

## مؤشرات التغيرات المناخية والسيناريوهات المستقبلية في فلسطين

بحث مستل لطالب الدكتوراه: مصطفى راشد جرار<sup>(١)</sup>

بإشراف: أ.د. محمد سعيد قروق<sup>(٢)</sup> أ.د. عبد المالك السلوي<sup>(٣)</sup>

جامعة الحسن الثاني المحمدية - الدار البيضاء - المملكة المغربية

### الملخص:

ترمي هذه الدراسة إلى إظهار صورة تفصيلية عن الذبذبات والتغيرات المناخية واتجاهاتها في فلسطين وخاصة لعنصري الحرارة والأمطار، ولأجل ذلك قسم هذا البحث إلى أربع محاور رئيسية يتناول المحور الأول التذبذب المناخي للحرارة والأمطار في فلسطين، المحور الثاني التغيرات المناخية في فلسطين، المحور الثالث اتجاهات التغير المناخي في فلسطين والمحور الرابع السيناريوهات المناخية.

أما عن التغيرات المناخية في فلسطين؛ فقد أظهرت هذه الدراسة أن هناك تذبذب ذات مستوى مرتفع لمتوسطات الحرارة السنوية عن معدلها العام في معظم محطات الدراسة ولاسيما منذ مطلع التسعينيات، وأما معامل التغير النسبي لمتوسطات الحرارة في فلسطين؛ فكان ذات مستوى قليل من التغير وخاصة فيما يتعلق بالمعدلات السنوية للحرارة وكان أعلى نسب التغير في محطة حيفا ٦.٦% في حين كانت أدنى النسب في محطة أريحا ٢.٥%، أما بالنسبة للتغيرات لمتوسطات الحرارة الفصلية؛ فقد احتل فصل الشتاء المرتبة الأولى بنسب التغير.

وأما بخصوص اتجاهات التغير المناخي لمتوسطات الحرارة في فلسطين؛ فبينت الدراسة بعد تطبيق المتوسطات المتحركة الخماسية وجود دورات غير منتظمة تراوحت بشكل عام من ٢٠ سنة إلى ١٠ سنوات، وبعد تطبيق معادلة خط الانحدار من الدرجة الأولى على متوسطات الحرارة في فلسطين تبين أن الاتجاه العام لمعدلات الحرارة في المحطات كافة، أخذ بالتزايد ولكن بصورة متباينة من الناحية المكانية حسب التوزيع الجغرافي لتلك المحطات.

أما بخصوص الأمطار؛ فقد أشارت الدراسة إلى أن هناك ارتفاع كبير لذبذبة الأمطار وتغيرها في فلسطين، حيث بلغ أعلى انحراف معياري نحو ١٩٧.٤ ملم سنويا في محطة حيفا، وفي المقابل بلغ أعلى معدل لمعامل التغير النسبي نحو ٣٨.٨% في محطة غزة، وكذلك بينت الدراسة بعد تطبيق المتوسطات المتحركة الخماسية على متوسطات الأمطار السنوية وجود دورات غير منتظمة طويلة الأجل تمتد بنحو عام حوالي ٢٠ سنة ودورات غير منتظمة قصيرة تتراوح في المتوسط من ٧ - ١١ سنة تقريبا، وكما تبين أن الاتجاه العام للأمطار في غالبية المحطات المدروسة أخذ بالتناقص.

أما بالنسبة للسيناريوهات المستقبلية؛ فمن المتوقع حسب سيناريو AIB أن ترتفع درجات الحرارة العظمى في فلسطين حوالي ١.٨ درجة مئوية عام ٢٠٢٠م في حين متوقع أن ترتفع متوسطات درجات الحرارة بحسب نفس السيناريو حوالي ١.٥ درجة مئوية عام ٢٠٢٠م، وأما فيما يتعلق بالأمطار فمن المتوقع أن تتناقص حوالي ١٠% في عام ٢٠٢٠م حسب سيناريو AIB1 وكذلك من المتوقع تناقص الأمطار في فلسطين بنسبة ٢٠% حتى عام ٢٠٥٠م استنادا إلى نفس السيناريو وأيضا من المتوقع أن يطرأ تغير على معدلات الأيام المطيرة مستقبلا.

### المقدمة:

تعد قضية التغيرات المناخية \_ التحولات المناخية \_ من القضايا الهامة و الحساسة التي يهتم بها كل من الساسة و العلماء والباحثين و حتى عامة السكان، سواء كان ذلك على المستوى الدولي

أو الإقليمي أو المحلي وذلك نظرا لآثار المتعددة الناتجة عن هذه التغيرات على كثير من المجالات والجوانب المختلفة للبيئة.

وتشكل التغيرات المناخية تهديدا أكبر على الشرق الأوسط مقارنة بكثير من دول العالم وقد ارتفعت نسبة انبعاثات غازات الدفيئة في الشرق الأوسط وشمال إفريقيا نحو ٨٨% من عام ١٩٩٠- ٢٠٠٤ وهي ثالث أكبر زيادة في العالم وأكثر من ثلاثة أمثال متوسط الزيادة العالمية، وكما كشفت بعض الدراسات أن مياه البحر المتوسط قد زادت بمعدل تراوح بين ٢.٥ ملم و ١١ ملم سنويا منذ عام ١٩٩٠م وفي هذا المجال يذكر كاراس Karas أن معظم نماذج الدورة الهوائية للغلاف الجوي تتوقع أن يطرأ تناقصا على أمطار فصل الشتاء في معظم مناطق حوض البحر المتوسط وخاصة الواقعة جنوب خط ٤٠ شمالا ويذكر كاراس أيضا أن المناخ المتوقع لحوض البحر المتوسط إذا استمرت الغازات الدفيئة بالزيادة هو مناخ أكثر حرارة وأقل أمطاراً<sup>(٤)</sup>.

لذلك ركزت هذه الدراسة على التغيرات المناخية في فلسطين لأهميتها طبيعيا و بشريا. من خلال مناقشة و بحث التغيرات في عناصر المناخ المختلفة وخاصة عنصرى الحرارة و الأمطار.

#### مشكلة الدراسة:

كشفت دراسة نشرت في المجلة العلمية Climatic Change بأن فلسطين أصبحت خلال العقود الثلاثة الأخيرة أكثر جفافا وأقل مطرا ومتوسط درجة الحرارة فيها ارتفع بمقدار ضعفي ارتفاعه عن سائر أنحاء العالم، كما وتمتلك دولة الاحتلال من أكبر البصمات البيئية في العالم وهي البصمة الكربونية (°) والبالغة نحو ٥٣ دونما للفرد وهي بذلك تأتي في المرتبة الثالثة بعد الولايات المتحدة التي تحتل المركز الأول في البصمة الكربونية والبالغة نحو ٩٥ دونما للفرد وتأتي كندا في المركز الثاني حيث تبلغ البصمة الكربونية فيها حوالي ٦٤ دونما للفرد مع العلم أن المعدل العالمي للبصمة الكربونية يبلغ نحو ٢٢ دونما للفرد<sup>(٥)</sup>.

لذلك تبحث هذه الدراسة في التغيرات المناخية للحرارة و الأمطار من الناحية المكانية و الزمنية في فلسطين وسيناريوهات هذه التغيرات في المستقبل.

**أهداف الدراسة:** يمكن تلخيص أهداف هذه الدراسة في النقاط التالية:

١- دراسة وتحليل التذبذب المناخي للحرارة والأمطار في فلسطين.

٢- دراسة خصائص التغيرات المناخية للحرارة والأمطار في فلسطين.

٣- الكشف عن اتجاهات التغير المناخي للحرارة والأمطار ومحاولة التعرف على الدورات غير

المنتظمة التي تتبعها.

## ٤- محاولة وضع تصور عن سيناريوهات التغيرات المناخية في فلسطين مستقبلا.

**منهج الدراسة:** تعتمد هذه الدراسة على المناهج التالية:

**المنهج التحليلي الوصفي:** تعتمد هذه الدراسة على المنهج الوصف التحليلي من خلال استقراء و تحليل البيانات المناخية في منطقة الدراسة باستخدام بعض البرامج الإحصائية لاستخراج المقاييس الإحصائية المطلوبة كعامل الاختلاف و الانحراف المعياري و المتوسطات المتحركة و خط الانحدار ، كل ذلك من أجل التوصل إلى نتائج و مبادئ عامة تحدد مؤشرات التغيرات المناخية في فلسطين وسيناريوهاتها المستقبلية.

**المنهج التاريخي:** يستخدم هذا المنهج في تتبع البيانات المناخية للحرارة و الأمطار عبر فترات زمنية مختلفة من أجل تحديد التسلسل الزمني للتغيرات المناخية في منطقة الدراسة.

**بيانات الدراسة:**

يمكن الحصول على بيانات الدراسة من محطات الرصد المختلفة المنتشرة في الضفة الغربية، و تم التركيز في هذا البحث على ٦ محطات هي ( جنين، نابلس، طولكرم، رام الله، أريحا، و الخليل)<sup>٥</sup>، بالإضافة إلى ذلك الحصول على بيانات مناخية لمحطات الرصد المنتشرة في الأراضي المحتلة عام ١٩٤٨م (داخل الخط الأخضر)<sup>٦</sup> كما في الجدول رقم (١) والخريطة رقم (١).

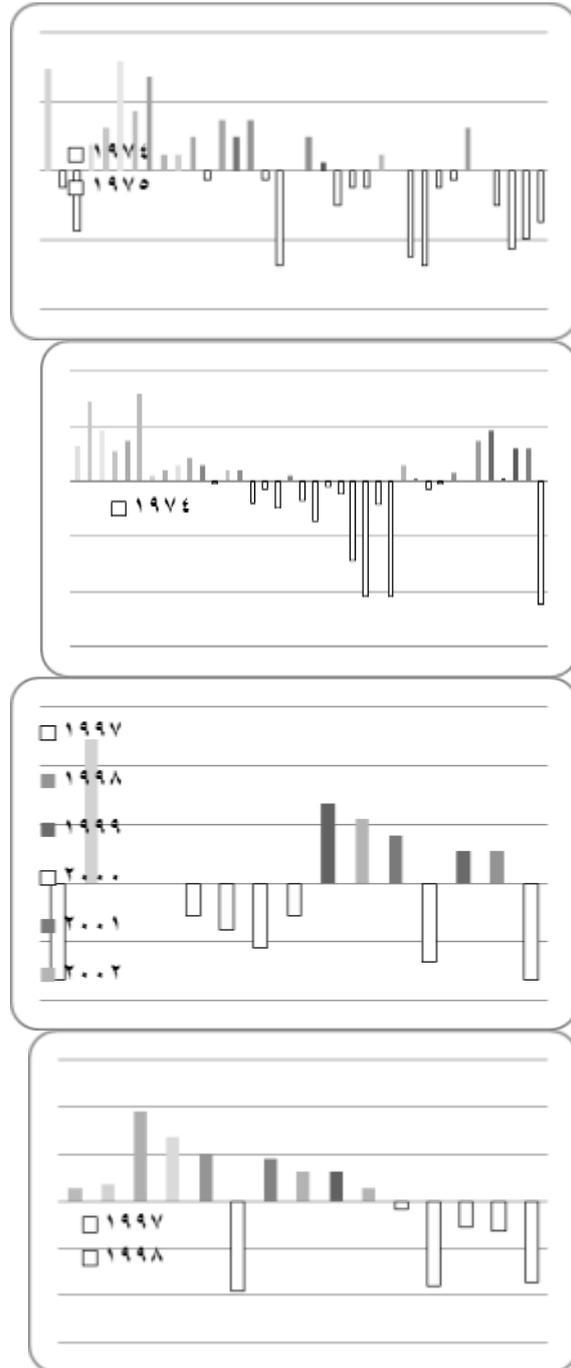
**جدول رقم (١) محطات الرصد الجوية وفترة تسجيل الحرارة والأمطار**

