

اتجاهات درجة الحرارة في مدينة مكة المكرمة

خلال الفترة من ١٩٨٤ - ٢٠١٨م

د. عائشة علي محمد عريشي.

استاذ الجغرافيا المناخية المشارك - جامعة جازان.

ملخص البحث: تناولت الدراسة اتجاهات التغير في معدل درجة الحرارة في مدينة مكة المكرمة لمدة ٣٥ عاماً، من عام ١٩٨٤ إلى عام ٢٠١٨م، وقد اعتمدت على بيانات معدل درجة الحرارة العظمى والصغرى لمحطة مكة المكرمة التي تم الحصول عليها خلال الفترة المذكورة، اعتمدت الدراسة على المنهجين الوصفي والإحصائي، وقد تناولت فيه خصائص درجة الحرارة العظمى والصغرى، واتجاهات الانحراف في معدل درجة الحرارة، ثم تحليل قيم التغير السنوي في درجة الحرارة على امتداد فترة الدراسة باستخدام أسلوب الانحدار الخطي البسيط، وأسلوب السلاسل الزمنية. وقد خلصت الدراسة إلى أن تغير اتجاهات درجة الحرارة نحو الارتفاع، ويؤكد ذلك اتجاه خط السلاسل الزمنية، والذي يتخذ شكلاً تصاعدياً، وكذلك ناتج الانحدار الخطي البسيط (Simple Linear Regression)، والذي يؤكد وجود علاقة طردية بين معدلات درجة الحرارة والزمن، وذلك بقيمة بلغت ٠.٦٨، كما أن هذا الانحدار معنوي، حيث قلت قيمة (Sig) قلت عن (٠.٠٠١)، يؤكد ذلك ناتج اختبار مان كيندال (Mann-Kendall M-K). ثم تناولت في نهاية الدراسة بعضاً من التوصيات.

الكلمات المفتاحية: اتجاه التغير - معدل درجة الحرارة - مكة المكرمة - السلاسل الزمنية - الانحدار الخطي البسيط.

أولاً: الإطار النظري للدراسة.

مقدمة البحث.

تعد الحرارة أهم عناصر المناخ المؤثرة على مختلف مظاهر الحياة على سطح الأرض ، ويتضح ذلك من خلال قوة تأثيرها على العناصر المناخية الأخرى وخاصة الضغط الجوي وحركة الرياح ومظاهر التكثف ، كما أن التباين في درجة الحرارة العظمى والصغرى يؤثر على عملية الاستقرار الجوي ، فعندما ترتفع درجة الحرارة يخف وزن الهواء ويرتفع لأعلى ليحل محله هواء بارد ، مما يحدث اضطراباً جويّاً نتيجة ارتفاع الهواء الساخن وهبوط الهواء البارد الذي ينقل معه قوة دفع كبيرة تجعل الرياح السطحية أكثر نشاطاً.

تمثل مدينة مكة المكرمة أهمية كبيرة في نفوس المسلمين ، كمدينة مقدسة هي قبلة المسلمين ومهوى أفئدتهم ، ويقصدها سنوياً ملايين الحجاج والمعتمرين والزوار لبيت الله الحرام ، وتتأثر هذه المدينة بمجموعة من العوامل الطبيعية والبشرية تلعب دوراً مهماً في درجة الحرارة ، أهمها الموقع الجغرافي والفلكي ، فبناء على الموقع الفلكي يبرز التباين الفصلي في درجة الحرارة ، كما يبرز التغير في اتجاه درجة الحرارة السنوي ، وكلما كان الفارق بين معدل الحرارة السنوي والمعدل العام كبيراً دل على التغير. كما تتأثر درجة الحرارة أيضاً بعدة عوامل مناخية خارجية كالمنخفضات الجوية والكتل الهوائية والتيارات النفاثة ، وذلك لموقعها في منطقة التقاء القارة الأفريقية مع القارة الآسيوية ، فإنه لا يفصل بينهما سوى مسطح مائي ضيق ألا وهو البحر الأحمر

(الشريف، ١٩٨٥ م، ص ٣١). كما أن للمعالم الطبوغرافية للمدينة من تضاريس جبلية دوراً هاماً في التأثير في درجة الحرارة.

إضافة لذلك توجد عوامل بشرية اجتماعية واقتصادية تؤثر بدورها في اتجاه معدل درجة الحرارة في مدينة مكة المكرمة، ومن أبرزها الكثافة السكانية والتي تقود إلى توسع الأنشطة البشرية للسكان، وكذلك تكديس المباني الذي يؤدي إلى دفع الشوارع والممرات، إضافة إلى التوسع المساحي للمدينة، الأمر الذي يترتب عليه استخدام أكثر لمواد البناء ذات القدرة العالية على امتصاص درجات الحرارة، وكذلك استخدام أكثر للإسفلت ذو القدرة العالية على امتصاص وانعكاس موجات الإشعاع الشمسي، مما ينتج عنها إحداث تغيرات ذات تأثير سلبي مباشر وغير مباشر في خصائص الغلاف الجوي فوق المدينة بشكل يسهم في زيادة فعالية الاحتباس الحراري الذي يعد أهم مشكلة بيئية عالمية، زاد الاهتمام بها بشكل كبير منذ عام ١٩٨٧ م عندما تبنت الأمم المتحدة نداء لتحقيق التنمية المستدامة في العالم (حسان، ٢٠٠٩ م، ص ٢٧).

وبناء على ما ذكر فإن هذه الدراسة جاءت لتوضيح المفاهيم المتعلقة باتجاهات التغير في درجة الحرارة خلال مدة الدراسة (٣٥ عاماً). ومقدار التغير في مدينة مكة المكرمة، المدينة التي يقصدها سنوياً ملايين المسلمين من حجاج ومعتمرين، الأمر الذي سوف يسهم في صنع قرارات مستنيرة في وضع الاستراتيجيات والإجراءات العملية التي تساعد في خدمة سكان وزوار المدينة من خلال الحد من تأثير ارتفاع درجة الحرارة على القاصدين لهذه المدينة المقدسة.

أهداف الدراسة.

تهدف الدراسة إلى تحليل اتجاهات التغير في معدل درجة الحرارة في مدينة مكة المكرمة، ومن هذا الهدف تنبثق الأهداف الآتية:

- التعرف على خصائص درجة الحرارة في مدينة مكة المكرمة.
- توضيح قيم التغير في معدلات درجة الحرارة العظمى والصغرى عبر الزمن ما إذا كان بالزيادة أو النقصان.
- إبراز الاتجاه العام لمعدلات درجة الحرارة السنوية في مدينة مكة المكرمة خلال فترة الدراسة.
- تحليل خصائص التغير في معدل درجة الحرارة في مدينة مكة المكرمة.

الدراسات السابقة.

- هناك دراسات عديدة تناولت موضوع (اتجاهات التغير في معدلات درجة الحرارة)، ومنها -على سبيل المثال لا الحصر -:
- دراسة (يوسف، ١٩٨٢م) عن الخصائص المناخية لعنصر الحرارة في مصر خلال القرن العشرين، والتي تناولت درجة الحرارة العظمى والصغرى واليومية، وركزت على الاتجاهات العامة لدرجة الحرارة، وما شهدته من فترات ارتفاع وانخفاض، واعتمد على فرض أن التغير في درجة الحرارة ناتج عن تغير توزيعات الضغط الجوي ومحتوى الغلاف الجوي من العوالق الصلبة.
 - ودراسة أخرى لـ (يوسف، ١٩٩٨م) عن التذبذب الحراري الحديث في الأحساء بشرق المملكة العربية السعودية خلال عشرين عاماً، وأبرز علاقة ذلك بعدد ساعات السطوع والمطر والبخر، وقد اعتمد في دراسته على معادلة خط الانحدار، وتوصلت الدراسة إلى أن درجة الحرارة اليومية في منطقة الدراسة تتجه نحو الهبوط.

- دراسة (El-tantawy، ٢٠٠٥م). والتي تناولت تغير المناخ في ليبيا وأثره على التصحر، وبدأت بإعطاء صورة عامة لتغير المناخ في العالم، ثم تناولت تغير مناخ ليبيا، من حيث الاتجاه العام لدرجة الحرارة والأمطار والرطوبة والسحب، وأوضحت أسبابه والآثار الناجمة عنه، وخلصت الدراسة إلى وسائل التخفيف من آثار مشكلة التغير في المناخ.
- دراسة (حسان، ٢٠٠٩م) عن التغير في بعض عناصر المناخ بدلتا النيل خلال القرن العشرين، وقد تناولت الدراسة تغيرات العناصر المناخية، بما في ذلك تغيرات درجة الحرارة اليومية العظمى والصغرى، كما تناولت العوامل المؤثرة في تغير الحرارة بدلتا النيل خلال القرن العشرين، وبعض الآثار البيئية الناجمة عن تغير المناخ في دلتا النيل، وختمت الدراسة بعدد من التوصيات.
- دراسة (اللوحي، ٢٠١١م) والتي تناولت تقييم الواقع المناخي في الضفة الغربية وقطاع غزة في فلسطين، وقد هدفت الدراسة إلى توضيح العوامل المؤثرة في مناخ منطقة الدراسة، وتحليل عناصر المناخ باستخدام المعاملات الإحصائية المتعددة، ومنها درجة الحرارة والضغط الجوي والرياح.
- دراسة (الرواندي، ٢٠١٢م) عن التغير المناخي لمدينة أربيل من خلال متابعة اتجاهات درجة الحرارة، والتي تناولت بالدراسة اتجاهات المتوسط الشهري والسنوي لدرجة الحرارة العظمى والصغرى في مدينة أربيل التي تشكل عاصمة إقليم كردستان العراق وأكبر مدنها، وقد خلصت الدراسة إلى توجه المتوسطات الشهرية والسنوية لدرجات الحرارة نحو الارتفاع مع وجود تذبذب في المتوسطات.
- دراسة (Almazroui، ٢٠١٢م) عن تغير درجات الحرارة على المملكة العربية السعودية وعلاقتها بمؤشرات المناخ العالمية، والتي اهتمت بدراسة تأثير القوى

الواسعة النطاق على تغير وتباين درجات الحرارة في المملكة العربية السعودية، وقد خلصت إلى التغيرات عالية في المناطق الشمالية من المملكة مقارنة بالمناطق الجنوبية، كما خلصت لتأثر حرارة المملكة خلال فصل الربيع بظاهرة النوسان الجنوبي وذنب القطب الجنوبي.

