المطرية في فصل الربيع لمختلف المواقع في فلسطين التاريخية خلال الفترة 1970—2018.

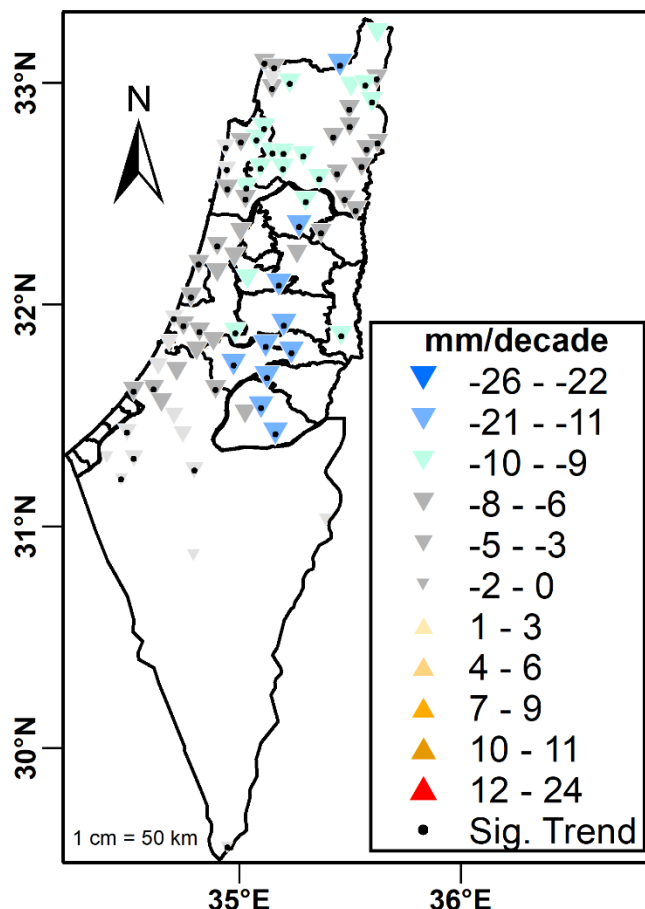


5. شهدت فلسطين التاريخية أيضا توجهات متناقصة في كميات أمطارها لشهور شباط، آذار، نيسان، تشرين ثان، كانون أول، وكانت هذه التوجهات المتناقصة بدلالة إحصائية لشهر آذار بواقع (7.3- ملم/عقد، 35 ملم/48 سنة)، حيث شهدت فلسطين في هذا الشهر أعلى توجهات متناقصة مقارنة مع باقي دول بلاد الشام، وكانت الضفة الغربية الأكثر تناقصا في أمطارها خلال هذا الشهر مقارنة مع باقي المناطق في بلاد الشام بمعدل (15- ملم/عقد، 72 ملم/48 سنة) (الجدول 7، الشكل 7).

الجدول (7) : مقدار التوجهات في كميات الأمطار الشهرية لمختلف مناطق بلاد الشام خلال الفترة 1970-2018. (***) تشير إلى فروق ذات دلالة إحصائية عند مستوى 0.001 ، (**) عند مستوى 0.05 ، و (*) عند مستوى 0.1.

المستوى الزمني	فلسطين التاريخية	الأردن	سوريا	كامل بلاد الشام
كانون ثان	4.7	6.2*	4.5	5.3
شباط	-0.9	4.4	-3.9	-1.1
آذار	-7.3**	-5.4**	-6.2*	-6.9**
نيسان	-1.8	-0.2	-5.4**	-2.6
ايار	0.4**	0.3*	1.0	0.7
أيلول	0.1***	0.05	0.4	0.2
تشرين أول	0.04	0.06	0.9	0.08
تشرين ثان	-3.8	-7.1	-1.3	-2.3
كانون أول	-3.7	1.6	1.3	-0.1

الشكل (7) : التوزيع الجغرافي للتوجهات المطرية لشهر آذار لمختلف المواقع في فلسطين التاريخية خلال الفترة 1970—2018.