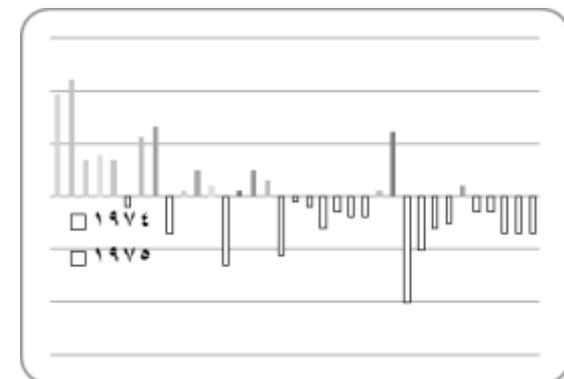
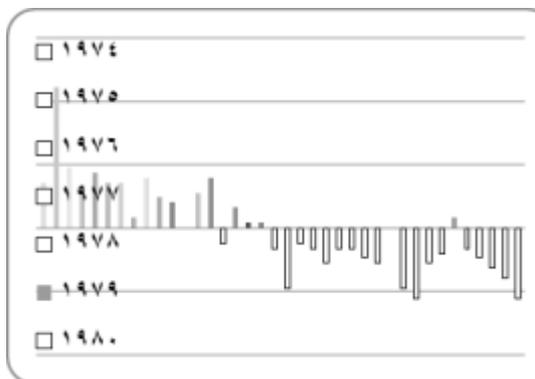
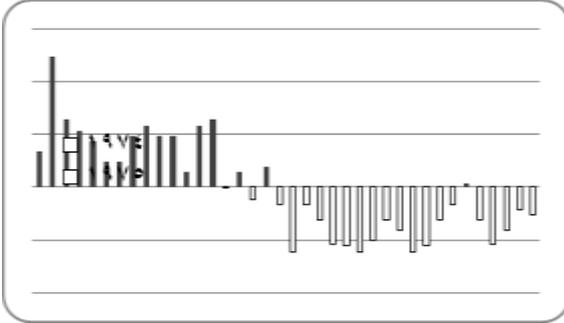
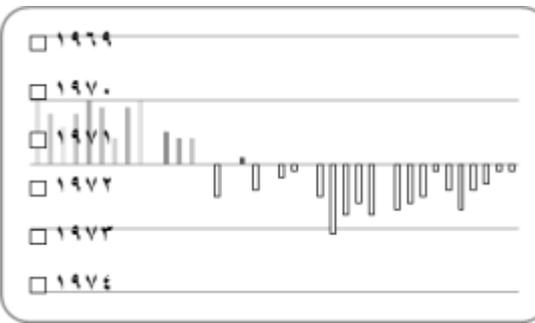
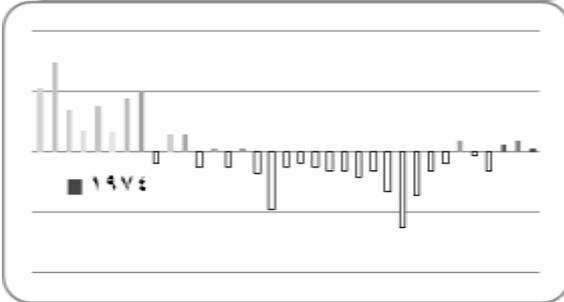
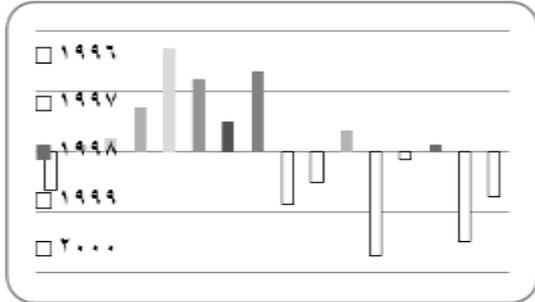
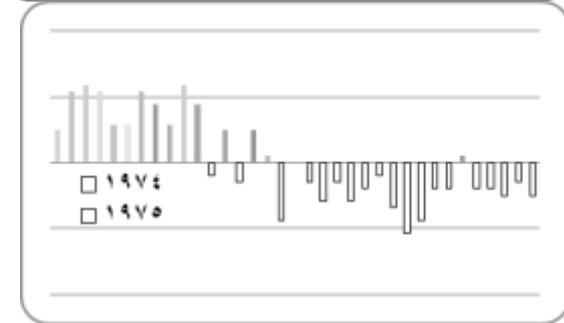
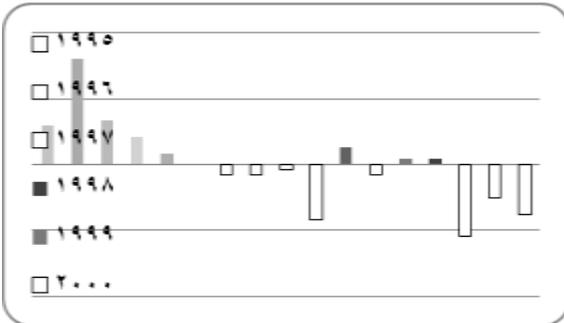
| المحطة        | خط الطول شرقا | دائرة العرض شمالا | الارتفاع / م | مدة التسجيل |           |
|---------------|---------------|-------------------|--------------|-------------|-----------|
|               |               |                   |              | الأمطار     | الحرارة   |
| جبل كنعان (١) | 35.3          | 32.58             | 934          | 1974-2011   | 1974-2008 |
| حيفا          | 35            | 32.49             | 5            | 1974-2011   | 1974-2011 |
| جنين          | 35.18         | 32.28             | 178          | 1974-2011   | 1997-2011 |
| طولكرم        | 35.01         | 32.19             | 83           | 1974-2011   | 1997-2011 |
| نابلس         | 35.15         | 32.13             | 570          | 1974-2011   | 1997-2011 |
| رام الله      | 35.23         | 31.76             | 856          | 1999-2011   | 1999-2011 |
| أريحا         | 35.27         | 31.51             | -260         | 1974-2011   | 1995-2011 |
| تل أبيب (١')  | 34.47         | 32.06             | 4            | 1974-2008   | 1974-2008 |
| القدس         | 35.13         | 31.47             | 810          | 1974-2008   | 1974-2008 |
| الخليل        | 35.06         | 31.32             | 1005         | 1974-2011   | 1996-2011 |
| غزة           | 34.27         | 31.3              | 13           | 1974-2009   | 1969-2006 |
| بئر السبع     | 34.48         | 31.15             | 280          | 1974-2008   | 1974-2008 |
| إيلات (١')    | 34.57         | 29.33             | 12           | 1974-2011   | 1974-2011 |
| مطار اللد     | 34.9          | 32                | 40           | 1974-2011   | 1974-2011 |



أما بخصوص المحطات الفلسطينية؛ فنظرا لقصر الفترة الزمنية للتسجيلات، إلا أن هناك تذبذب واضح فيها وخاصة في محطات أريحا، الخليل، نابلس، وطولكرم التي يظهر عليها ارتفاع نسبة التذبذب منذ نهاية التسعينيات ( أي ابتداء من ١٩٩٨م) مع وجود بعض الفترات التي يقل فيها نسب التذبذب كما هو الحال في محطتي الخليل ونابلس عام ٢٠١١م، وكذلك في عام ٢٠٠٦م في محطتي طولكرم ونابلس وعام ٢٠٠٠م في نفس المحطتين ويعود ذلك لارتباط هذه السنة بانخفاض الإشعاع الشمسي في قمة الغلاف الجوي.

الشكل رقم (١) نسب التذبذب لمتوسطات الحرارة السنوية عن معدلها العام في محطات الدراسة