- دراسة (Al-hadhramil، و Rehmanك، ٢٠١٢م) والتي اهتمت باتجاهات درجة الحرارة في الساحل الغربي للمملكة العربية السعودية، وقد اعتمدت الدراسة على البيانات المتوفرة في محطة مدينة جدة، ومن تحليل البيانات تبين تكرارات الأيام والليالي الحارة والباردة، وقد أبرزت الدراسة أن هناك ارتفاع في درجة الحرارة خلال الأيام مقارنة بالليالي، وأن الارتفاع يبرز خلال الصيف كما أن ارتفاع معدلات درجات الحرارة العظمى أعلى من الصغرى.
- دراسة (Al-ghamdy، ٢٠١٤م) والتي تناولت درجات الحرارة في مدينة الرياض في الفترة من ١٩٨١ - ٢٠١٠م من خلال محطتين إحداهما في وسط المدينة والثانية خارجها، وقد أبرزت الدراسة أن هناك اتجاه نحو الارتفاع في معدلات الحرارة العظمى والصغرى، كما أن المحطة الواقعة داخل المدينة أظهرت حرارة أقل من المحطة الخارجية وفسر ذلك بوجود الغطاء النباتي داخل المدينة أكثر من خارجها.
- دراسة (Almazroui، وآخرون، ٢٠١٤م) عن اتجاهات درجة الحرارة القصوى في المملكة العربية السعودية، اعتمدت على بيانات ٢٧ محطة في المملكة العربية السعودية للفترة ٢٩٨١ - ٢٠١٠م، استخدمت أسلوب الانحدار البسيط، وقد أبرزت نتائج الدراسة أن هناك ارتفاع ملحوظ في معظم المحطات مما يدل على

وجود اتجاهات نحو ارتفاع درجة الحرارة، وكذلك انخفاض في الأيام الباردة من شهور السنة.

- دراسة (Krishna، ٢٠١٤م) عن اتجاهات درجة الحرارة على المدى الطويل في مناطق مناخية مختلفة من المملكة العربية السعودية، وقد ركزت الدراسة على درجات الحرارة العظمى والصغرى في أربع محطات هي أبها والرياض وتبوك وينبع، وأظهرت نتائج الدراسة أن هناك ارتفاع ملحوظ في درجة الحرارة، كما أظهرت أن درجة الحرارة الصغرى تتجه نحو الارتفاع بقيمة عالية مقارنة مع درجة الحرارة العظمى.

- دراسة (بركة، ٢٠١٦م) والتي تناولت أثر التغير المناخي على البيئة الطبيعية الاقتصادية والاجتماعية، جمهورية تشاد نموذجاً، وقد خلصت هذه الدراسات إلى أن القطاع النباتي يعد من القطاعات الأكثر تأثراً بالتغير المناخي في دولة تشاد.

- دراسة (العرود والبليسي، ٢٠١٨م) عن التغيرات المناخية الحديثة وأثرها على الغطاء النباتي في حوض وادي عربة الشمالي، وتم في هذه الدراسة تتبع التغير المناخي في منطقة الدراسة اعتماداً على بيانات الأمطار ودرجة الحرارة، حيث وجد أن هناك اتجاه عام نحو الارتفاع والذي أثر بدوره في الموازنة المائية للتربة، وحساب تأثير التغير تم حساب قرينة بالمر للجفاف ورطوبة التربة في المقطع العلوي، وأوصت الدراسة بأهمية دعم الشركات الكبرى للبحث العلمي المعني بتقييم الآثار المناخية المستقبلية لتغير المناخ.

- دراسة (العريشي، ٢٠١٨م) عن خصائص واتجاهات معدلات درجات الحرارة في المملكة العربية السعودية خلال الفترة من ١٩٧٧ - ٢٠١٧م، والتي تناولت خصائص درجات الحرارة العظمى والصغرى للمملكة العربية السعودية،

وكذلك توضيح التباين المكاني لمعدلات درجات الحرارة السنوية، وتحليل قيم الانحراف المعياري لمعدلات درجات الحرارة العظمى والصغرى، وأهتمت بتحليل اتجاهات التغير في معدلات درجة الحرارة.

ويأتي هذا البحث ضمن منظومة الدراسات السابقة التي اهتمت بالمناخ، حيث اهتم بالدراسة والتحليل بتوضيح اتجاهات معدل درجة الحرارة في مدينة مكة المكرمة التي تعد مقصد المسلمين طوال العام، وذلك بالاعتماد على بيانات حديثة لدورة مناخية تزيد عن ٣٠ عاماً وتمت الدراسة بتطبيق بعض الأساليب الإحصائية كالانحراف المعياري، وأسلوب السلاسل الزمنية.

مجال البحث وحدوده.

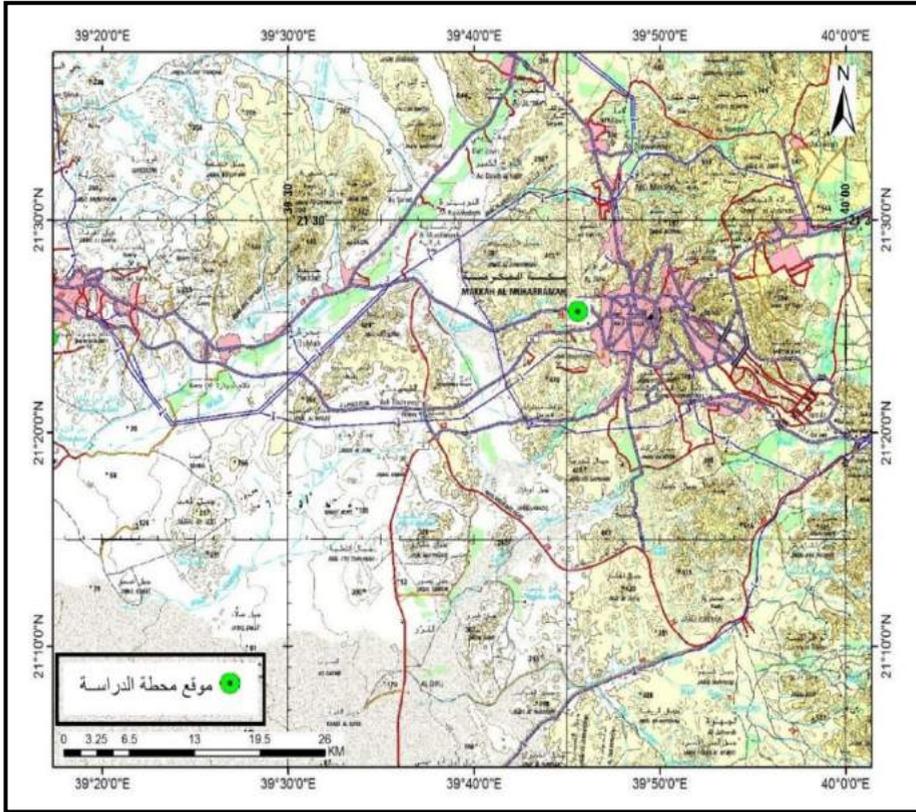
يقع البحث في بعدين، الأول مكاني وهو مدينة مكة المكرمة بالمملكة العربية السعودية، (شكل ١)، والثاني زمني ويرتبط بالتغير في درجة الحرارة على مدى ٣٥ عاماً، يشمل الفترة من ١٩٨٤ إلى ٢٠١٨م، وهي الفترة التي نوقش فيها البعد المكاني من خلال تحليل بيانات محطة مكة المكرمة، (شكل ٢)، الواقعة على دائرة عرض ١٦° ٢٦' ٢١ شمالاً، وخط طول ٠٨° ٤٦' ٣٩ شرقاً، وعلى ارتفاع قدره ٢٤٠ متر فوق مستوى سطح البحر (الهيئة العامة للأرصاد وحماية البيئة، ٢٠١٨م)، وذلك في طرف مدينة مكة المكرمة من الناحية الغربية في منطقة قريبة من التجمعات السكانية.



المصدر: الهيئة العامة للأرصاد وحماية البيئة، المملكة العربية السعودية، ٢٠١٩م.

شكل (١)

موقع مدينة مكة المكرمة من المملكة العربية السعودية ، وفي الإطار موقع المحطة من المدينة.



المصدر: اعتمادا على الخرائط الطبوغرافية لمنطقة مكة المكرمة، مقياس رسم ١: ٢٥٠٠٠٠، الشؤون البلدية والقروية.

شكل (٢) موقع محطة الدراسة من مدينة مكة المكرمة.

أسلوب تحليل بيانات الدراسة:

لتحقيق أهداف الدراسة اعتمدت على المنهجين (الوصفي والتحليلي)، والذي تم فيهما الاعتماد على تحليل البيانات الرقمية الخاصة بقيم درجة الحرارة خلال مدة زمنية تبلغ ٣٥ عاماً (١٩٨٤ - ٢٠١٨م) والتي تضمنت ٤٩٢ مشاهدة. وفي دراسة التحليل من المهم أن تكون البيانات موثوق بها وتخلو من الأخطاء المؤثرة والمظلمة، ولذلك كان لابد من إجراء بعض التحليلات لقياس مدى دقة وواقعية ومصداقية البيانات، وقد أوجد عدد من العلماء عدة طرائق للكشف عن تجانس أو عدم تجانس البيانات،

وفي هذه الدراسة تم استخدام الطريقة المطلقة في الكشف عن مدى تجانس بيانات الدراسة، وذلك لكونها تعتمد على استخدام سجلات محطة واحدة، ومن أهم الاختبارات التي تم استخدامها في تطبيق هذه الطريقة:

- اختبار التجانس الطبيعي القياسي (Standard Normal Homogeneity Test, SNHT). وقد تمت الاستفادة من هذا الاختبار لتقييم إمكانية وجود تغير ملحوظ في المتوسط بين السنوات، بداية الدراسة مع السنوات الأخيرة (Alexanderssn, 1986, pp669).
- اختبار بيتيت (Pettitt)، والذي يعد من الاختبارات اللامعملية للرتب، وتعد تعديلاً لاختبار مان ويتني Mann-Whitney، ويستخدم لتحديد الوقت الذي حدث فيه تغير ملحوظ في السلسلة الزمنية.