القسم الثالث :

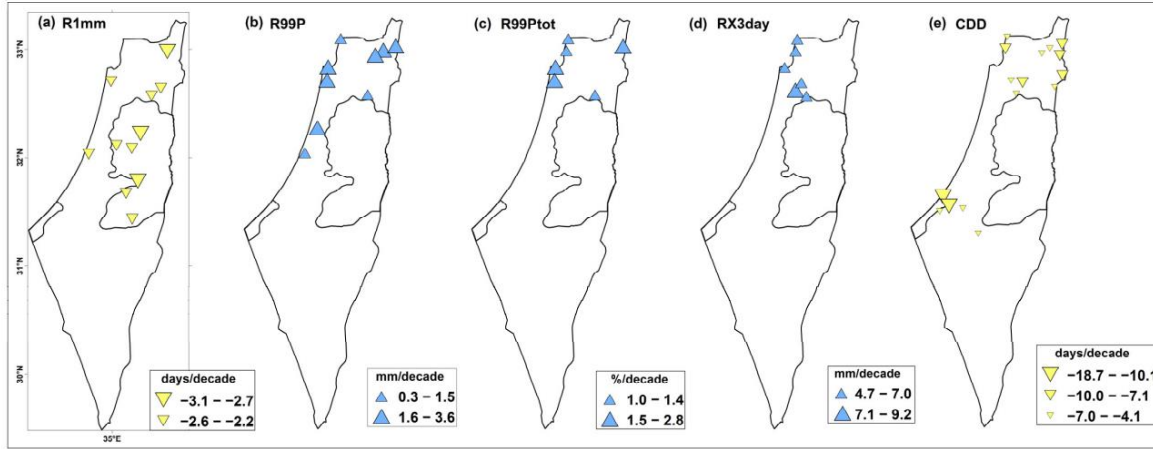
**الدلائل والمؤشرات المتعلقة بتحليل مؤشرات الأمطار المتطرفة في فلسطين التاريخية للفترة
2020-1970**

بالاعتماد على تحليل ما مجموعه 21 مؤشر لقيم الأمطار المتطرفة في فلسطين التاريخية للفترة 1970-2020، وموصى بها من منظمة الأرصاد العالمية-لجنة علم المناخ²، فإن النتائج أشارت إلى :-

1. إن فلسطين التاريخية ستعرض لفترات من الجفاف في المستقبل بسبب الاتجاهات المتناقصة الكبيرة والواسعة في مؤشرات الأمطار المتطرفة لفصلي الربيع والخريف، وخاصةً مؤشرات : مجموع الأمطار الفصلي، عدد أيام المطر، مجموع الأمطار عندما تكون أكثر من 10 ملم، مجموع الأمطار عندما تكون أكثر من 20 ملم، حيث أن أكثر من 41 محطة من أصل 66 محطة حللت بياناتها أظهرت اتجاهات متناقصة في تلك المؤشرات. على المستوى السنوي، أظهرت تلك المؤشرات أيضا توجهات متناقصة في أكثر من 45 من أصل 66 محطة.

2. شهدت فلسطين التاريخية إنخفاضا في عدد أيام المطر السنوية بمعدل (1.1-يوم/عقد) خلال الفترة 1970-2020، وجاء هذا التناقص بدلالة إحصائية لعدة مناطق في الضفة الغربية بمعدل (2.9- ملم/عقد) (الشكل 8.a)، وفي حال استمرار الوضع الراهن فإن الضفة الغربية ستعاني من تناقص في عدد أيام المطر بمقدار 17 يوم مطري في عام 2030، و 23 يوم مطري بحلول عام 2050، مما سيؤثر سلبا على كميات الأمطار المتاحة في الضفة الغربية.

الشكل (8) : التوزيع الجغرافي لقيم التوجهات ذات الدلالة الإحصائية في بعض مؤشرات الأمطار المتطرفة على المستوى السنوي 2020-1970.