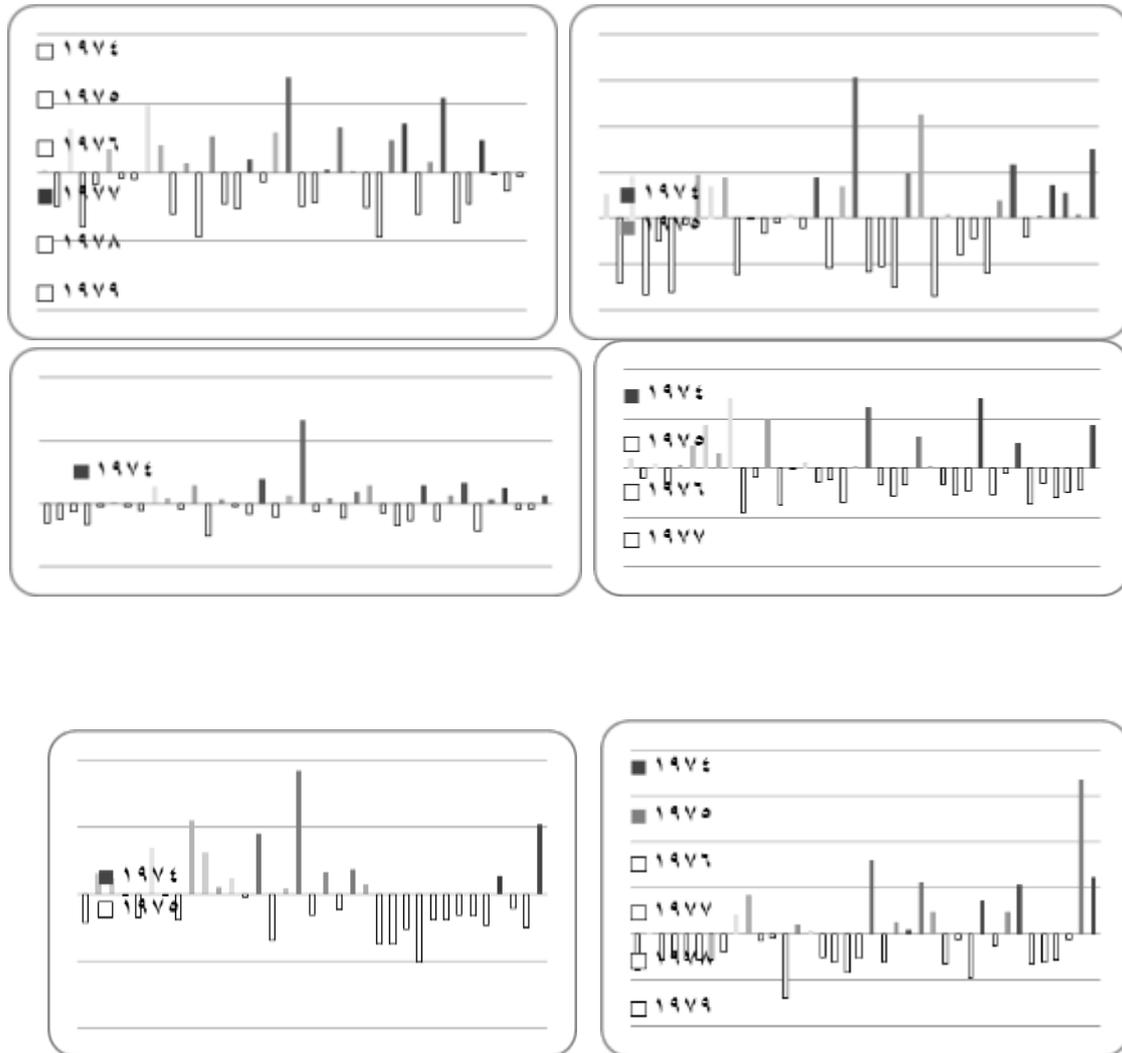


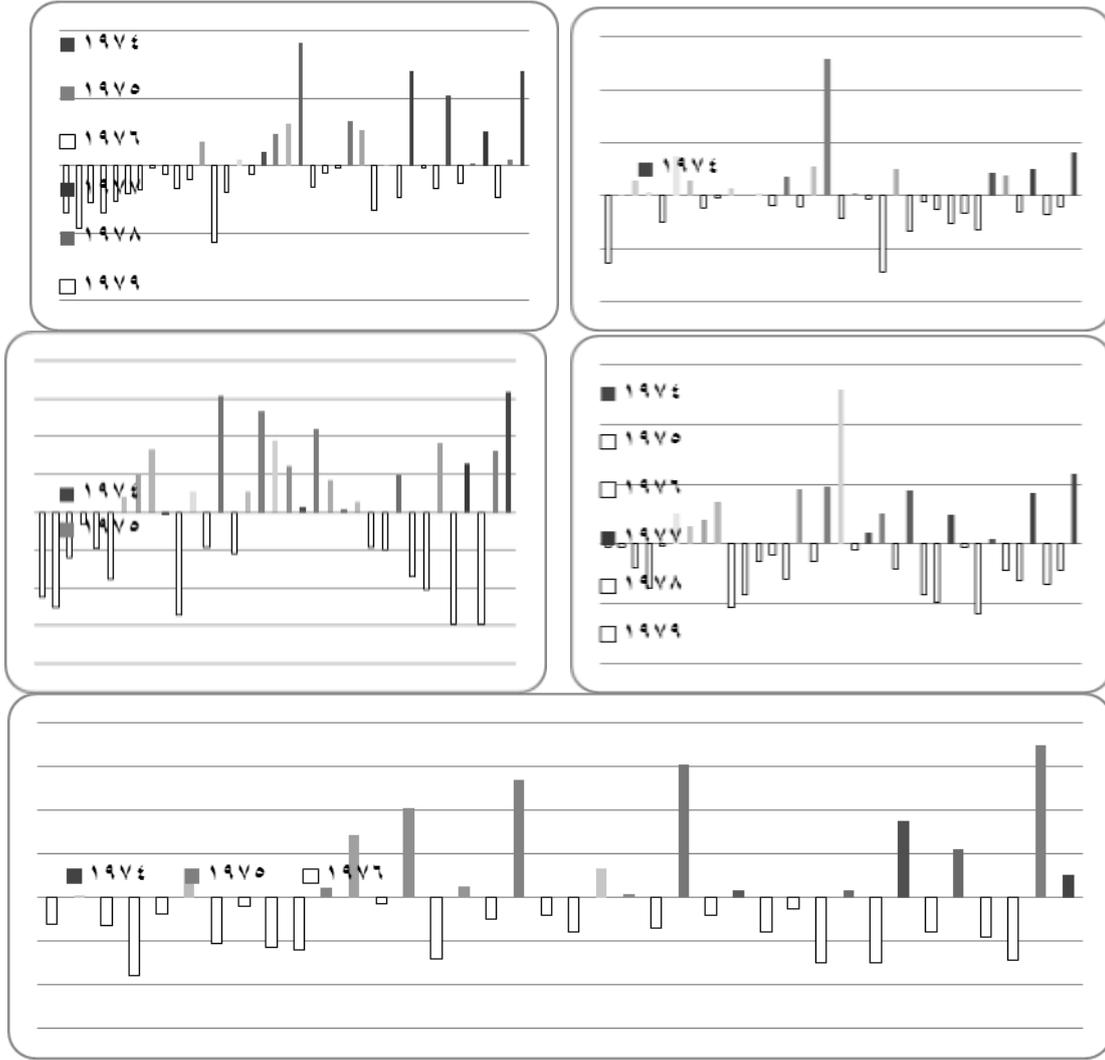
المصدر: من إعداد الباحث بالاعتماد على بيانات معدلات الحرارة

## تذبذب الأمطار:

يُلاحظ على أمطار فلسطين حسب الشكل رقم (٢) بأنها تمتاز بذبذبة عالية عن المعدل العام من الناحية المكانية رغم صغر مساحة فلسطين، ومن الناحية الزمنية أيضا لذلك نجد أن هناك سنوات تتخفف فيها نسبة الأمطار عن المعدل العام في كل المحطات المدروسة تقريبا، وأهم هذه السنوات: ١٩٨٤، ١٩٩١م، ١٩٩٦م و ٢٠٠٨م، وفي المقابل هناك سنوات ترتفع فيها نسبة التذبذب عن المعدل العام وقد كان العام ١٩٩٢م أكثر الأعوام ارتفاعا عن المعدل العام، كما يلاحظ أيضا انخفاض نسبة التذبذب عموما في معظم المحطات خلال السنوات الأخيرة.

الشكل رقم (٢) نسب التذبذب لمتوسطات الأمطار السنوية عن معدلها العام في محطات الدراسة





ونظرا لهذه الذبذبة المرتفعة لمتوسطات كميات الأمطار في كل المحطات المدروسة و التي تغطي معظم فلسطين من الناحية المكانية و الإقليمية خلال فترة التسجيلات المتوفرة من عام ١٩٧٤ - ٢٠٠٨ / ٢٠١١م، نستنتج من ذلك وجود فترات أو سنوات جافة وأخرى رطبة.

### المحور الثاني: التغيرات المناخية في فلسطين:

نظرا لوجود علاقة كبيرة بين المتوسط الحسابي و الانحراف المعياري (١٣) وكذلك لأن الانحراف المعياري يشير في كثير من الأحيان بعكس الصورة الحقيقية للتغيرات المناخية السائدة لذلك من الأفضل استخدام مقياس آخر يرسم صورة أفضل وضوحا للتغيرات الموجودة (١٤)، لهذا تم الاعتماد في هذا المجال على معامل التغير أو التغيرية (CV) Coefficient of Variation الذي لا توجد بينه وبين المتوسط الحسابي علاقة ويعبر عنه بنسبة مئوية مما يجعله أكثر صلاحية للمقارنة المكانية و الزمنية ويعبر عنه بالمعادلة التالية (١٥):

$$CV = \sigma / \bar{X} * 100$$

الانحراف المعياري :  $\sigma$  = المتوسط الحسابي

## معامل التغير لمعدلات الحرارة:

تمتاز متوسطات درجات الحرارة كما في الجدول رقم (٢) بمعدل تغير قليل نسبياً وبصفة خاصة على مستوى المعدلات السنوية، وقد كان أعلى نسب لمعامل التغير السنوي في محطة حيفا الساحلية ٦.٦ % ثم يليها محطة جبل كنعان الجبلية نحو ٦.٢ % في حين كان أدنى معدل سنوي لنسب التغير في محطة أريحا ٢.٥ % التي تقع ضمن المنطقة الجافة ثم تأتي بعد ذلك محطة نابلس ٢.٧ %.

جدول رقم (٢) معامل التغير النسبي % لمتوسطات الحرارة في محطات الدراسة

| المحطة    | يناير | فبراير | مارس | أبريل | مايو | يونيو | يوليو | أغسطس | سبتمبر | أكتوبر | نوفمبر | ديسمبر | الشتاء | الربيع | الصيف | الخريف | المتوسط السنوي |
|-----------|-------|--------|------|-------|------|-------|-------|-------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|-------|--------|----------------|
| جبل كنعان | 17.9  | 4.7    | 27   | 19    | 4.7  | 5.8   | 7.4   | 5     | 4.5    | 9.3    | 13.3   | 17.4   | 13     | 15     | 6.1   | 8.4    | 6.2            |
| حيفا      | 15.3  | 8.2    | 8.2  | 3.5   | 3.3  | 4.3   | 3.6   | 4     | 2.4    | 5.4    | 9.8    | 8      | 11     | 4.8    | 4     | 5.5    | 6.6            |
| جنين      | 6.7   | 5.1    | 9    | 3.2   | 2.1  | 3.5   | 0.8   | 3.4   | 3.3    | 4.7    | 16.2   | 7.6    | 6.5    | 4.3    | 2.5   | 7.2    | 4.2            |
| طولكرم    | 9.4   | 8      | 11   | 6.6   | 8.2  | 5.2   | 4.7   | 1.3   | 5.8    | 5.1    | 17.4   | 1.1    | 5.9    | 8.6    | 3.7   | 8.9    | 5.5            |
| نابلس     | 15.7  | 10     | 16   | 13    | 6.3  | 11    | 2     | 7.2   | 2.9    | 7.1    | 16.4   | 8.9    | 12     | 11     | 6.6   | 7.8    | 2.7            |
| رام الله  | 20    | 11     | 15   | 6.8   | 9.7  | 5.6   | 4.7   | 4.7   | 4.2    | 10     | 19.1   | 9.7    | 13     | 10     | 4.8   | 10     | 5.3            |
| أريحا     | 9.1   | 12     | 15   | 7.9   | 7.9  | 6.4   | 6.4   | 6.7   | 2.4    | 5.1    | 10     | 6.8    | 9.3    | 10     | 6.5   | 5.2    | 2.5            |
| تل أبيب   | 8.5   | 8.4    | 7.8  | 5.1   | 4.4  | 3.3   | 3     | 3.5   | 3.6    | 4.9    | 6.1    | 8      | 8.3    | 5.6    | 3.3   | 4.8    | 3.3            |
| القدس     | 16.7  | 20     | 19   | 10    | 7.3  | 4.4   | 5.3   | 4.6   | 4.1    | 6.9    | 11     | 20.8   | 19     | 11     | 4.8   | 6.9    | 5.8            |
| الخليل    | 19.6  | 19     | 27   | 8.2   | 17   | 11    | 9.1   | 9.3   | 11.7   | 16.3   | 12.9   | 34.8   | 26     | 17     | 9.6   | 13.7   | 4.3            |
| غزة       | 8.3   | 7.8    | 6.9  | 5.3   | 3.7  | 3.2   | 3.3   | 3.7   | 3.4    | 4.5    | 5.7    | 4.3    | 6.7    | 5.1    | 3.4   | 4.4    | 2.9            |
| بئر السبع | 11.7  | 12     | 12   | 66    | 5    | 3.5   | 3.5   | 3.9   | 4.4    | 6.1    | 8.8    | 19.2   | 15     | 7.4    | 3.6   | 6.2    | 4.1            |
| إيلات     | 9.6   | 9.5    | 7    | 6.5   | 4.6  | 3.2   | 3.4   | 3.9   | 3.2    | 4.2    | 7.1    | 7.9    | 9      | 5.9    | 3.5   | 4.6    | 3.5            |

المصدر: من حساب الباحث بالاعتماد على بيانات الحرارة

أما عن نسب التغير الفصلية؛ فيأتي فصل الشتاء بالمقدمة الذي كانت أعلى النسب خلاله في محطة الخليل نحو ٢٦ %، ثم يليها مباشرة محطة القدس، في حين كانت أدنى النسب فيه بمحطة طولكرم ٥.٩ %، ويأتي فصل الربيع بالمرتبة الثانية التي كان أعلى النسب خلاله في محطة الخليل أيضاً نحو ١٧ %، ثم في محطة جبل كنعان ١٥ %، وفي المقابل كانت أدنى النسب في محطة جنين ٤.٣ %.