وفي هذه الاختبارات إذا كانت القيمة الإحصائية للاختبار تتجاوز القيمة الحرجة (ملحق ١) فإن البيانات غير متجانسة. وبعد تطبيق اختبارات شرط التجانس وفقاً للمعادلتين السابقتين، على بيانات معدل درجة الحرارة الشهرية والسنوية للفترة من ١٩٨٤ - ٢٠١٨ م، المتحصل عليها من محطة مكة المكرمة الواقعة على دائرة عرض ١٦° ٢٦' ٢١" شمالاً، وخط طول ٠٨° ٤٦' ٣٩" شرقاً، والتي يبلغ ارتفاعها ٢٤٠ متر

فوق مستوى سطح البحر، فقد أظهرت نتائج هذه الاختبارات، كما يبرزها الجدول (١)، أن بيانات محطة الدراسة كانت متجانسة، وذلك كدالة مع $N(34)$ عند مستوى الدلالة الإحصائية ٥٪. حيث تشير البيانات بشكلها العام أن القيم الإحصائية وفقا لنتائج اختبار التجانس الطبيعي القياسي أقل من القيم الحرجة، عند مستوى الدلالة ٥٠.٥٠٪، وذلك في جميع شهور السنة عدا شهر يونيو حيث تزيد القيمة الإحصائية المجدولة (٨.٧) عن القيمة الحرجة والتي تبلغ وفقا لسنوات الدراسة ٧.٧، حيث ارتفعت درجة الحرارة ارتفاعا ملحوظا عام ٢٠٠٨م، بشكل نتج عنه زيادة ناتج التجانس (ملحق ٢ و ٣).

تشير بيانات اختبار بيتيت Pettitt إلى أن معظم شهور السنة خلال فترة الدراسة متجانسة عند مستوى الدلالة ٥٠.٥٠٪، حيث أن القيم الإحصائية المجدولة تقل عن القيم الحرجة (ملحق ١ -ب) والتي تبلغ ما يقارب (137) وفقا لعدد سنوات الدراسة، ويقتررب شهري يوليو ويونيو، من القيمة الحرجة بفارق قيمة ١، ٣ على التوالي، أما شهر أكتوبر فتزيد قيمته الإحصائية عن القيمة الحرجة، بفارق ١٥، مما يشير لعدم تجانس في هذا الشهر، والذي شهد انخفاضا ملحوظا في بيانات بعض السنوات منها عام ٢٠٠٦م، وعام ٢٠٠٨م.

تمت الاستفادة من برنامج SPSS في تحليل البيانات الرقمية الخاصة بقيم درجة الحرارة، حيث تم اتباع بعض الوسائل الاحصائية وتمثل في أساليب النزعة المركزية والانحراف المعياري، ومعامل الارتباط البسيط بيرسون (Pearson) الذي يعد من أقوى مقاييس الارتباط، كما تم استخدام معادلة الانحدار الخطي البسيط (Simple Linear Regression) لتقدير التغير في درجة الحرارة مع الزمن، واختبار (Mann-Kendall M-K) لتحديد الدلالة الإحصائية للاتجاه.

كما استخدم أسلوب السلاسل الزمنية لتعيين الاتجاه العام لدرجات الحرارة، ويتضمن هذا الأسلوب عدة طرق من أهمها:

١. التمهيد اليدوي. ٢. طريقة الوسط النصفى. ٣. طريقة المتوسطات المتحركة. ٤. طريقة المربعات الصغرى.

وتم التطبيق في هذا البحث استنادا على الطريقة الثالثة، وهي طريقة المتوسطات المتحركة (الثلاثية والخماسية) لدرجة الحرارة، مرتبة حسب الزمن وبطريقة متتالية غير مستقلة، كما تم استخدام برنامج Excel بغرض تحويل البيانات إلى أشكال ورسوم توضيحية.

جدول (١) نتيجة التجانس لبيانات محطة الدراسة، عند مستوى الدلالة ٠.٥٪.

الشهر	Pettitt اختبار بيتيت	SNHT اختبار التجانس الطبيعي القياسي
ديسمبر	٨٠	٢.٥
يناير	٦٩	٢.٠
فبراير	٩٥	٤.٨
مارس	١٣١	٥.٩
إبريل	٧٣	١.٩
مايو	٩٨	٥.٤
يونيو	١٤٠	٨.٧
يوليو	١٣٨	٦.٨
أغسطس	١٣١	٧.٦
سبتمبر	١١٢	٤.١
أكتوبر	١٥٢	٧.٧
نوفمبر	٨٧	٥.٤

المصدر: الباحثة بالاعتماد على بيانات الدراسة خلال الفترة من ١٩٨٤ - ٢٠١٨م.

ثانياً: التحليل والمناقشة.

١. خصائص درجة الحرارة في مدينة مكة المكرمة.

تتميز مكة المكرمة بارتفاع درجة الحرارة معظم شهور السنة ، وذلك لكونها تقع ضمن المنطقة المدارية (١٦ ٢٦ ٢١ شمالاً) ، حيث الجفاف والحرارة الشديدة صيفاً ، وبالدفء والجفاف شتاءً مع هطول أمطار قليلة تتسم بالفجائية (مرزا وأحمد ، ٢٠٠١ م ، ص ٥) ، وتتضح خصائص درجة الحرارة في مدينة مكة المكرمة من خلال تحليل المتوسطات الشهرية والسنوية والمدى الحراري وقيم العظمى والصغرى ، مع دراسة معامل الانحراف ومعامل التباين ، وذلك كالاتي :

أ. المعدل الشهري والسنوي لدرجة الحرارة.

يتضح من خلال الجدول (٢) أن معدل درجة الحرارة السنوي يبلغ ٣١.٧°م ، ويبلغ المتوسط الشهري أقصاه في شهر يونيو بقيمة بلغت ٣٦.٦°م ، يليه شهري يوليو وأغسطس ، وذلك بقيمة بلغت ٣٦.٤ و ٦.٣°م ، على التوالي. في حين سجل شهر يناير أقل متوسط وذلك بقيمة بلغت ٢٤.٩°م .

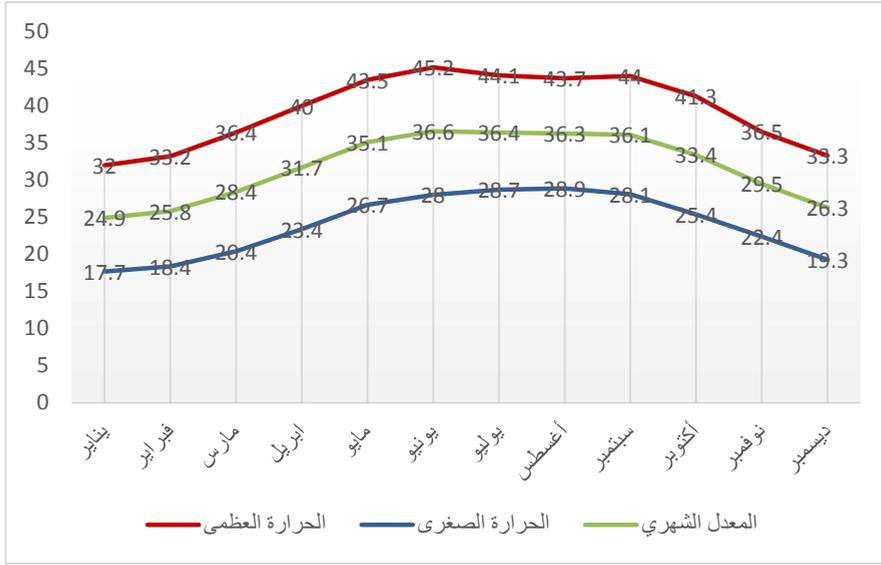
جدول (١) معدلات درجة الحرارة الشهرية (درجة مئوية) في مدينة مكة المكرمة ، خلال
الفترة من ١٩٨٤ - ٢٠١٨م

المعدل الشهري	الحرارة الصغرى	الحرارة العظمى	الشهر
٢٦.٣	١٩.٣	٣٣.٣	ديسمبر
٢٤.٩	١٧.٧	٣٢.٠	يناير
٢٥.٨	١٨.٤	٣٣.٢	فبراير
٢٨.٤	٢٠.٤	٣٦.٤	مارس
٣١.٧	٢٣.٤	٤٠.٠	إبريل
٣٥.١	٢٦.٧	٤٣.٥	مايو
٣٦.٦	٢٨.٠	٤٥.٢	يونيو
٣٦.٤	٢٨.٧	٤٤.١	يوليو
٣٦.٣	٢٨.٩	٤٣.٧	أغسطس
٣٦.١	٢٨.١	٤٤.٠	سبتمبر
٣٣.٤	٢٥.٤	٤١.٣	أكتوبر
٢٩.٥	٢٢.٤	٣٦.٥	نوفمبر
٣١.٧	٢٤.٠	٣٩.٤	المعدل السنوي

المصدر: الهيئة العامة للأرصاد وحماية البيئة، ٢٠١٨م.

يشير الجدول السابق والشكل (٣) إلى ارتفاع معدلات درجات الحرارة العظمى في جميع شهور السنة، فيتراوح المعدل الشهري بين ٤٥.٢م كأعلى درجة حرارة عظمى سجلت في شهر يونيو، و ٣٢م كأدنى معدل درجة حرارة عظمى سجلت في شهر يناير، ويبلغ المعدل السنوي لدرجة الحرارة العظمى خلال فترة الدراسة ٣٩.٤م، كما يتضح أن معدل درجة الحرارة الصغرى يتراوح بين ٢٨.٩م كأعلى معدل درجة حرارة عظمى سجل في شهر أغسطس، و ١٧.٧م كأدنى معدل درجة حرارة صغرى

سجل في شهر يناير ، و يبلغ المعدل السنوي لدرجة الحرارة الصغرى خلال فترة الدراسة ٢٤.٠ م.



المصدر: بالاعتماد على بيانات الجدول (١).

شكل (٣) معدل درجة حرارة مدينة مكة المكرمة خلال الفترة من ١٩٨٤ - ٢٠١٨م.

ب. المعدل الفصلي لدرجة الحرارة.