3. شهدت المناطق الشمالية من فلسطين التاريخية توجهات متزايدة في مؤشرات الكثافة المطرية : أيام الرطوبة القصوى بمعدل (2.1 ملم/عقد)، المساهمة من أيام الرطوبة القصوى بمعدل (1.9 %/عقد)، المجموع الشهري لأعلى 3 أيام متعاقبة من الأمطار بمعدل (6.5 ملم/عقد) (الشكل 8.b, 8.c, 8.d).

إن ارتفاع مؤشرات الكثافة المطرية هو أحد أهم تجليات الإحتباس الحراري والتغير المناخي، حيث أن الارتفاع في مؤشرات الكثافة المطرية رغم التناقص في كميات الأمطار ما هو إلا بسبب تناقص عدد أيام المطر وزيادة وتيرة وإستمرارية تمرکز المرتفعات الجوية شبه الإستوائية في منطقة البحر المتوسط.

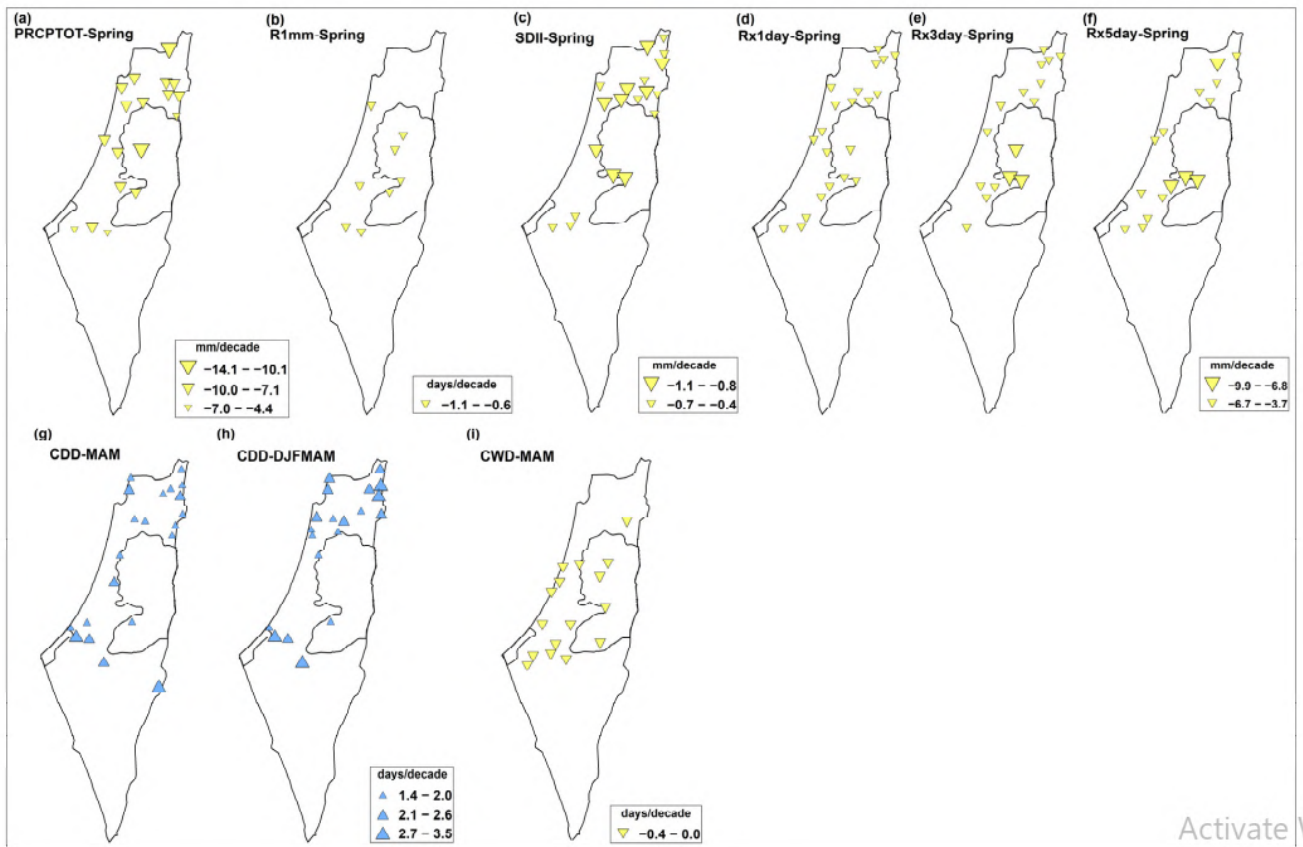
4. في المقابل، شهدت المناطق الشمالية من فلسطين التاريخية والمناطق المجاورة لقطاع غزة تناقصا ذو دلالة إحصائية في عدد الأيام الجافة المتعاقبة بواقع (6.5- يوم/عقد) و (9.2- يوم/عقد)، على التوالي (الشكل 8.d).