أما فصل الخريف؛ فيحتل المرتبة الثالثة الذي كان أعلى النسب فيه بمحطة الخليل ١٣.٧ % في حين كان أدناها في محطة غزة ٤.٤ %، ويأتي فصل الصيف بالمرتبة الأخيرة؛ بسبب وجود تشابه كبير في الحالة الجوية فيه حيث كانت أعلى النسب في الصيف بمحطة الخليل ٩.٦ % و أقلها في محطة جنين ٢.٥ %.

أما بخصوص نسب التغير الشهرية؛ فيحتل شهر مارس أعلى هذه النسب على الإطلاق والذي كان أعلى نسبة خلال هذا الشهر في محطتي جبل كنعان والخليل ٢٧ %، في حين كان أدناها في محطة إيلات ٧ %، وفي المقابل تركزت أدنى النسب الشهرية لمعامل التغير في شهر سبتمبر التي

كان أعلاها في محطة الخليل ١١.٧% ، في حين كان أدنى النسب في محطتي حيفا وأريحا ٢.٤%.

### معامل التغير لمتوسطات كمية المطر:

يتميز معامل التغير لمتوسطات كمية الأمطار في فلسطين من الناحيتين المكانية (حسب التوزيع الجغرافي للمحطات) والزمنية (حسب التوزيع السنوي، الفصلي، الشهري) بأنه مرتفع جدا وهذا يشير أن هناك تغيرات كبيرة للأمطار في فلسطين سواء بالنسبة للتوزيع الزمني أو المكاني وهذا واضح جليا في الجدول رقم (٣) الذي يبين أن أعلى نسب التغير السنوي كانت في محطة غزة الساحلية ٣٨.٨% ومحطة حيفا الساحلية ٣٦.٧%، ومحطة تل أبيب الساحلية ٣٢.٧% ، في حين كان أدنى نسب التغير السنوية في محطة رام الله الجبلية ٥.٣% ، ومحطة الخليل الجبلية ٩.٣% ، كما ويلحظ انخفاض معامل التغير في المحطات التي تقع ضمن المنطقة الجافة كمحطة أريحا ١٧% ومحطة إيلات ٢٣.٣%.

جدول رقم (٣) معامل التغير النسبي % لمتوسطات كميات الأمطار في محطات الدراسة

| المحطة    | يناير | فبراير | مارس | أبريل | مايو | يونيو | يوليو | أغسطس | سبتمبر | أكتوبر | نوفمبر | ديسمبر | الشتاء | الربيع | الصيف | الخريف | المتوسط السنوي |
|-----------|-------|--------|------|-------|------|-------|-------|-------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|-------|--------|----------------|
| جبل كتعان | 37.7  | 49     | 52.3 | 140   | 219  | 117   | 0     | 1480  | 514    | 107    | 50     | 43.1   | 43.2   | 85.1   | 1065  | 78.2   | 22.12          |
| حيفا      | 72.3  | 63     | 92.4 | 99    | 91.1 | 0     | 0     | 0     | 69.2   | 78.1   | 48.2   | 53.9   | 62.7   | 93.9   | 0     | 56.3   | 36.7           |
| جنين      | 54.8  | 62     | 62.6 | 119   | 97.2 | 320   | 0     | 0     | 20.2   | 191    | 80.5   | 55.4   | 57.6   | 75.7   | 200   | 93.1   | 30.7           |
| طولكرم    | 47.7  | 69     | 43.9 | 154   | 96.9 | 0     | 0     | 0     | 247    | 162    | 95.1   | 54.6   | 56.9   | 63.7   | 0     | 67.2   | 13.3           |
| نابلس     | 72.9  | 60     | 81.4 | 179   | 90.1 | 0     | 0     | 0     | 202    | 90.1   | 116    | 44.3   | 60     | 99.8   | 0     | 114    | 10.7           |
| رام الله  | 45.5  | 40     | 104  | 146   | 257  | 0     | 0     | 0     | 159    | 104    | 72.9   | 20.7   | 37.4   | 116    | 0     | 80.7   | 5.3            |
| أريحا     | 50.6  | 56     | 82.6 | 204   | 212  | 975   | 0     | 0     | 955    | 133    | 71.7   | 38.7   | 49.2   | 122    | 944   | 132    | 17             |
| تل أبيب   | 106   | 68     | 88.2 | 48    | 132  | 0     | 0     | 0     | 434    | 216    | 63.5   | 13.1   | 63.3   | 81.2   | 0     | 115    | 32.7           |
| القدس     | 39.6  | 68     | 83.9 | 128   | 18.8 | 0     | 0     | 0     | 367    | 31     | 48.5   | 39.3   | 48.9   | 88.1   | 0     | 45.1   | 24.8           |
| الخليل    | 54.9  | 44     | 84.9 | 138   | 234  | 0     | 0     | 0     | 408    | 139    | 45.7   | 22.4   | 43.5   | 107    | 0     | 73     | 9.3            |
| غزة       | 62.4  | 85     | 74.3 | 151   | 269  | 381   |       |       | 285    | 135    | 127    | 77.7   | 73.1   | 96.3   | 1350  | 129    | 38.8           |
| بئر السبع | 74.5  | 39     | 59.2 | 37    | 3.9  | 0     | 0     | 0     | 0      | 128    | 41.8   | 125    | 80.9   | 48.9   | 0     | 62.2   | 28.9           |
| إيلات     | 286   | 78     | 24.5 | 201   | 219  | 65    |       |       |        | 359    | 26.7   | 168    | 168    | 123    | 200   | 155    | 23.3           |

المصدر: من حساب الباحث بالاعتماد على بيانات الأمطار

أما فيما يتعلق بمعامل التغير للكميات المطرية على المستوى الفصلي؛ فيتبين بعد استثناء فصل الصيف نظرا لكونه فصل جاف بطبيعة الحال، نجد أن نسب التغير ترتفع في فصلي الربيع والخريف عن فصل الشتاء؛ بسبب كونهما فصلين انتقاليين، ففي فصل الربيع تتركز أعلى النسب في محطة إيلات ١٢٣%، ومحطة أريحا ١٢٢% ، وفي المقابل كانت أدنى النسب أثناء الربيع في محطة بئر السبع ٤٨.٩% ، ومحطة طولكرم ٦٣.٧% ومحطة جنين ٧٥.٧%، أما فصل الخريف، فيلحظ أن أعلى النسب فيه كانت في محطتي إيلات ١٥٥% وأريحا ١٣٢% ، ومحطة

غزة ١٢٩%، في حين كانت أدنى النسب خلال الخريف في محطة القدس ٤٥.١% ومحطة حيفا ٥٦.٣% ومحطة طولكرم ٦٧.٢%.

أما بالنسبة لفصل الشتاء؛ فنجد أن أعلى نسب التغير كانت في محطة إيلات ١٦٨% ومحطة بئر السبع ٨٠.٩% ومحطة ٧٣.١% وهذه المحطات كلها تقع في جنوب فلسطين، وفي المقابل كانت أدنى النسب خلال فصل الشتاء في محطة رام الله ٣٧.٤% ومحطة جبل كنعان ٤٣.٢% ومحطة الخليل ٤٣.٥% وهي كلها محطات تقع ضمن الإقليم الجبلي الفلسطيني. وبالتالي نستنتج أن نسب التغير قد ارتفعت في كل الفصول بالمحطات التي تقع ضمن المنطقة الجافة وشبه الجافة وفي المقابل انخفضت نسب التغير في المحطات التي تقع ضمن المنطقة الرطبة.

أما بخصوص نسب التغير الشهرية لكميات المطر؛ فيتضح بعد استثناء شهور الصيف أن شهر سبتمبر يستحوذ على أعلى هذه النسب والتي كانت أعلاها في محطة أريحا ٩٥.٥% في حين كان أدنى هذه النسب بعد استثناء محطتي بئر السبع وإيلات التي وصلت فيهما قيمة معامل التغير إلى صفر، كان ذلك في محطة جنين ٢٠.٢% ويلي شهر سبتمبر بالترتيب شهور مايو، أكتوبر، و أبريل، أما عن شهور الشتاء فتركزت أعلى نسب التغير في شهر يناير والتي كانت أعلاها في محطة إيلات ٢٨٦.٢% ومحطة تل أبيب ١٠٥.٦% ومن ثم محطة بئر السبع ٧٤.٥% وفي المقابل تركزت أدنى هذه النسب في يناير في محطة جبل كنعان ٣٧.٧% ومحطة رام الله ٤٥.٥%.

أما بالنسبة لأدنى النسب الشهرية بنحو عام بعد استثناء شهور الصيف؛ فقد تركزت تلك النسب في شهر ديسمبر والتي كان أعلاها في محطة إيلات ١٦٨% ومحطة بئر السبع ١٢٥% في حين كانت أدناها في محطة تل أبيب ١٣.١% ومحطة رام الله ٢٠.٧% ومحطة الخليل ٢٢.٤%.

ومما سبق نستنتج وبصفة خاصة أعلى نسب التغير الشهرية التي ارتفعت في محطات جنوب فلسطين ( مناطق شبه جافة وجافة ) وانخفضت في المحطات الساحلية و الجبلية ( مناطق رطبة ) إلى حد ما.

### المحور الثالث: اتجاهات التغير Trends المناخي في فلسطين:

لدراسة اتجاهات التغير المناخي لأهم عناصر المناخ في فلسطين (درجات الحرارة، الأمطار) تم استخدام طريقتين لذلك هما المتوسطات المتحركة الخماسية و الثلاثية حسب الفترة الزمنية التي تغطيها البيانات المناخية، ومعادلة خط الانحدار المستقيم من الدرجة الأولى.