يشير المعدل الفصلي لدرجة الحرارة في مدينة مكة المكرمة إلى التباين من فصل إلى آخر (جدول ٣) (شكل ٤)، وذلك تبعاً لموقع المدينة الفلكي والجغرافي، وقد سجل فصل الشتاء أدنى المعدلات الفصلية وذلك بقيمة بلغت ٢٥.٧ م، حيث سجلت العظمى ٣٢.٨ م، والصغرى ١٨.٥ م، ويرتبط دفء مدينة مكة المكرمة خلال فصل الشتاء بعدة عوامل أبرزها وقوع المدينة ضمن كتلة اليابس المترامية الأطراف، ووجودها وسط الجبال مما يمنع وصول تأثير البحار عليها (مرزا، ٢٠٠١م، ص ١٢)،

إضافة إلى صفاء سمائها وفقر غطائها النباتي (الرحيلي، ٢٠٠٥م، ص ٣٧)، كما يضعف تأثير المنخفضات الجوية التي تتكون في فصل الشتاء في النصف الشمالي من الكرة الأرضية بسبب التقاء كتلتين هوائيتين متناقضتين، وهما الكتلة الهوائية المدارية البحرية (Tropical Maritime Air Mass) ومصدرها المحيط الأطلسي، والكتلة الهوائية القطبية (Polar Continental Air Mass) ومصدرها سهول سيبيريا، حيث تتحرك هذه المنخفضات شرقاً، وقد تنحرف باتجاه الجنوب فتؤثر على شمال المملكة.

وقد سجل فصل الصيف أعلى معدلات درجات الحرارة الفصلية وذلك بقيمة بلغت ٣٦.١م. حيث سجلت العظمى ٤٤.٣م والصغرى ٢٧.٨م، وتعرض مدينة مكة المكرمة خلال هذا الفصل لتأثير امتداد المرتفع الجوي الأزوري، كما تتميز درجة الحرارة خلال فصلي الاعتدال (الربيع والخريف)، بتقاربها حيث بلغت ٣٢ و ٣٣.١م على التوالي، وتتأثر مكة المكرمة في نهاية فصل الربيع وبداية فصل الصيف بمنخفض السودان الموسمي، الذي يمتد على شكل خط بدء من مدينة الخرطوم في الجنوب الغربي إلى مدينة جدة في الشمال الشرقي، ويجذب هذا الضغط الرياح من المحيط الأطلسي عبر خليج غانا في غرب أفريقيا وتحمل بخار الماء وعندما تصطدم بمرتفعات السروات تؤدي إلى سقوط الأمطار الصيفية الموسمية (وزارة التعليم العالي، ٢٠٠٠م، ص ٤٤)، كما تتأثر مدينة مكة المكرمة بمنخفض الهند الموسمي الذي يتركز فوق باكستان وشمال غرب الهند وجنوب إيران، ويتصل هذا المنخفض الجوي بمنخفض السودان الموسمي عبر منخفض شبه الجزيرة العربية في أواخر الربيع ويبدأ ظهوره في أوائل الصيف متأثراً بحركة الشمس الظاهرية (عبد العظيم، ١٩٩٨م: ٣٩٦).

يبين الجدول (٤) و الشكل (٥) أن معدل أعلى درجة حرارة عظمى سجلت خلال ٣٥ سنة بلغت ٤٣.٧ بينما بلغ أدنى معدل لدرجة حرارة عظمى ٣٦.٤م، أي

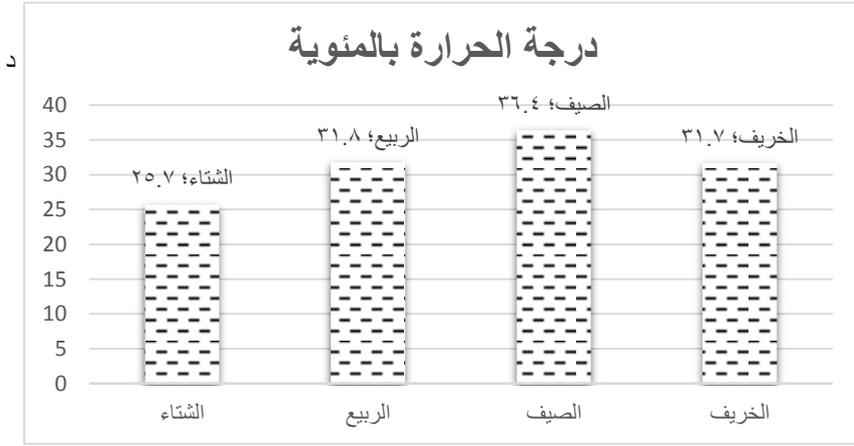
بمدى يبلغ ٧.٣°م، كما بلغ معامل الانحراف ٢.١٨، ومعامل التباين ٤.٧٧، أما معدل درجة حرارة العظمى لأكثر تكرارا خلال الفترة المذكورة فهي ٣٨.٥°م. كما يتضح أن معدل أعلى درجة حرارة صغرى سجلت خلال ٣٥ سنة قد بلغت ٣١.٣ بينما بلغت أدنى درجة حرارة صغرى لنفس الفترة ٢٠.٤°م، أي بمدى يبلغ ١٠.٩°م، كما بلغ معامل الانحراف ٢.٠٨، ومعامل التباين ٤.٣٦، أما درجة الحرارة الصغرى الأكثر تكرارا خلال الفترة المذكورة فهي ٢٥.٣°م. كما يتضح أيضاً أن معدل درجة الحرارة يبلغ حوالي ٣١.٨°م، كما أنه يشير إلى أن معامل الانحراف في معدل درجة الحرارة الشهرية خلال فترة الدراسة قد بلغ ١.١٤°م، أما المدى الحراري بين أعلى درجة حرارة وأدنى درجة حرارة في المعدل الشهري، فقد بلغ ما يقارب ٦°م وهو ما يشير إلى تأثر منطقة الدراسة بالمناخ القارية.

جدول (٣) معدلات درجة الحرارة الفصلية (درجة مئوية)، في مدينة مكة المكرمة خلال

الفترة من ١٩٨٤ - ٢٠١٨م

المعدل الفصلي	الصغرى	العظمى	الفصل
٢٥.٧	١٨.٥	٣٢.٨	الشتاء
٣١.٨	٢٣.٥	٤٠.٠	الربيع
٣٦.٤	٢٨.٥	٤٤.٣	الصيف
٣٣.٠	٢٥.٣	٤٠.٦	الخريف
٣١.٧	٢٤.٠	٣٩.٤	المتوسط

المصدر: الباحثة بالاعتماد على بيانات البيئة العامة للأرصاد وحماية البيئة، ٢٠١٨م.



المصدر: بالاعتماد على بيانات الجدول (٢).

شكل (٤) معدل درجة الحرارة الفصلي (درجة مئوية) في مدينة مكة المكرمة خلال الفترة من

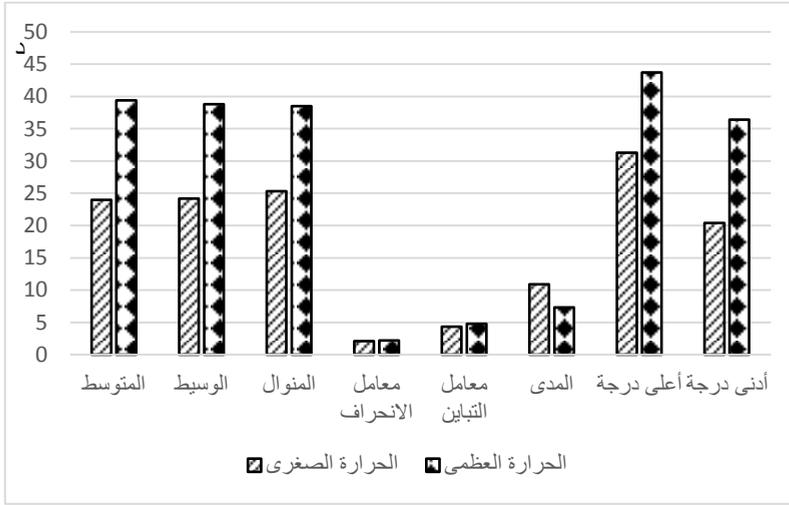
١٩٨٤ - ٢٠١٨م.

جدول (٤) تحليل خصائص معدل درجة الحرارة في مدينة مكة المكرمة خلال الفترة من

١٩٨٤ - ٢٠١٨م.

مكة المكرمة	الحرارة الصغرى	الحرارة العظمى	المعدل الشهري
المتوسط	٢٤.٠	٣٩.٤	٣١.٨
الوسيط	٢٤.٢	٣٨.٨	٣١.٧
المتوال	٢٥.٣	٣٨.٥	٣٢.٦
معامل الانحراف	٢.٠٨	٢.١٨	١.١٤
معامل التباين	٤.٣٦	٤.٧٧	١.٣١
المدى	١٠.٩	٧.٣	٥.٩٠
اعلى درجة	٣١.٣	٤٣.٧	٣٥.٤
أدنى درجة	٢٠.٤	٣٦.٤	٢٩.٥

المصدر: ناتج التحليل الاحصائي لدرجة الحرارة باستخدام برنامج SPSS.



المصدر: بالاعتماد على بيانات الجدول (٤).

شكل (٥) خصائص درجة الحرارة في مدينة مكة المكرمة خلال الفترة من

١٩٨٤ - ٢٠١٨م

وبخلاف المعدلات السابقة لدرجة الحرارة، وعند لنظر لتباين المعدلات الشهرية لدرجة الحرارة (جدول ٥) نجد تطرف درجة الحرارة على مدار الشهور، فخلال فترة الدراسة (١٩٨٤ - ٢٠١٨م)، حيث أن أعلى درجة حرارة عظمى في مدينة مكة المكرمة بلغت ٥١.٤٠م، والتي سجلت في شهر يونيو، أما أدنى درجة حرارة صغرى فقد سجلت في شهر يناير، وذلك بقيمة بلغت ١١.٥٠ درجة مئوية.

جدول (٥) أعلى متوسط لدرجة الحرارة العظمى وأدنى متوسط لدرجة الحرارة الصغرى (درجة مئوية) في مدينة مكة المكرمة، خلال الفترة من ١٩٨٤ - ٢٠١٨م.

الشهر	أعلى متوسط لدرجة الحرارة العظمى Maximum	أدنى متوسط لدرجة الحرارة الصغرى Minimum
ديسمبر	٣٨.٤	١٥.٠
يناير	٣٩.٠	١١.٥
فبراير	٤٠.٠	١٤.٥
مارس	٤٢.٤	١٦.٠
إبريل	٤٤.٧	١٨.٤
مايو	٤٨.٤	٢٠.٥
يونيو	٥١.٤	٢٣.٢
يوليو	٤٨.٦	٢٤.٦
أغسطس	٥٠.٠	٢٤.٨
سبتمبر	٤٨.٠	٢٣.٠
أكتوبر	٤٥.٤	١٨.٠
نوفمبر	٤١.٠	١٧.٠

المصدر: الهيئة العامة للأرصاد وحماية البيئة، ٢٠١٨م.