² للإطلاع على مؤشرات التغير المناخي المتطرفة يرجى زيارة http://etccdi.pacificclimate.org/list_27_indices.shtml

5. مقارنة بالفصول الأخرى، أظهرت جميع مؤشرات الأمطار المتطرفة لفصل الربيع تغيرات سريعة وملحوظة للغاية. تشير النتائج إلى أن فلسطين، وفي فصل الربيع، شهدت توجهات متناقضة بدلالة إحصائية في مؤشرات : أعلى كمية مطر يومية خلال الشهر بمعدل (2.1- ملم/عقد)، المجموع الشهري لأعلى 3 أيام متعاقبة من الأمطار بمعدل (3.6- ملم/عقد)، معامل تركيز المطر بمعدل (0.52- ملم/عقد)، كما أظهر فصل الربيع توجهات متزايدة في مؤشر عدد الأيام الجافة المتعاقبة بمعدل (1.5 يوم/عقد).

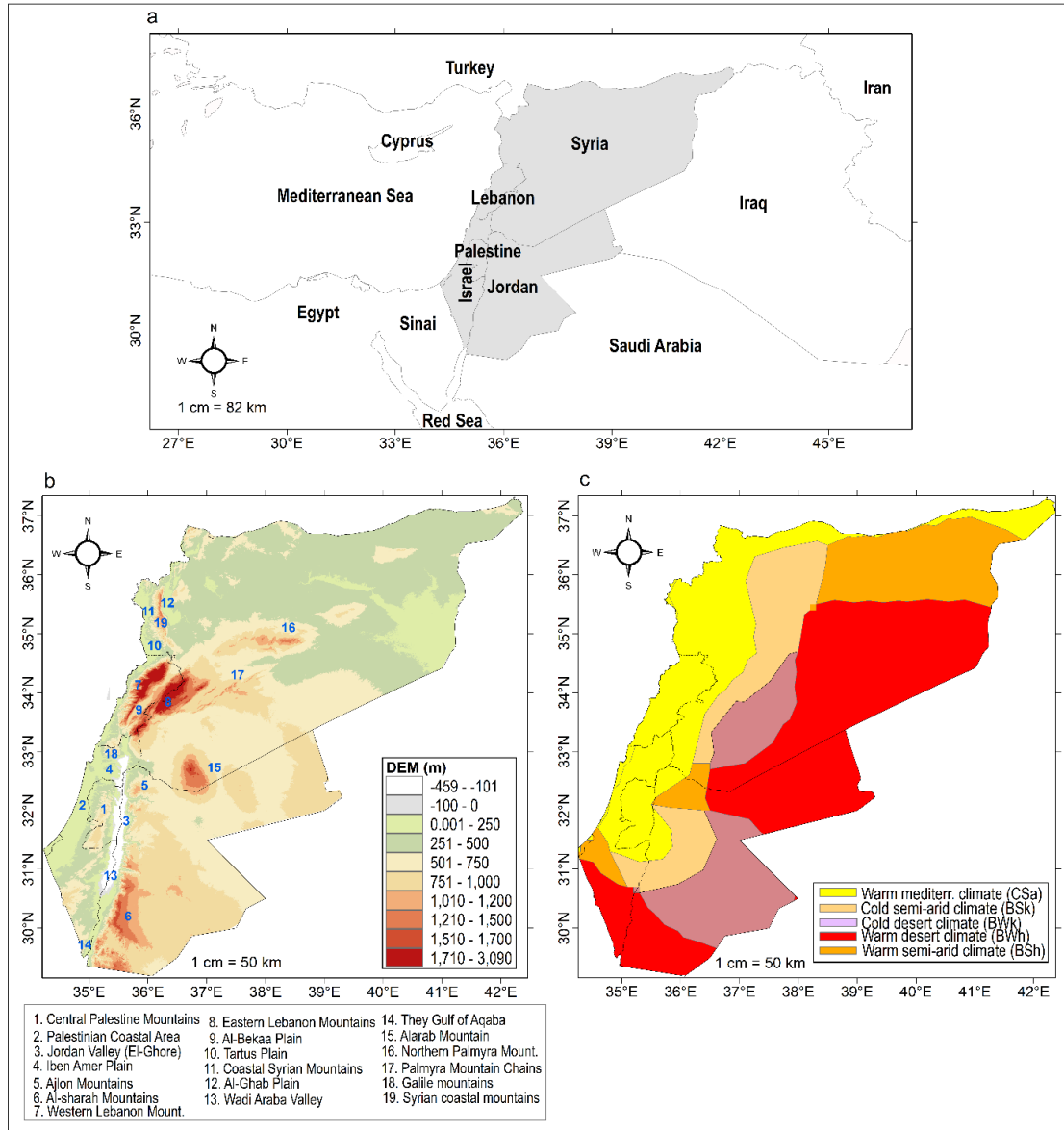
6. يلاحظ من الشكل 9 أن هناك توجهات متناقضة في مؤشرات فصل الربيع المتطرفة لبعض محطات الضفة الغربية وجوارها كمؤشر : عدد أيام المطر (0.9- يوم/عقد)، تركيز المطر (0.8 ملم/عقد)، عدد أيام الرطوبة المتعاقبة (0.4- يوم/عقد) (الشكل 9.b, 9.c, 9.i).

الشكل (9) : التوزيع الجغرافي لقيم التوجهات ذات الدلالة الإحصائية في بعض مؤشرات الأمطار المتطرفة لفصل الربيع 1970-2020.



الملاحق