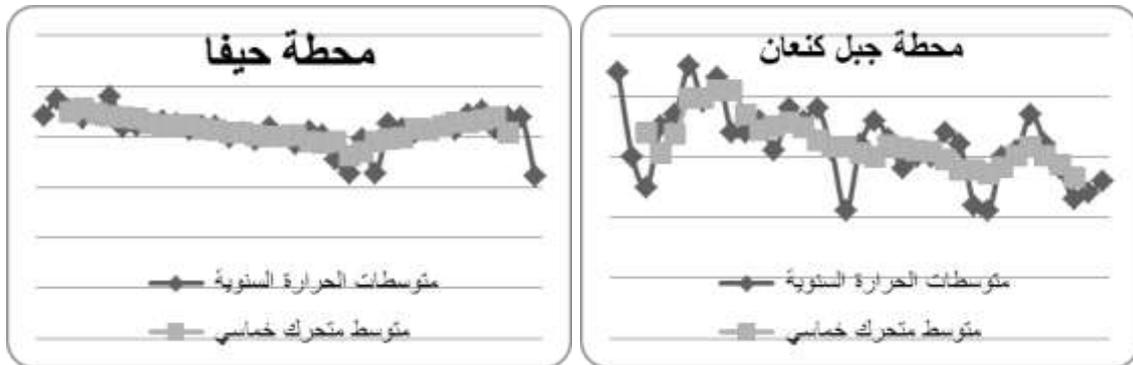
## ١: المتوسطات المتحركة: Moving Average:

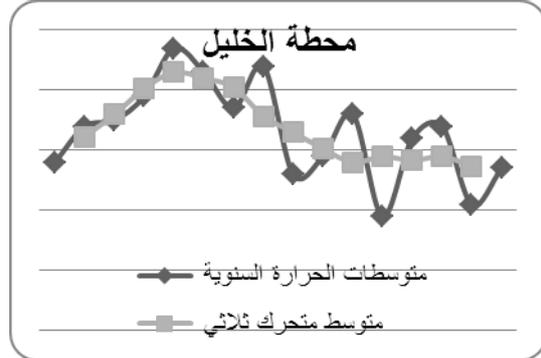
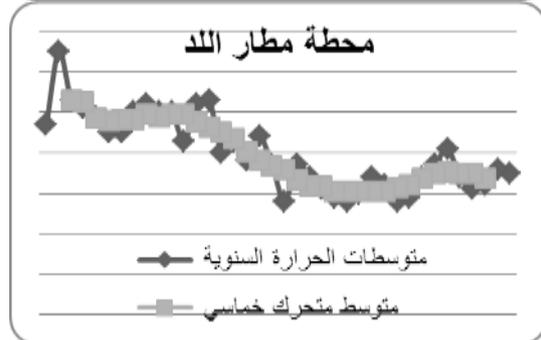
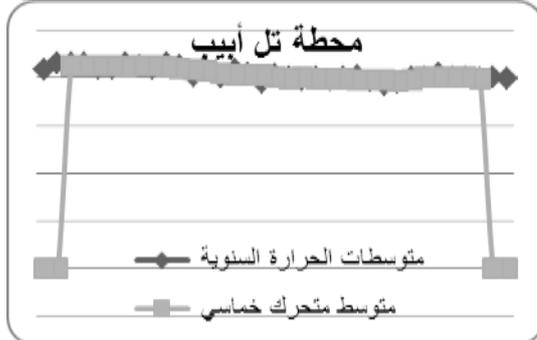
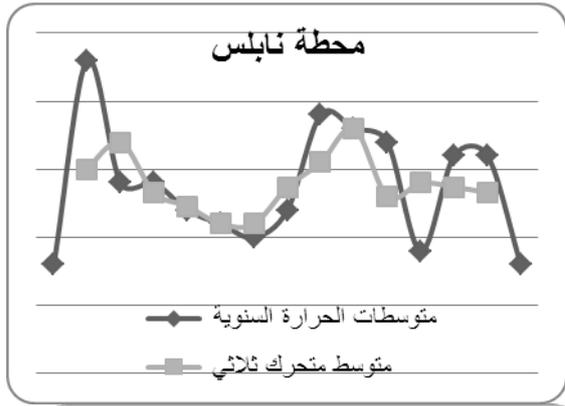
تعدُّ المتوسطات المتحركة من الطرق الإحصائية الشائعة عند الباحثين المناخين لدراسة السلاسل الزمنية المناخية، وتحديد الاتجاه العام لسير السلاسل الزمنية، ويتم ذلك من خلال اختيار المتوسط المتحرك المناسب لكي يمثل تتابع في الظاهرة أي ملاحظة دوريتها نوعاً ما<sup>(١٦)</sup>. وتقيد المتوسطات المتحركة في إظهار الذبذبات المنتظمة بصورة واضحة وذلك عند حسابها لسلسلة من الأرقام العشوائية فتظهر الاتجاهات المتغيرة أو المتدرجة من فترة إلى أخرى أو من نظام إلى آخر<sup>(١٧)</sup>، ولكن عند الحديث عن الدورات المنتظمة Cycles بينت العديد من الدراسات المناخية فشلها في الكشف عن دورات منتظمة في عناصر المناخ وذلك لأن الغلاف الجوي نظام مفتوح يتأثر بالعديد من المتغيرات إضافة إلى أن الغلاف الجوي يتأثر بالنظم البيئية الأخرى ويؤثر فيها<sup>(١٨)</sup>، وبناء على ما تقدم يمكن الكشف عن دورات غير منتظمة في عناصر المناخ المطلوب دراستها.

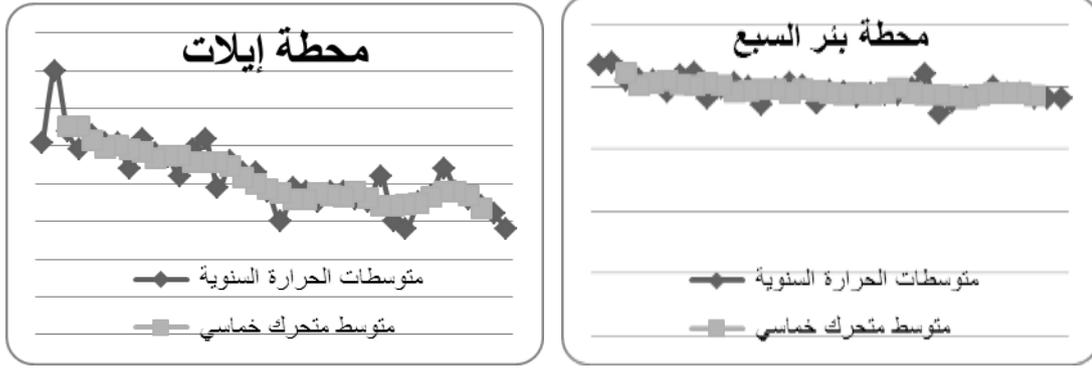
## المتوسطات المتحركة للحرارة:

يتضح من الشكل رقم (٣) أن المتوسطات المتحركة الخماسية للمحطات داخل الخط الأخضر كشفت عن دورات غير منتظمة، فنجد محطة مطار اللد القريبة من الساحل نوعاً ما تميزت بدورتين الأولى ١٩ سنة و الثانية ١٤ سنة، وكذلك الأمر في إيلات التي تميزت بدورتين الأولى ١٩ سنة و الثانية ١١ سنة وهذا ما انطبق على محطة بئر السبع التي سجلت نفس الدورتين في محطة إيلات، ولكن الوضع مختلف في القدس التي تميزت بدورتين الأولى ٢١ سنة والثانية ١٠ سنوات، وهذا يشبه الدورة التي تميزت بها محطة تل أبيب فكانت الأولى ٢٠ سنة و الثانية ١١ سنة، أما محطة حيفا؛ فتميزت بدورات عشوائية وليس من السهل تحديدها، ولكن يوجد دورات غير منتظمة تمتد إحداها ١٥ سنة والأخرى تراوحت من ٩ - ١٠ سنوات.

الشكل رقم (٣) المتوسطات المتحركة الخماسية و الثلاثية لمتوسطات الحرارة السنوية







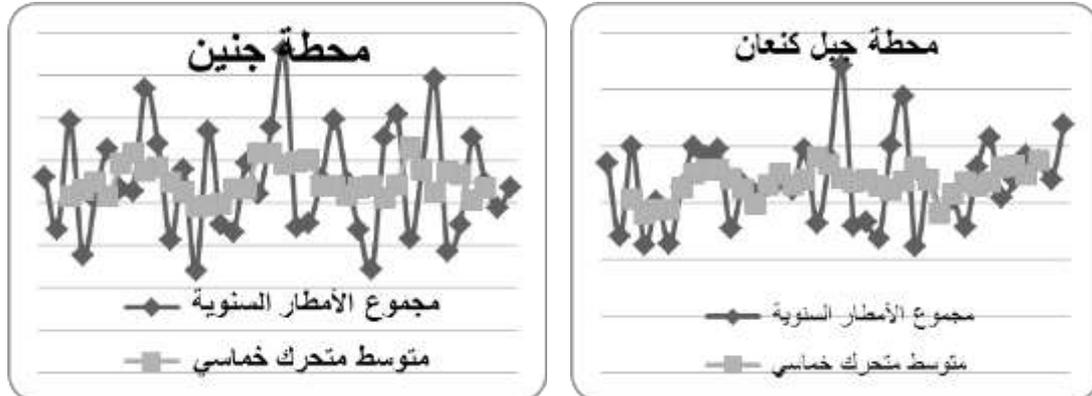
المصدر: من إعداد الباحث بالاعتماد على بيانات الحرارة

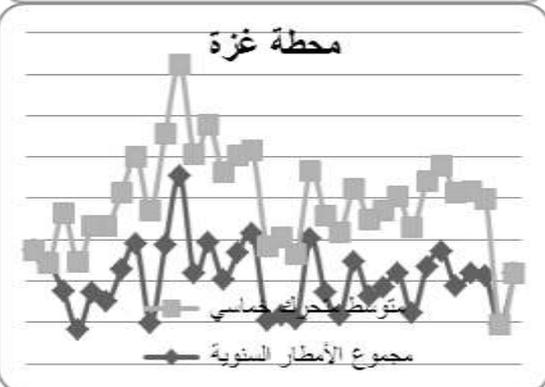
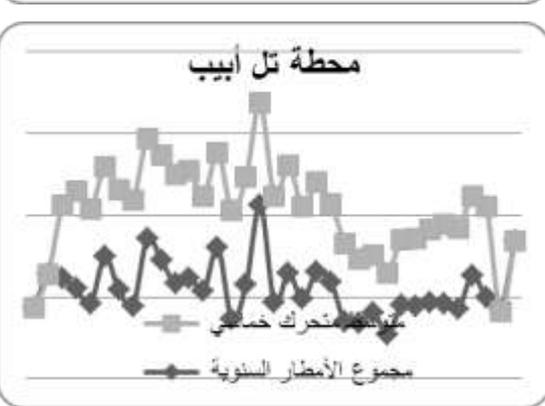
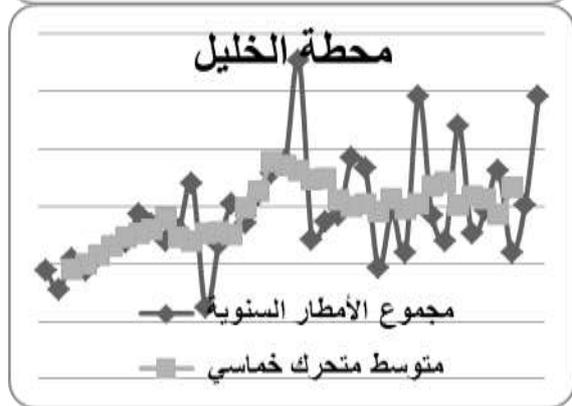
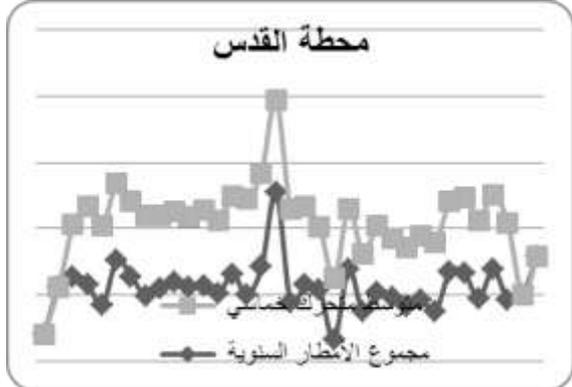
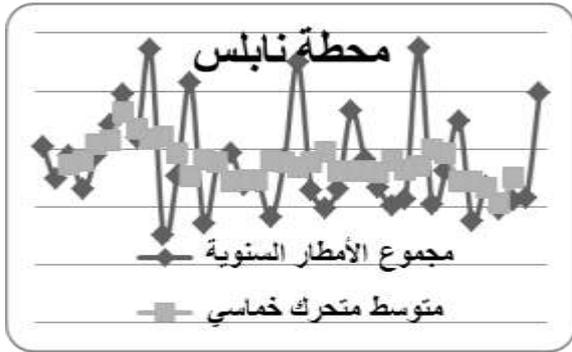
أما عن المحطات الفلسطينية؛ فتميزت محطة غزة بدورتين الأولى ١٥ سنة والثانية ١٠ سنوات ومن ثم تبدأ دورة جديدة، أما بالنسبة للمحطات الفلسطينية الأخرى تم استخدام المتوسطات المتحركة الثلاثية وذلك بسبب قصر الفترة الزمنية التي تغطيها البيانات، رغم ذلك أمكن تسجيل دورات غير منتظمة يمتد بعضها من ١٠ - ١١ سنة في حين تمتد الأخرى نحو ٨ سنوات تقريبا. ونستنتج مما تقدم على المتوسطات المتحركة لمعدلات الحرارة في فلسطين بأنها تميزت بدورات غير منتظمة تراوحت بشكل عام من ٢٠ سنة إلى ١٠ سنوات.