٢: الانحراف عن المتوسط في معدلات درجة الحرارة الشهرية في مدينة مكة المكرمة. لقد تم حساب الجذر التربيعي لمتوسط مربعات الانحراف عن المتوسط الحسابي لكل من درجة الحرارة العظمى والصغرى في مدينة مكة المكرمة، وهو ما يعرف بالانحراف المعياري (Standard deviation)، الذي يعتبر من أهم مقاييس التشتت التي تعتمد على تربيع الفروق في قيم الظاهرة، وذلك كما هو مبين من خلال الجدول (٦) والأشكال (٦- ٧- ٨- ٩) حيث يتضح الآتي:

- سجلت شهور فصلي الشتاء والربيع أعلى قيم معامل الانحراف في درجات الحرارة الصغرى والعظمى في مدينة مكة المكرمة مقارنة بشهور فصلي الصيف والخريف.
- سجل شهر فبراير أعلى معامل انحراف معياري لدرجة الحرارة العظمى ، وذلك بقيمة بلغت ٣.٥٠ درجة مئوية في مدينة مكة المكرمة خلال فترة الدراسة ، يليه شهر مارس بقيمة بلغت ٢.٨٢ درجة مئوية.
- سجل أدنى معامل انحراف معياري لدرجة الحرارة العظمى في شهر يوليو ، وذلك بقيمة بلغت ١.٧٣ درجة مئوية ، يليه شهر أكتوبر وذلك بقيمة بلغت ١.٩٣ درجة مئوية خلال فترة الدراسة.
- أعلى قيمة سجلت لمعامل الانحراف المعياري لدرجة الحرارة الصغرى سجل في شهر إبريل وذلك بقيمة بلغت ٢.٩٤ درجة مئوية ، يليه شهر يناير بقيمة بلغت ٢.٨٢ درجة مئوية.
- سجلت أدنى قيمة لمعامل الانحراف المعياري لدرجة الحرارة الصغرى في شهر نوفمبر (١.٧٩ درجة مئوية) ، يليه شهر أغسطس بقيمة بلغت ٢.٠٥ درجة مئوية.

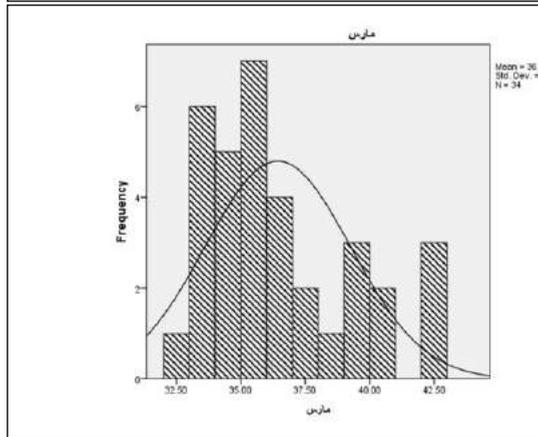
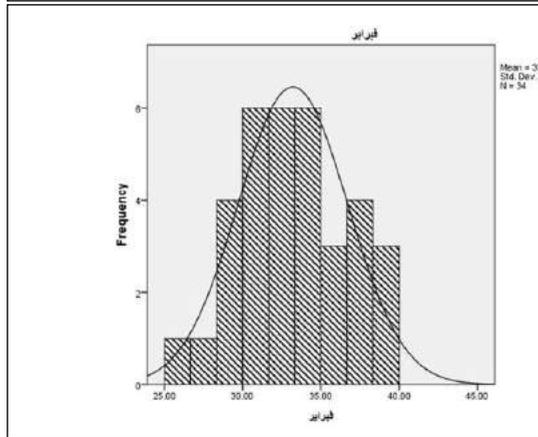
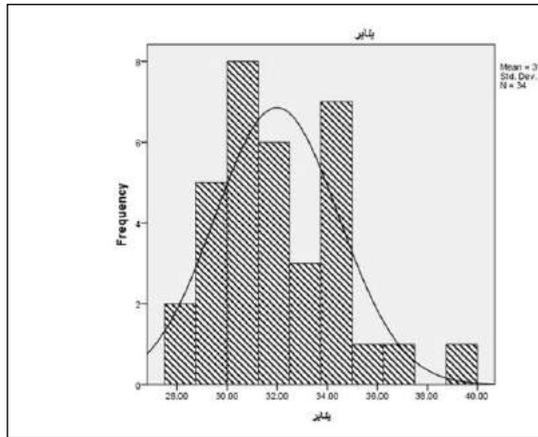
جدول (٦) معامل الانحراف المعياري لدرجة الحرارة الشهرية في مكة المكرمة ، الفترة

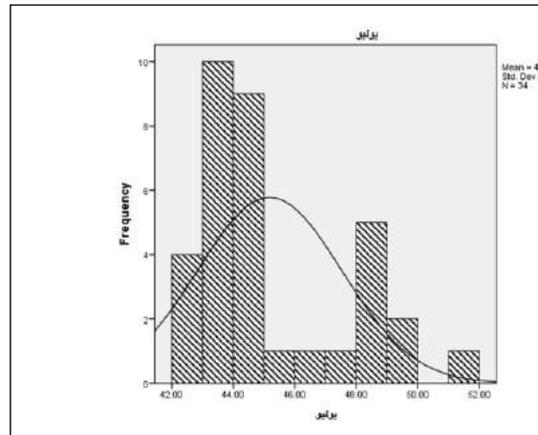
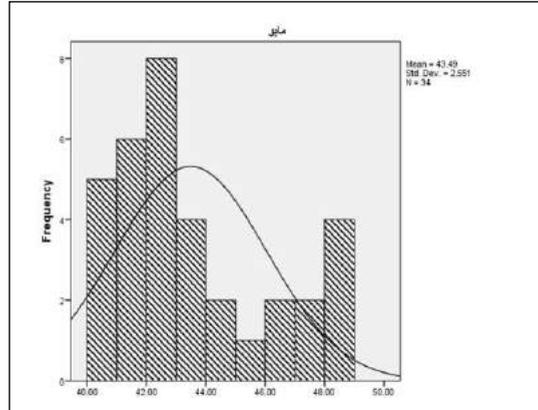
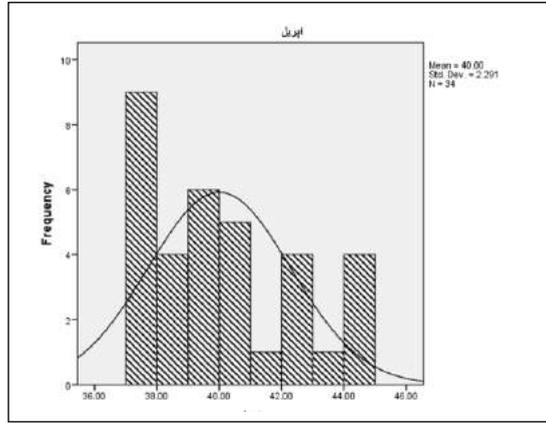
١٩٨٤ - ٢٠١٨م

الحرارة الصغرى	الحرارة العظمى	الشهر
٢.٨٢	٢.٤٧	يناير
٢.٤٨	٣.٥٠	فبراير
٢.٣٢	٢.٨٢	مارس
٢.٩٤	٢.٢٩	إبريل
٢.٧٨	٢.٥٥	مايو

الحرارة الصغرى	الحرارة العظمى	الشهر
٢.٣٣	٢.٣٤	يونيو
٢.١٠	١.٧٣	يوليو
٢.٠٥	٢.٠٠	أغسطس
٢.١٨	٢.٠٥	سبتمبر
٢.٢٠	١.٩٣	أكتوبر
١.٧٩	٢.٢٠	نوفمبر
٢.٢٨	٢.٢٦	ديسمبر

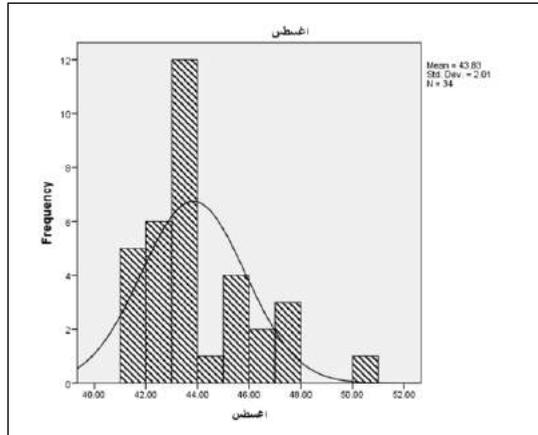
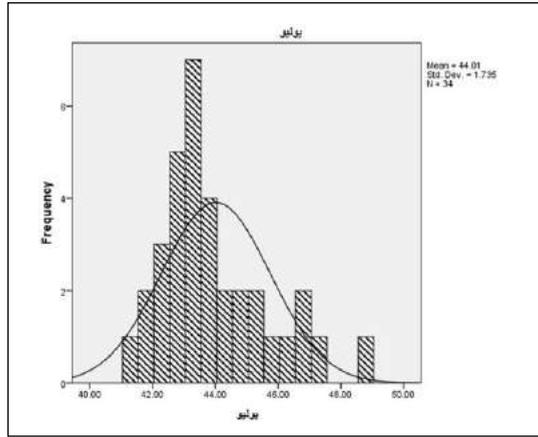
المصدر: ناتج الانحراف المعياري لدرجة الحرارة الشهرية باستخدام برنامج SPSS