الشكل 1. (a) موقع منطقة الدراسة، (b) المعالم الطبوغرافية، (c) تصنيف كوبن للأقاليم المناخية.



الجدول 1. عدد محطات الرصد الجوي التي اجتازت معايير ضبط الجودة (معالجة البيانات المفقودة والمتطرفة، واختبارات التجانس)، للبيانات الشهرية والتي استخدمت في التحليل لكل من درجات الحرارة والأمطار بحسب دول بلاد الشام.

Country	Monthly temperature (Tmax, Tmin)			Monthly precipitation		
	Total stations	Total MD	Total outlier	Total stations	Total MD	Total outliers
Historical Palestine	28	101 (0.5%)	33	78	343 (0.7%)	498
Jordan	9	26 (0.4%)	8	36	102 (0.4%)	523
Syria	15	83 (0.7%)	21	53	620 (1.9%)	539
Lebanon	4	74 (3.5%)	4	-	-	-
Total	60	284 (0.6%)	69 (0.1%)	167	1065 (1%)	1560 (1.5%)

الجدول 2. عدد محطات الرصد الجوي التي اجتازت معايير ضبط الجودة (معالجة البيانات المفقودة والمتطرفة، واختبارات التجانس)، والتي استخدمت في التحليل للبيانات اليومية لكل من درجات الحرارة والأمطار لفلسطين.

Country	Daily precipitation		
	Total stations	Total MD	Total outliers
Historical Palestine	66	797 (0.07%)	791 (0.07%)