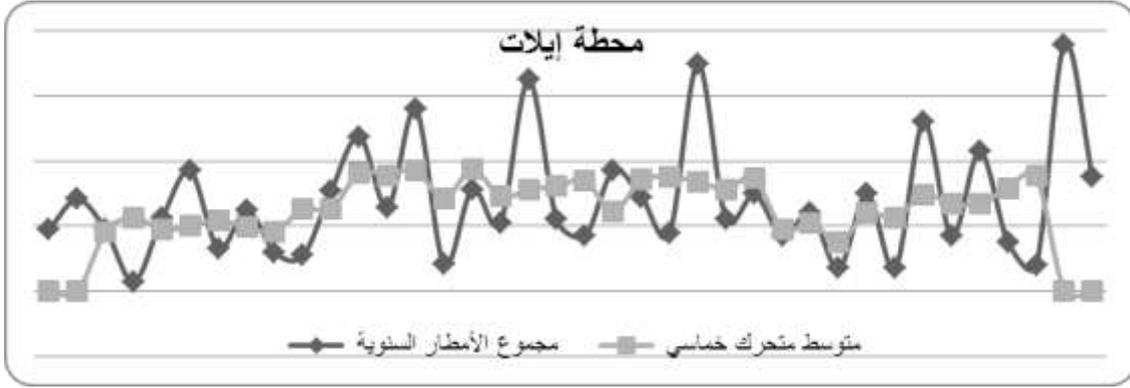
#### المتوسطات المتحركة للأمطار:

يلحظ على المتوسطات المتحركة الخماسية لمعدلات كميات الأمطار السنوية في المحطات المدروسة بحسب الشكل رقم (٤) أنه من الصعب تحديد دورات منتظمة أو شبه منتظمة للأمطار في فلسطين وذلك لأن كميات الأمطار من أهم صفاتها العشوائية بشكل كبير سواء العشوائية الزمنية الموسمية أو العشوائية المكانية الجغرافية. ورغم ذلك تم الكشف عن بعض الدورات غير المنتظمة تمتد خلال فترتين ، فالفترة الأولى تمتد من ١٤ - ١٨ سنة باستثناء محطة نابلس التي سجلت دورة أطول من ذلك وصلت حوالي ٢١ سنة، أما الفترة الثانية فامتدت دورتها من ٧ - ١١ سنة تقريبا مع وجود دورات عشوائية صغيرة في بعض المحطات مثل نابلس، أريحا وإيلات.

الشكل رقم (٤) المتوسطات المتحركة الخماسية لمتوسطات كميات الأمطار السنوية







لذلك يمكن الاستنتاج أنّ هناك محطات تميزت بدورات ذات مستوى مرتفع من العشوائية كإيلات وأريحا وهي محطات تقع خارج النطاق الرطب بعكس محطات المناطق الرطبة التي سجلت شيئاً من الانتظام في دورتها، كمحطتي جنين وجبل كنعان، ويلحظ على المتوسطات المتحركة أيضاً بانخفاضها في السنوات القليلة الماضية (أي ضمن السلسلة الزمنية المعاصرة) في بعض المحطات مثل بئر السبع و أريحا و إيلات، إلى غير ذلك.

## ٢ - معادلة خط الانحدار (مستقيم الاتجاه):

يتم تحديد الاتجاه العام للعناصر المناخية قيد البحث باستخدام معادلة الخط المستقيم (معادلة خط الانحدار من الدرجة الأولى) أو ما يعرف بطريقة المربعات الصغرى، تكشف هذه المعادلة عن الوجهة العامة لمعدل تزايد أو تناقص للعنصر المناخي قصد الدراسة وذلك ضمن الفترة الزمنية المحددة، وكذلك تحدد مدى تباعد أو تقارب المعدلات السنوية للظاهرة المناخية عن خط الاتجاه العام (٩)، أي فإذا كانت نتيجة هذه المعادلة سالبة يكون الاتجاه العام متناقصاً أما إذا كانت النتيجة موجبة عندها يكون الاتجاه العام متزايداً.

### معادلة خط الانحدار للحرارة:

يتبين من الجدول رقم (٤) أن معادلة خط الانحدار من الدرجة الأولى تشير إلى أن الاتجاه العام لمتوسطات الحرارة في كافة المحطات أخذ بالتزايد ولكن بصورة متباينة ، لذلك فالحكم على اتجاه التغير المناخي لمتوسطات الحرارة في فلسطين أخذ بالتزايد مع وجود تباين مكاني بدرجات التزايد حسب التوزيع الجغرافي للمحطات، فنجد محطات كان التزايد بها مرتفع مثل محطات جبل كنعان، تل أبيب، غزة، إيلات، مطار اللد، وفي المقابل نجد أن هناك محطات كان اتجاه التزايد فيها أقل مثل نابلس، حيفا.

## جدول رقم (٤) معادلة خط الاتجاه العام من الدرجة الأولى لمعدلات الحرارة السنوية

| المحطة    | معادلة خط الانحدار  | الاتجاه العام | الفترة الزمنية |
|-----------|---------------------|---------------|----------------|
| جبل كنعان | $y=0.00338x-51.098$ | متزايد        | 2008-1974      |
| حيفا      | $y=0.0591x-97.138$  | متزايد        | 2011-1974      |
| طولكرم    | $y=0.1746x-327.84$  | متزايد        | 2011-1997      |
| نابلس     | $y=0.005x+8.36$     | متزايد        | 2011-1997      |
| أريحا     | $Y=0.112x-200.65$   | متزايد        | 2011-1995      |
| تل أبيب   | $y=0.0522x-083.51$  | متزايد        | 2008-1974      |
| القدس     | $y=0.0569x-96.555$  | متزايد        | 2008-1974      |
| الخليل    | $y=0.0781x140.13$   | متزايد        | 2011-1996      |
| غزة       | $Y=0.0407x-6.725$   | متزايد        | 2006-1969      |
| بئر السبع | $y=0.0526x-84.942$  | متزايد        | 2008-1974      |
| إيلات     | $y=0.0647x-103.76$  | متزايد        | 2011-1974      |
| مطار اللد | $y=0.0659x-111.12$  | متزايد        | 2011-1974      |

المصدر: من حساب الباحث بالاعتماد على بيانات الحرارة

## معادلة خط الانحدار للأمطار:

يتبين من الجدول رقم (٥) بعد تطبيق معادلة خط الانحدار من الدرجة الأولى على المتوسطات السنوية لكميات الأمطار، نجد أنّ الاتجاه العام للأمطار في معظم المحطات المدروسة أخذ بالتناقص، باستثناء محطات حيفا، نابلس وتل أبيب التي امتازت باتجاه متزايد، وذات درجات متباينة ففي محطة نابلس كان التزايد متدني جداً، في حين كان التزايد واضح في محطتي حيفا وتل أبيب.

## جدول رقم (٥) معادلة الاتجاه العام من الدرجة الأولى لمتوسطات كميات الأمطار السنوية

| المحطة    | معادلة خط الانحدار   | الاتجاه العام | الفترة الزمنية |
|-----------|----------------------|---------------|----------------|
| جبل كنعان | $Y= -2.3598x+5373.6$ | متناقص        | 2011-1974      |
| حيفا      | $Y= 7.7905x15075$    | متزايد        | 2008-1981      |
| جنين      | $Y= -0.1276x+703.13$ | متناقص        | 2011-1974      |
| طولكرم    | $Y= -2.3123x5216.7$  | متناقص        | 2011-1974      |
| نابلس     | $Y= 2.5624x-4553.5$  | متزايد        | 2011-1974      |
| أريحا     | $Y= -2.3259x+4793.6$ | متناقص        | 2011-1974      |
| تل أبيب   | $Y= 3.8948x-7200.6$  | متزايد        | 2008-1974      |
| القدس     | $Y= -0.3231x+1199.1$ | متناقص        | 2008-1974      |
| الخليل    | $Y=-7.7607x+16042$   | متناقص        | 2008-1974      |
| غزة       | $Y= -0.4148x+1242.9$ | متناقص        | 2009-1974      |
| بئر السبع | $Y= -1.2141x+2600$   | متناقص        | 2008-1974      |
| إيلات     | $Y= -0.2962x+617.8$  | متناقص        | 2011-1974      |

كذلك الحال ينطبق على اتجاهات التناقص المتباينة في درجة تناقصها حسب التوزيع الجغرافي للمحطات فنجد أن هناك تناقص كبير في محطات جبل كنعان وأريحا و الخليل وبئر السبع و إيلات في حين نجد هناك تناقص قليل في الاتجاه العام لكميات الأمطار في بعض المحطات مثل جنين، طولكرم، القدس وغزة.

### المحور الرابع: السيناريوهات المناخية:

يوجد هناك ثلاث أنواع رئيسية من السيناريوهات والنماذج المناخية لحالة أو وضعية المناخ في المستقبل (٢٠):

١- السيناريوهات التركيبية Synthetic: وتعد من أبسط أنواع السيناريوهات أو النماذج لأن بناؤها سهل يعتمد على المعادلة التالية.

$$X_{new} = \mu + \delta/2(X_t - \mu)$$

$$\delta = \sigma_{new}^2 / \sigma^2$$

Xnew = قيمة المتغير المناخي الجديد

$\mu$  = متوسط السلسلة الزمنية

$\delta/2$  = معدل التغير بين العنصر القديم والجديد

Xt = قيمة المتغير المناخي القديم

$\sigma_{new}^2$  = التغير المناخي الجديد

$\sigma^2$  = التغير القديم (الماضي)

٢- سيناريوهات التشابه (النظائر) Analogues: تعتمد على التشابه للعنصر المناخي من ناحيتين التشابه المكاني و التشابه الزماني.