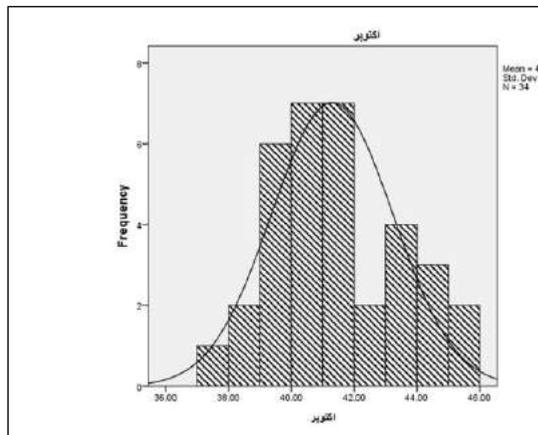
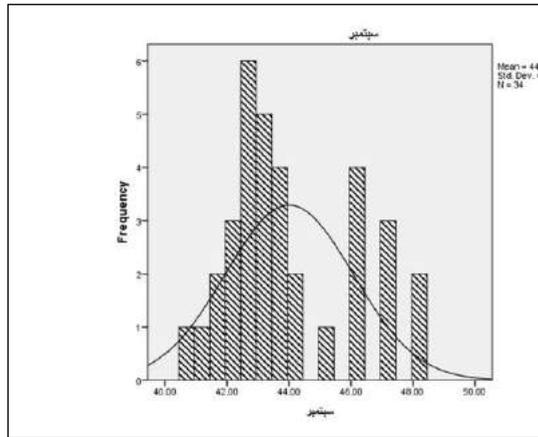




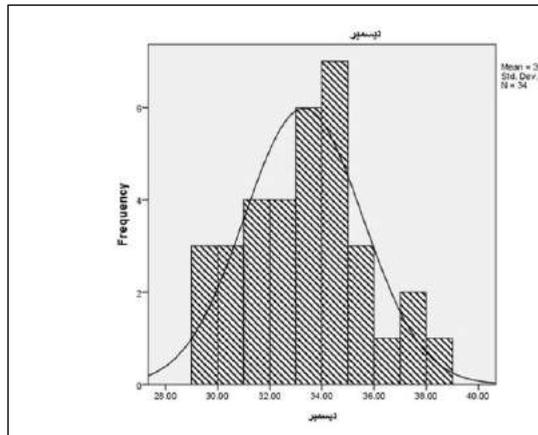
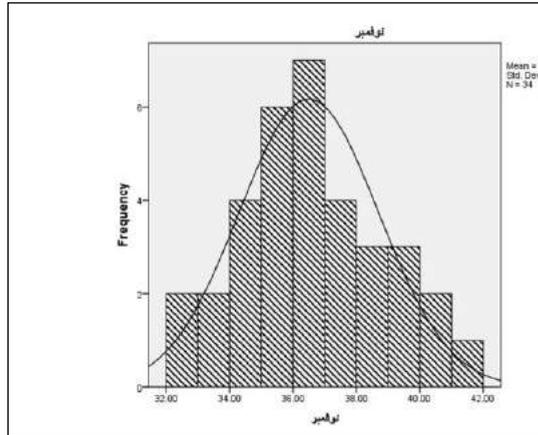
المصدر: ناتج الانحراف المعياري لدرجة الحرارة الشهرية باستخدام برنامج SPSS.

شكل (٦) الانحراف المعياري لدرجة الحرارة الشهرية العظمى (درجة مئوية) في مدينة مكة المكرمة خلال الفترة من ١٩٨٤ - ٢٠١٨م، (من يناير إلى يونيو).



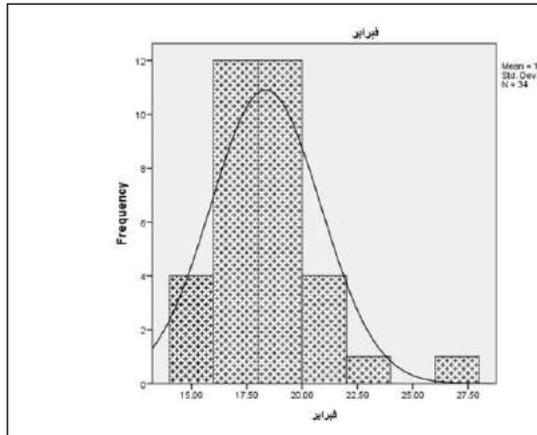
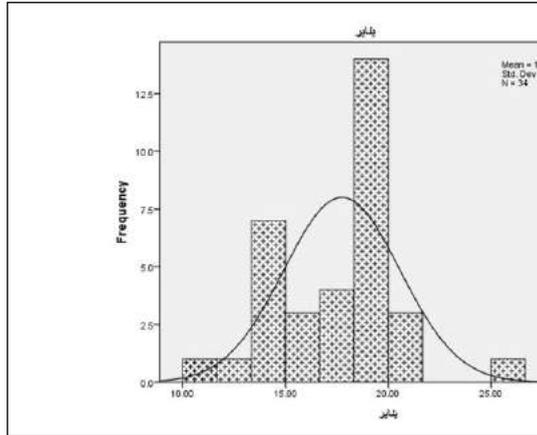


اتجاهات درجة الحرارة في مدينة مكة المكرمة خلال الفترة من ١٩٨٤ - ٢٠١٨م

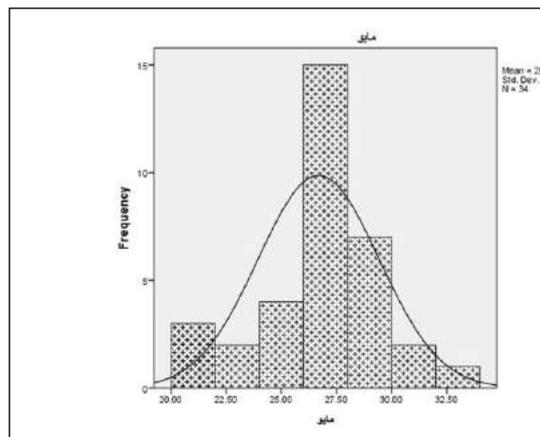
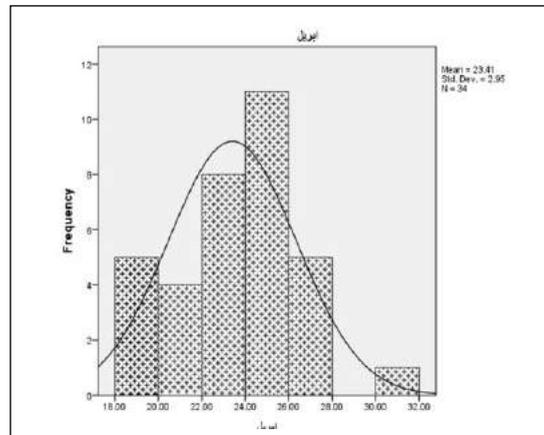
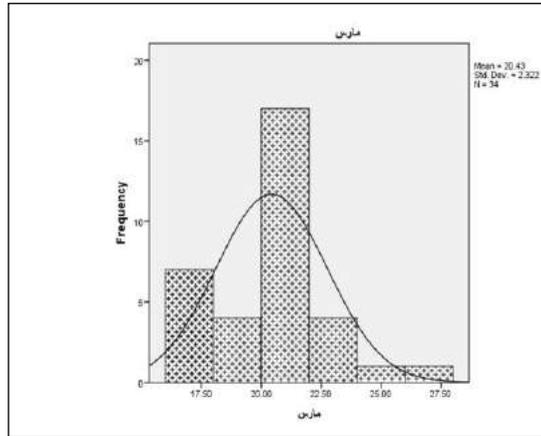


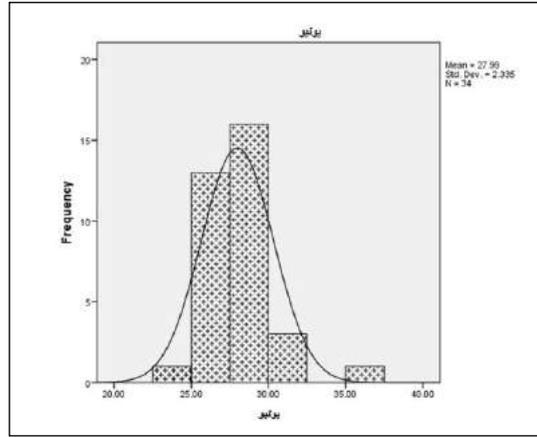
المصدر: ناتج الانحراف المعياري لدرجة الحرارة الشهرية باستخدام برنامج SPSS.

شكل (٧) الانحراف المعياري لدرجة الحرارة الشهرية العظمى (درجة مئوية) في مدينة مكة المكرمة خلال الفترة من ١٩٨٤ - ٢٠١٨م (من يوليو إلى ديسمبر).



اتجاهات درجة الحرارة في مدينة مكة المكرمة خلال الفترة من ١٩٨٤ - ٢٠١٨م

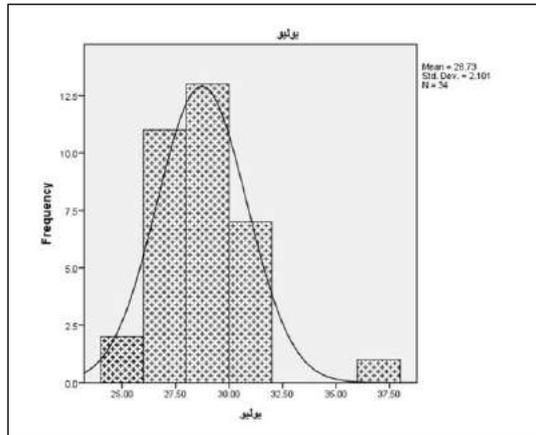




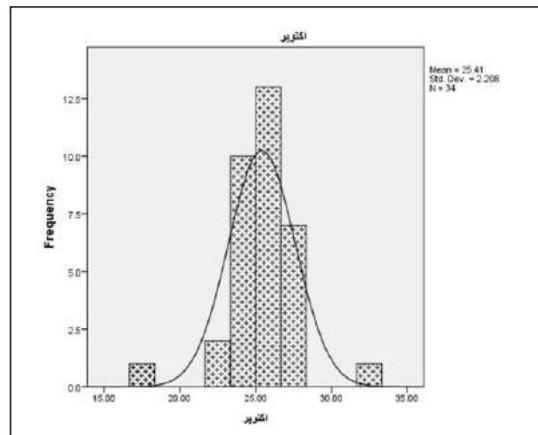
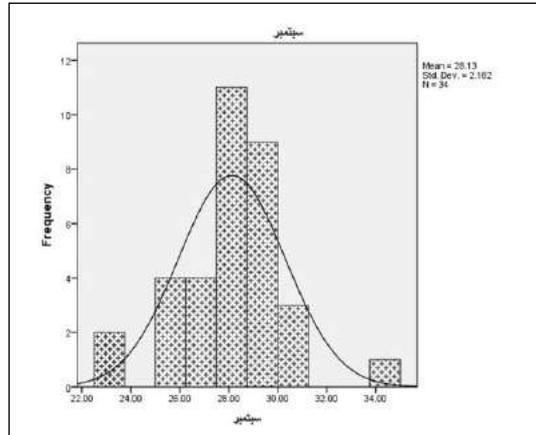
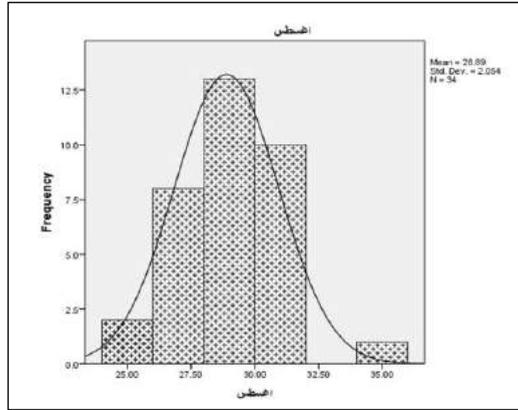
المصدر: ناتج الانحراف المعياري لدرجة الحرارة الشهرية باستخدام برنامج SPSS.

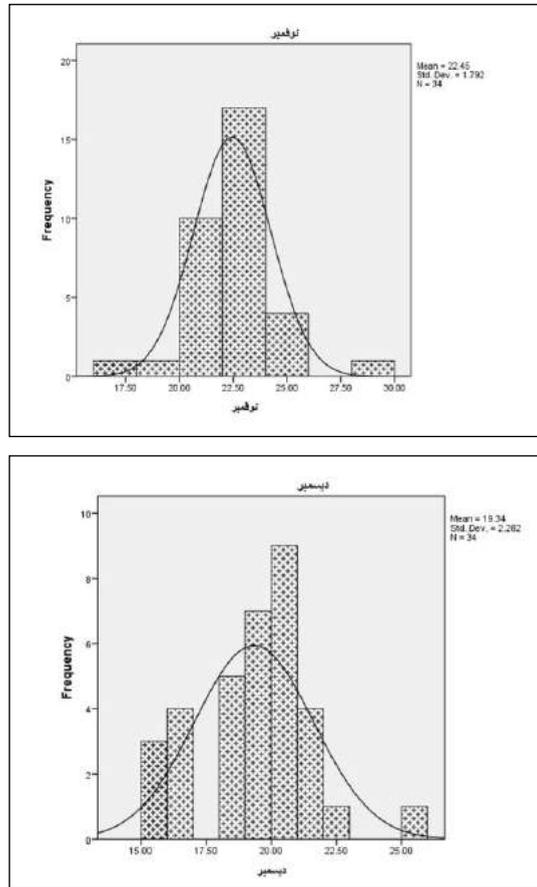
شكل (8) الانحراف المعياري لدرجة الحرارة الشهرية الصغرى (درجة مئوية) في مدينة مكة

المكرمة خلال الفترة من ١٩٨٤ - ٢٠١٨م، (من يناير إلى يونيو).



اتجاهات درجة الحرارة في مدينة مكة المكرمة خلال الفترة من ١٩٨٤ - ٢٠١٨م





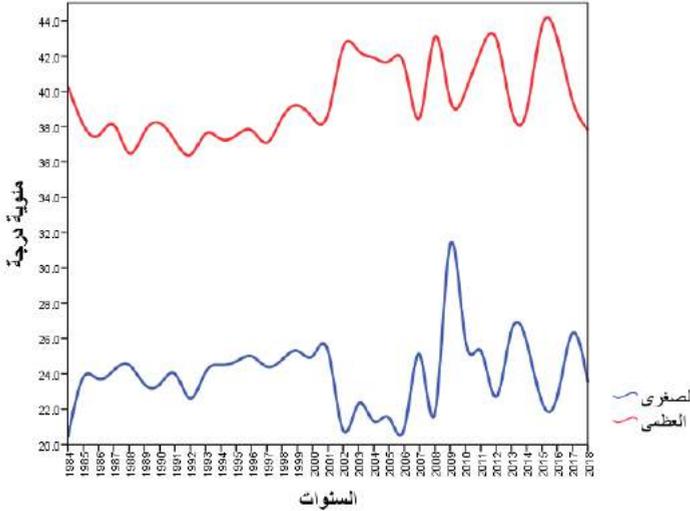
المصدر: ناتج الانحراف المعياري لدرجة الحرارة الشهرية باستخدام برنامج SPSS.

شكل (9) الانحراف المعياري لدرجة الحرارة الشهرية الصغرى (درجة مئوية) في مدينة مكة المكرمة خلال الفترة من ١٩٨٤ - ٢٠١٨م، (من يوليو إلى ديسمبر).

٣: تغير اتجاهات معدلات درجة الحرارة في مدينة مكة المكرمة.

أ. اتجاهات معدلات درجة الحرارة العظمى والصغرى.

يتضح من خلال الشكل (10) أن الفروق بينها يزداد خلال السنوات الأخيرة من فترة الدراسة، كما يلحظ أن بعض السنوات التي شهدت ارتفاعاً في معدلات درجات الحرارة العظمى، شهدت انخفاضاً في درجات الحرارة الصغرى، لاسيما الفترة من ٢٠٠٢ - ٢٠٠٦ م، وتؤكد قيم معامل الارتباط Multiple R، أن العلاقة بين درجة الحرارة العظمى والصغرى سالبة، حيث ترتبط ارتباطاً عكسياً متوسطاً، وذلك بقيمة بلغت -0.397 ، ويؤكد مستوى الدلالة أن هذا الارتباط ذو أهمية معنوية حيث أنه دال إحصائياً "Significant"، وذلك بقيمة تبلغ 0.018 .



المصدر: بالاعتماد على بيانات الجدول السابق رقم (١).

شكل (10) الفرق بين درجة الحرارة العظمى والصغرى في مدينة مكة المكرمة، خلال الفترة

من ١٩٨٥ - ٢٠١٨ م.

ب. تغير اتجاهات معدلات درجة الحرارة السنوية:

لمعرفة الاتجاه العام نحو الارتفاع ولتقصي وجود دورات منتظمة أو شبه منتظمة في درجة الحرارة في مدينة مكة المكرمة، فقد اعتمدت على طريقة المتوسطات المتحركة "المتوسطات الثلاثية والمتوسطات الخماسية" (The Moving Average Method)، في أسلوب السلاسل الزمنية (Time Series)، وذلك في تحديد الاتجاه العام للسلسلة الزمنية، خلال فترة زمنية تتضمن ٤٩٢ شهراً تمتد من يناير ١٩٨٤م إلى ديسمبر ٢٠١٨م)، وتعتمد طريقة المتوسطات المتحركة على استخدام متوسط قيم عدد معين "ثلاث أو خمس سنوات" من السنوات المتعاقبة (الصالح والسرياني، ٢٠٠٠م، ص ٥٠٦)، ثم يثبت الناتج أمام السنوات الوسطى، ففي المتوسط الثلاثي نجد أن أول قيمة لا توضع أمام السنة الأولى من السلسلة الزمنية وإنما توضع أمام السنة الثانية، أما في المتوسط الخماسي فنثبت الناتج أمام السنة الثالثة، وبالتالي فإن هذه الطريقة تؤدي إلى فقد البيانات في بداية ونهاية السلسلة الزمنية وذلك كما هو مبين في الجدول (٧)، مما يساعد على التنبؤ بمسار تغير درجة الحرارة قبل وبعد فترة الدراسة وذلك وفقاً للاتجاه العام للسلسلة الزمنية، وعادة ما يتم تمثيل الاتجاه العام بيانياً بخط مستقيم أو منحني ممهد.

يتضح من خلال الشكلين (١١ و١٢) مسار السلسلة الزمنية لدرجة الحرارة، حيث يبرز مسار السلسلة الزمنية بوضوح بتطبيق المتوسطات الثلاثية في الشكل (١١) ويظهر بشكل أكثر وضوحاً في الشكل (١٢) وذلك بتطبيق المتوسطات الخماسية. كما يتبين من خلال التحليل أن الاتجاه العام للسلسلة الزمنية يميل للزيادة التدريجية الطفيفة في معدل درجة الحرارة، أي أنه يعد اتجاهها عاماً متصاعداً، وقد تم تحديد هذا الخط بعد تقسيم الفترة الزمنية لنصفين ثم حساب متوسط كل نصف وتثبيت قيمته في الرسم

البياني أمام السنة الوسطى لكل نصف ثم رسم خط يمر بين النقطتين التي تمثل كل نقطة منها قيمة متوسط نصف الفترة الزمنية.

ويتضح من خلال تتبع التغيرات الزمنية على مسار الاتجاه العام المتصاعد أنه رغم الميل الطفيف والتدرجي للتصاعد أو الزيادة في معدل درجة الحرارة إلا أن هناك تبايناً في الفترات الزمنية بين الارتفاع تارة والانخفاض تارة أخرى، ويمكن توضيحه من خلال تحليل المتوسطات الثلاثية وذلك كالآتي:

- في المتوسطات الثلاثية الأولى من ١٩٨٤ - ١٩٨٦ م بدأ سير منحنى درجة الحرارة يميل إلى الانخفاض حيث يبلغ 30.6°م ، ثم ازداد تدريجياً في الفترة من ١٩٨٧ - ١٩٨٩ م ليبلغ حوالي 31.1°م ، ثم انخفض في الفترة من ١٩٩٠ - ١٩٩٢ م حيث يصل إلى 30.3°م ، ثم ارتفع بشكل طفيف بفارق 0.6°م في الفترة من ١٩٩٣ - ١٩٩٥ م حيث يبلغ 30.9°م .
- عاود منحنى درجة الحرارة الارتفاع في المتوسطات الثلاثية خلال الفترة من ١٩٩٦ إلى ١٩٩٨ م، ليصل إلى 31.3°م ، وارتفعت أيضاً في الفترة الثلاثية التي تلتها حيث تبلغ 32.0°م ، وفي الفترة التي تلتها وهي الفترة الممتدة من ٢٠٠٢ م - ٢٠٠٤ م سجلت الحرارة انخفاضاً طفيفاً بمقدار 0.2°م ، وكذلك في الفترة التي تلتها حيث انخفضت درجة الحرارة انخفاضاً طفيفاً بمقدار 0.3°م .
- بدأ مسار درجة الحرارة بالارتفاع بشكل ملحوظ في الفترة الثلاثية الممتدة من ٢٠٠٨ م - ٢٠١٠ م وذلك بزيادة قدرها 1.9°م ، حيث سجلت درجة الحرارة في المتوسطات الثلاثية أعلى معدلاتها خلال فترة الدراسة وذلك بقيمة بلغت 33.6°م ، ثم انخفض متوسط درجة الحرارة بمقدار 0.2°م خلال الفترة الثلاثية التي تلتها وهو الفترة من ٢٠١١ - ٢٠١٣ م. واستمر بعد ذلك مسار المتوسطات الثلاثية