٣- سيناريوهات التغيرات المناخية العالمية GCMs<sup>٢١</sup>: وهي من أكثر السيناريوهات أو النماذج تعقيدا وتعتمد بشكل أساسي على تزايد غازات الدفيئة في الغلاف الجوي الأرضي و اعتمدت عليها لجنة IPCC ومراكز التنبؤات العالمية من خلال استخدام أجهزة حاسوب فائقة السرعة، وتتفرع عنها نماذج إقليمية تعرف باسم RCMS وهي نماذج تكون على مستوى النطاق الإقليمي المناخي، وهي التي اعتمدت عليها الدراسة على النحو الآتي:

#### ١- الحرارة:

بحسب سيناريو A1B من المتوقع أن ترتفع درجات الحرارة العظمى في فلسطين حوالي ١.٨ درجة مئوية عام ٢٠٢٠م، مقارنة بالسنوات الممتدة من ١٩٦٠ - ١٩٩٠م، ومن المتوقع أن ترتفع متوسطات درجات الحرارة بحسب السيناريو السابق حوالي ١.٥ درجة مئوية في عام ٢٠٢٠م مقارنة بالسنوات الممتدة من ١٩٦٠ - ١٩٩٠م.

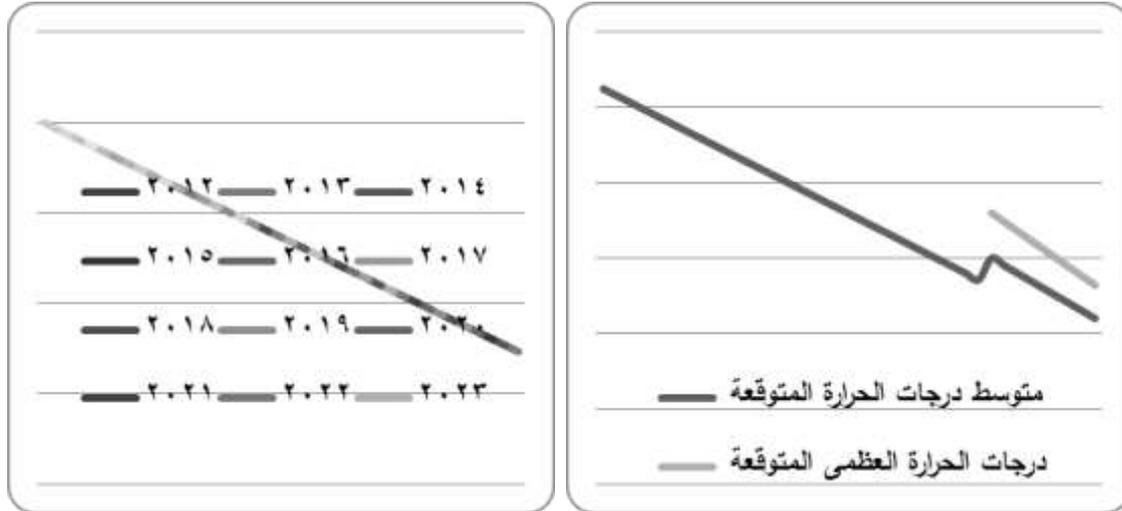
وأما بحسب سيناريوهات A1 و B1؛ فمن المتوقع أن يرتفع متوسط درجات الحرارة من ٣.٥ - ٥ درجات مئوية في السنوات الممتدة من ٢٠٧١ - ٢١٠٠م مقارنة في السنوات الماضية من ١٩٦٠ - ١٩٩٠م (٢٢).

ويتضح من الشكل رقم (٥) والجدول رقم (٦) أن متوسط درجات الحرارة العظمى ترتفع بشكل مضطرد من عام ٢٠١٢م - ٢٠٢٠م وهذا يتفق نوعا ما مع واقع اتجاهات الحرارة العظمى

في المحطات المدروسة التي بينت بعد تطبيق معادلة خط الانحدار من الدرجة الأولى تزايدها بكل المحطات المدروسة تقريبا.

أما بالنسبة لمتوسط درجات الحرارة المتوقعة، فيلاحظ من خلال الشكل رقم (٥) والجدول رقم (٦) أنّ متوسط الحرارة سينخفض بعد عام ٢٠٢٠م حتى ٢٠٢٥م وذلك بسبب اختلاف النماذج المستخدمة في كل سيناريو، كذلك من الواضح أنّ متوسطات درجات الحرارة في فلسطين ستشهد ارتفاعا بنويا مضطربا حتى عام ٢٠٥٠م ولكن هذا الوضع قد يختلف من الناحية المناخية مع الواقع الموجود مستقبلا لأن المناخ في طبيعته متقلب ومتذبذب ويخضع للعديد من العوامل والعمليات المختلفة التي تؤدي إلى ارتفاع درجات الحرارة في بعض الفترات وانخفاضها في فترات أخرى، ولكن نتيجة تزايد غازات الدفيئة و الملوثات الصلبة Aerosol في الغلاف الجوي قد يؤدي ذلك إلى ارتفاع درجات الحرارة ربما أكثر من المتوقع.

الشكل رقم (٥) الحرارة المتوقعة ونسبة تناقص الأمطار المتوقعة حسب سيناريوهات التغير المناخي



المصدر: من إعداد الباحث بالاعتماد على الجدول رقم (٦)

جدول رقم (٨) متوسط الحرارة و الحرارة العظمى و نسبة الأمطار المتوقعة في فلسطين حسب سيناريوهات التغير المناخي

| متوسط درجات الحرارة العظمى المتوقعة | نسبة الأمطار المتوقعة | متوسط درجات الحرارة المتوقعة | السنة       |
|-------------------------------------|-----------------------|------------------------------|-------------|
| 1.32                                | 0.07326               | 1.1                          | 2012        |
| 1.38                                | 0.07659               | 1.15                         | 2013        |
| 1.44                                | 0.07992               | 1.2                          | 2014        |
| 1.5                                 | 0.08325               | 1.25                         | 2015        |
| 1.56                                | 0.08658               | 1.3                          | 2016        |
| 1.62                                | 0.08991               | 1.35                         | 2017        |
| 1.68                                | 0.09324               | 1.4                          | 2018        |
| 1.74                                | 0.09657               | 1.45                         | 2019        |
| <b>1.8</b>                          | <b>0.1</b>            | <b>1.5</b>                   | <b>2020</b> |
|                                     | 0.10323               | 1.35625                      | 2021        |
|                                     | 0.10656               | 1.4                          | 2022        |
|                                     | 0.10989               | 1.44375                      | 2023        |

| متوسط درجات الحرارة العظمى المتوقعة | نسبة الأمطار المتوقعة | متوسط درجات الحرارة المتوقعة | السنة |
|-------------------------------------|-----------------------|------------------------------|-------|
|                                     | 0.11322               | 1.4875                       | 2024  |
|                                     | 0.11655               | 1.53125                      | 2025  |
|                                     | 0.11988               | 1.575                        | 2026  |
|                                     | 0.12321               | 1.61875                      | 2027  |
|                                     | 0.12654               | 1.6625                       | 2028  |
|                                     | 0.12987               | 1.70625                      | 2029  |
|                                     | 0.1332                | 1.75                         | 2030  |
|                                     | 0.13653               | 1.79375                      | 2031  |
|                                     | 0.13986               | 1.8375                       | 2032  |
|                                     | 0.14319               | 1.88125                      | 2033  |
|                                     | 0.14652               | 1.925                        | 2034  |
|                                     | 0.14985               | 1.96875                      | 2035  |
|                                     | 0.15318               | 2.0125                       | 2036  |
|                                     | 0.15651               | 2.05625                      | 2037  |
|                                     | 0.15984               | 2.1                          | 2038  |
|                                     | 0.16317               | 2.14375                      | 2039  |
|                                     | 0.1665                | 2.1875                       | 2040  |
|                                     | 0.16983               | 2.23125                      | 2041  |
|                                     | 0.17316               | 2.275                        | 2042  |
|                                     | 0.17649               | 2.31875                      | 2043  |
|                                     | 0.17982               | 2.3625                       | 2044  |
|                                     | 0.18315               | 2.40625                      | 2045  |
|                                     | 0.18648               | 2.45                         | 2046  |
|                                     | 0.18981               | 2.49375                      | 2047  |
|                                     | 0.19314               | 2.5375                       | 2048  |
|                                     | 0.19647               | 2.58125                      | 2049  |
|                                     | 0.2                   | 2.625                        | 2050  |

المصدر: من إعداد الباحث بالاعتماد على سيناريوهات التغير المناخي المذكورة

## ٢- الأمطار:

ومن المتوقع أن تتناقص الأمطار حوالي ١٠% في عام ٢٠٢٠م بحسب سيناريو A1B1 ، وكذلك من المتوقع تناقص الأمطار بنسبة ٢٠% حتى عام ٢٠٥٠م استنادا إلى نفس السيناريو، ومن المتوقع أيضا أن تتركز نسبة ومعدلات الأيام الممطرة المتطرفة مستقبلا في فصل الخريف حسب سيناريو B2، في حين أنّ من المتوقع أن تتركز نسبة الأيام الممطرة المتطرفة مستقبلا في شهر يناير وفي فصل الربيع حسب سيناريو A2.

ومن المتوقع أيضا أن يكون هناك اختلافات في السنوات الرطبة و السنوات الجافة من فترة إلى أخرى فقد يكون هناك سنوات متتالية (فترات فاصلة) من الرطوبة عما هو سائد حاليا، وفي المقابل هناك سنوات أخرى ستشهد تطرفات مناخية من الجفاف، أي من المحتمل أن يكون فترات فاصلة من الجفاف وفترات أخرى فاصلة من الرطوبة، وفي المحصلة النهائية من المحتمل أن يصبح مناخ فلسطين في المستقبل البعيد ذات صفة وحالة أكثر جفافا عما هو موجود في هذه الأيام<sup>(٢٣)</sup>.

وبالنظر إلى الجدول رقم (٨) و الشكل رقم (٥) يتبين أن نسبة تناقص الأمطار تزداد بشكل مضطرب مع الزمن حتى عام ٢٠٥٠م، ولكن نجد أن هذا الارتفاع الواضح في نسبة تناقص الأمطار مستقبلا حسب السيناريوهات المطروحة قد لا تتفق مع الواقع بالرغم أن تطبيق معادلة انحدار لخط المستقيم من الدرجة الأولى أظهرت أن هناك تناقصا واضحا للأمطار في فلسطين في معظم المحطات المدروسة سواء بالنسبة لكمية الأمطار أو معدلات الأيام المطيرة السنوية، بطبيعة الحال تزايد الأمطار وتناقصها مرتبط في الذبذبات المناخية الموجودة في الدورة الهوائية للغلاف الجوي ومدى ترحح مراكز الضغط الجوي مكانيا وزمانيا .

### النتائج :

توصلت الدراسة إلى العديد من النتائج منها:

- ١- امتازت المحطات المدروسة داخل الخط الأخضر ومحطة غزة بارتفاع تذبذب متوسطات الحرارة السنوية عن معدلها العام منذ مطلع التسعينيات، أما المحطات الفلسطينية ( داخل الضفة الغربية)؛ فنظرا لقصر مدة التسجيلات فيها، إلا أنها امتازت بارتفاع تذبذب متوسطات الحرارة السنوية عن معدلها منذ نهاية التسعينيات أي ابتداء من ١٩٩٨م.
- ٢- أشارت الدراسة أنّ السنوات التي ينخفض فيها معدل الإشعاع الشمسيّ قمة الغلاف الجويّ تنخفض فيها متوسطات الحرارة عن معدلها العام في معظم المحطات المدروسة تقريبا.
- ٣- امتازت أمطار فلسطين بذبذبة عالية عن المعدل العام في أغلب المحطات تقريبا.
- ٤- أظهرت الدراسة أن أعلى قيم الانحراف المعياري الفصلية لمتوسطات الحرارة السنوية كانت خلال فصل الربيع وخاصة في محطتي الخليل وأريحا، وأما على المستوى الشهري احتل شهر نوفمبر المرتبة الأولى وخاصة في محطات طولكرم، جنين ورام الله.
- ٥- تركزت أعلى قيم التغير النسبيّ لمتوسطات الحرارة السنوية في محطة حيفا ٦.٦% ومحطة جبل كنعان ٦.٢%، في حين كان أدناها في محطة أريحا ٢.٥% ، وعلى المستوى الفصليّ احتل فصل الشتاء المرتبة الأولى وكانت أعلى النسب في محطة الخليل ٢٦%، وأما على المستوى الشهريّ؛ فتركزت أعلى النسب في شهر مارس ولاسيما في محطتي جبل كنعان والخليل ٢٧%.
- ٦- بينت الدراسة أنّ معامل التغير النسبيّ للأمطار في فلسطين مرتفعا حيث كانت أعلى النسب في محطة غزة ٣٨.٨% بينما كانت أدناها في محطة رام الله ٥.٢%، وأما على المستوى الفصليّ؛ فاحتل فصلي الربيع والخريف أعلى القيم الفصلية لمعامل التغير النسبيّ، ولاسيما في محطتي ايلات ١٢٣% وأريحا ١٢٢% وهي محطات تقع ضمن المنطقة الجافة من فلسطين.

- ٧- امتازت المتوسطات المتحركة الخماسية والثلاثية لمتوسطات الحرارة السنوية في المحطات المدروسة بوجود دورات غير منتظمة، تراوحت نوعا ما بين ٢٠ سنة إلى ١٠ سنوات.
- ٨- أظهرت الدراسة وجود بعض الدورات غير المنتظمة للأمطار التي امتدت على مرحلتين، المرحلة الأولى من ١٤ - ١٨ سنة، والمرحلة الثانية من ٧ - ١١ سنة تقريبا.
- ٩- أظهرت الدراسة بعد تطبيق معادلة خط الانحدار على متوسطات الحرارة السنوية أنَّ الاتجاه العام لمتوسطات الحرارة في كافة المحطات أخذ بالتزايد.
- ١٠- بينت الدراسة أنَّ الاتجاه العام للأمطار في معظم المحطات المدروسة أخذ بالتناقص.
- ١١- أظهرت الدراسة أنَّ درجات الحرارة العظمى في فلسطين من المتوقع أن ترتفع حوالي ١.٨ درجة مئوية عام ٢٠٢٠م حسب سيناريو A1B ، في حين من المتوقع أن ترتفع معدلات الحرارة بحسب نفس السيناريو ١.٥ درجة مئوية عام ٢٠٢٠م.
- ١٢- أشارت الدراسة إلى أنَّ من المتوقع أن تتناقص الأمطار في فلسطين بنسبة ١٠% عن معدلها في عام ٢٠٢٠م حسب سيناريو A1B1 ، وكذلك من المتوقع ان تتناقص الأمطار بنسبة ٢٠% حتى عام ٢٠٥٠م حسب السيناريو السابق.
- ١٣- بينت الدراسة أنَّ من المتوقع أن تتركز نسبة ومعدلات الأيام المطيرة المتطرفة مستقبلا في فصل الخريف حسب سيناريو B2 ، بينما من المتوقع أن تتركز الأيام المطيرة في شهر يناير، وفي فصل الربيع حسب سيناريو A2، ومن المحتمل أن يصبح مناخ فلسطين في المستقبل البعيد ذات صفة وحالة أكثر جفافاً مما هو موجود هذه الأيام.

### الهوامش:

- ١- طالب دكتوراه بجامعة الحسن الثاني المحمدية - الدار البيضاء المملكة المغربية، تخصص التغيرات المناخية والتنمية المستدامة.
- ٢- أستاذ علم المناخ بجامعة الحسن الثاني المحمدية - الدار البيضاء المملكة المغربية، والمسؤول عن وحدة التكوين والبحث في دكتوراه المناخ والتنمية المستدامة.
- ٣- أستاذ علم المناخ بجامعة الحسن الثاني المحمدية - الدار البيضاء المملكة المغربية.
- ٤- عتاتبة، صباح إبراهيم أحمد، ٢٠١١، التأثير المحتمل للتغير المناخي على أمطار الأردن. رسالة ماجستير الجامعة الأردنية، ص ٥٨
- ٥- مؤشر البصمة الكربونية: هو سلم لقياس مساحة الأرض التي يحتاجها الفرد للحياة بنمط معين.

٦ - [www.diwanalarab.com\spip.php](http://www.diwanalarab.com\spip.php)

٧ - البيانات المطرية من عام ١٩٧٤ - ١٩٩٦ في بعض محطات الضفة الغربية (جنين، نابلس، طولكرم، أريحا، و الخليل) أخذت من اللوح. منصور نصر ، ٢٠٠٤، العلاقة بين الأمطار و بعض المتغيرات الجوية و الطبيعية في الضفة الغربية-فلسطين. مجلة الجامعة الإسلامية المجلد الثاني عشر العدد ٢، ص ٢٣١، أما باقي البيانات فتم الحصول عليها من دائرة الأرصاد الجوية الفلسطينية - رام الله.

٨ - تم الحصول على البيانات المناخية للمحطات داخل أراضي ١٩٤٨ من النشرات الإحصائية الصادرة عن الإحصاء الإسرائيلي ، ومن الموقع الإلكتروني <http://www.tutempo.net/en/Climate/>

٩ - متعارف عليه حاليا باسم **هاركينان** وهو اسم عبري يعني جبل كنعان وهي تسمية فلسطينية نسبة إلى الجبل التي تقع عليه محطة الرصد الجوي.

١٠ - اسمها الفلسطيني قبل الاحتلال عام ١٩٤٨ **تل الربيع** ولكن اعتمدت بالبحث التسمية المتعارف عليها حاليا بسبب الظروف السياسية.

١١ - اسمها الفلسطيني قبل الاحتلال عام ١٩٤٨ مدينة **أم الرشراش** ولكن اعتمدت بالبحث التسمية المتعارف عليها حاليا بسبب الظروف السياسية.

١٢ - تحسب نسبة التذبذب بواسطة المعادلة البسيطة التالية:

نسبة التذبذب = المعدل في سنة ما / المعدل العام لكل السنوات \* ١٠٠ - ١٠٠ ، جمعة، سمير فريد عبدالله، ١٩٩٩، أثر المناخ على نمط استعمال الأرض الزراعية في محافظة جنين، رسالة ماجستير، جامعة النجاح الوطنية، نابلس، فلسطين، ص ٨٠

١٣ - الموسى، فواز أحمد، ٢٠٠٢، الخصائص المناخية للحرارة والأمطار شرقي البحر المتوسط. رسالة دكتوراه غير منشورة، جامعة عين شمس ، مصر ص: ١٥٤

١٤ - موسى، علي، ١٩٧٩، مرجع سابق، ص: ٥٥

١٥ - أبو زيد، محمد صدقة، ٢٠٠٦، خصائص الأمطار في الجزء الأوسط من غربي المملكة السعودية. المجلد ١٤ ، مجلة جامعة الملك عبد العزيز، ص ١٩٠

١٦ - الموسى، فواز أحمد، ٢٠٠٧، تغيرات الأمطار في سورية خلال الفترة المعاصرة. ندوة الجغرافيا والتخطيط، جامعة حلب. ص ٩٩

١٧ - الموسى، فواز أحمد، ٢٠٠٢، مرجع سابق، ص: ١٥٨

١٨ - شحادة، نعمان، ١٩٨٧، التقلبات القصيرة المدة في درجة الحرارة الفعالة في مدينة الشارقة. مجلة دراسات الجامعة الأردنية، المجلد الرابع، العدد الأول، ص ١١٤.

١٩ - موسى، علي حسن، ١٩٨٨، الاتجاه العام للأمطار والحرارة في سورية. المجلد ( ١٢/١١ - ١٣ ) المجلة الجغرافية السورية، دمشق، ص: ٢٠٥

20 - Dr.E.Barrow.2001.Availability Characteristics and use of Climate Change Scenarios given the PARC Workshop. Regina.pp 10-22

21 - GCMS= Global Climate Models/ RCMs= The Regional Climate Models

22 - Moshe Yanai Axelrod,2010, Israel's second national communication on climate change. . Ministry of Environmental Protection. Jerusalem. p 73

<sup>23</sup> - Moshe Yanai Axelrod,2010, Israel's second national communication on climate change. . Ministry of Environmental Protection. Jerusalem. p 73.

## **Indicators of climate change and future scenarios in Palestine**

**An extracted research b: Mustafa Rashed Mohammad Jarrar  
Supervised: Asst. Prof.Dr. Mohammed Said Karrouk. &  
Prof: Abdelmalik Saloui**

### **. Summary:**

This study aims to show a detailed picture of the vibrational and climatic changes and trends in Palestine and especially for elemental temperature and rain, and for that section of this research into four main themes deals with the first theme oscillation of climate temperature and rain in Palestine, the second theme heterogeneity climate in Palestine, the third theme trends of climate change in Palestine and the fourth theme climate scenarios.

As for climate change in Palestine, this study showed that there is a fluctuation of a high level for the average annual temperature for the average of the year in most of the stations the study, especially since the early nineties, and the coefficient of variation relative to the average temperature in Palestine was the same level of a few of the changes, particularly with respect to the rates of annual temperature was the highest rates of change in the Haifa station while 6.6% was the lowest in Jericho Station 2.5%, while for changes in average temperatures to seasonal winter occupied the top position change rates.

With regard to the trends of climate change for the average temperature in Palestine Showed the study after the application of moving averages quintet presence of irregular cycles ranged generally from 20 years to 10 years, and after the application of the equation of the regression line of the first-class averages temperature in Palestine shows that the general trend of the rates of heat all stations is increasing, but differently from spatially by the geographical distribution of these stations.

As for the rain study indicated that there was a significant increase of oscillation and change rainfall in Palestine, where it reached the top of a standard deviation of about 197.4 mm annually in the station Haifa In contrast, the maximum rate for the coefficient of variation relative to about 38.8% in the Gaza plant, as well as the study showed after the application of moving averages five to average annual rainfall and the presence irregular cycles long-term stretch in about 20 years and is a regular short courses ranging from an average of 7-11 years ago, and also show that the general trend of rain in most of the stations studied is decreasing.

As for the future scenarios, it is expected by the scenario A1B that Great temperatures rise in Palestine about 1.8 degrees Celsius in 2020, while expected to increase average temperatures, according to the same scenario is about 1.5 degrees Celsius in 2020, and Regarding the rain is expected to decrease about 10% in 2020 by A1B1 scenario as well as the expected decrease of rainfall in Palestine by 20% until the year 2050 based on the same scenario and also is expected to be unchanged rates of rainy days in the future.