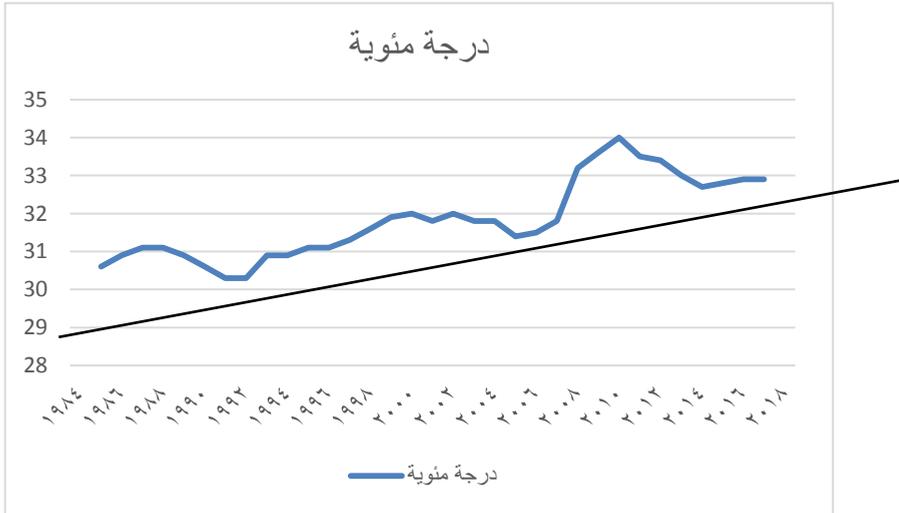
- خلال الفترة من ٢٠١٤ - ٢٠١٦ م يميل للانخفاض التدريجي بمقدار ٠.٦ وذلك مقارنة بالمتوسطات الثلاثية السابقة، حيث بلغت درجة الحرارة ٣٢.٨ م.
- يتضح من خلال تحليل المتوسطات الخماسية أن المتوسطات تميل بصفة عامة إلى الزيادة التدريجية مع وجود تباين بين الفترات، ويمكن توضيح ذلك كالاتي:
- في المتوسطات الخماسية للفترة من ١٩٨٤ - ١٩٨٨ م كان معدل الحرارة منخفض حيث يبلغ ٣٠.٩ م. أما في المتوسطات الخماسية للفترة من ١٩٨٩ - ١٩٩٣ م بدأت درجة الحرارة في الانخفاض بفارق طفيف تبلغ قيمته ٠.٤ م عن الفترة السابقة، حيث بلغ المتوسط الخماسي لهذه الفترة ٣٠.٥ م. ثم ارتفعت متوسطات الحرارة تدريجيا في الفترة التي تلتها من ١٩٩٤ - ١٩٩٨ م بفارق ٠.٧ م عن الفترة السابقة، حيث بلغ المتوسط الخماسي لهذه الفترة ٣١.٢ م.
- ارتفعت درجة الحرارة مرة أخرى، خلال الفترة من ١٩٩٩ م - ٢٠٠٣ م بفارق ٠.٨ م عن الفترة السابقة، حيث يبلغ المتوسط الخماسي لهذه الفترة ٣٢.٠ م. ثم انخفضت بفارق بسيط في المتوسطات الخماسية التي تلتها ٠.٣ م، والتي تمثل الفترة من ٢٠٠٤ - ٢٠٠٨ م حيث يبلغ المتوسط الخماسي خلال هذه الفترة ٣١.٧ م.
- بدأ مسار درجة الحرارة بالارتفاع بشكل ملحوظ في الفترة الثلاثية الممتدة من ٢٠٠٩ م - ٢٠١٣ م وذلك بزيادة قدرها ٢.٠ م، حيث سجلت درجة الحرارة في المتوسطات الخماسية أعلى معدلاتها خلال فترة الدراسة وذلك بقيمة بلغت ٣٣.٧ م، ثم انخفضت درجة الحرارة بمقدار طفيف بلغت قيمته ٠.٢ م خلال الفترة الثلاثية التي تلتها وهو الفترة من ٢٠١٤ - ٢٠١٨ م، حيث بلغت درجة الحرارة ٣٢.٨ م.

الجدول (٧) المتوسطات الثلاثية والخماسية لدرجة الحرارة (متوية) في مدينة مكة المكرمة (١٩٨٤ - ٢٠١٨م).

المتوسطات الخماسية	المتوسطات الثلاثية	القيمة	السنوات	المسلسل
-	-	٣٠.٤	١٩٨٤	١
-	<u>٣٠.٦</u>	٣١.٠	١٩٨٥	٢
<u>٣٠.٩</u>	٣٠.٩	٣٠.٦	١٩٨٦	٣
٣١.٠	٣١.١	٣١.٢	١٩٨٧	٤
٣٠.٩	<u>٣١.١</u>	٣١.٥	١٩٨٨	٥
٣٠.٩	٣٠.٩	٣٠.٦	١٩٨٩	٦
٣٠.٦	٣٠.٦	٣٠.٨	١٩٩٠	٧
<u>٣٠.٥</u>	<u>٣٠.٣</u>	٣٠.٦	١٩٩١	٨
٣٠.٥	٣٠.٣	٢٩.٥ متوسط النصف	١٩٩٢	٩
٣٠.٦	٣٠.٩	الأول (٣١.٠)	١٩٩٣	١٠
٣٠.٧	<u>٣٠.٩</u>	٣٠.٩	١٩٩٤	١١
٣١.٠	٣١.١	٣٠.٩	١٩٩٥	١٢
<u>٣١.٢</u>	٣١.١	٣١.١	١٩٩٦	١٣
٣١.٤	<u>٣١.٣</u>	٣١.٤	١٩٩٧	١٤
٣١.٦	٣١.٦	٣٠.٨	١٩٩٨	١٥
٣١.٧	٣١.٩	٣١.٧	١٩٩٩	١٦
٣١.٩	<u>٣٢.٠</u>	٣٢.٣	٢٠٠٠	١٧
<u>٣٢.٠</u>	٣١.٨	٣١.٨	٢٠٠١	١٨
٣١.٩	٣٢.٠	٣٢.٠	٢٠٠٢	١٩
٣١.٨	<u>٣١.٨</u>	٣١.٧	٢٠٠٣	٢٠
٣١.٧	٣١.٨	٣٢.٣	٢٠٠٤	٢١
٣١.٧	٣١.٤	٣١.٦	٢٠٠٥	٢٢
<u>٣١.٧</u>	<u>٣١.٥</u>	٣١.٦	٢٠٠٦	٢٣
٣٢.٥	٣١.٨	٣١.٢	٢٠٠٧	٢٤
٣٢.٧	٣٣.٢	٣١.٨	٢٠٠٨	٢٥
٣٣.٣	<u>٣٣.٦</u>	٣٢.٥	٢٠٠٩	٢٦

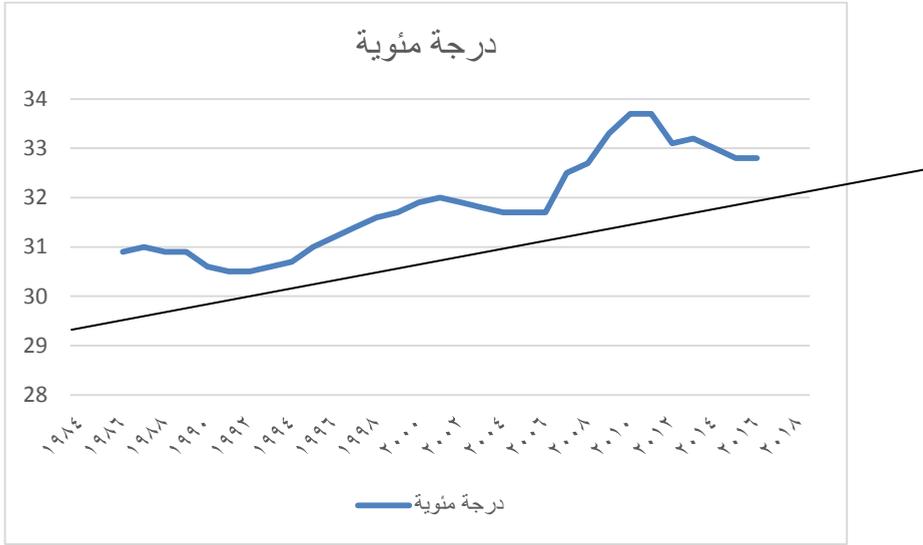
٣٣.٧	٣٤.٠	٣٥.٤ متوسط النصف	٢٠١٠	٢٧
<u>٣٣.٧</u>	٣٣.٥	الثاني (٣٢.٦)	٢٠١١	٢٨
٣٣.١	<u>٣٣.٤</u>	٣٢.٩	٢٠١٢	٢٩
٣٣.٢	٣٣.٠	٣٣.٨	٢٠١٣	٣٠
٣٣.٠	٣٢.٧	٣٣.٩	٢٠١٤	٣١
٣٢.٨	<u>٣٢.٨</u>	٣٢.٧	٢٠١٥	٣٢
<u>٣٢.٨</u>	٣٢.٩	٣٢.٤	٢٠١٦	٣٣
-	٣٢.٩	٣٣.١	٢٠١٧	٣٤
-	<u>-</u>	٣٢.٩	٢٠١٨	٣٥
		٣٢.٩		
		٣٣.٠		

المصدر: ناتج تحليل السلاسل الزمنية، طريقة المتوسطات المتحركة.



الشكل (١١) خط الاتجاه العام للسلاسل الزمنية في المتوسطات الثلاثية للحرارة في مكة

المكرمة (١٩٨٤ - ٢٠١٨م)



المصدر: بالاعتماد على بيانات الجدول (٧).

الشكل (١٢) خط الاتجاه العام للسلاسل الزمنية في المتوسطات الخماسية لدرجة الحرارة في

مدينة مكة المكرمة (١٩٨٤ - ٢٠١٨ م)

وللتحقق أيضاً من اتجاه معدلات درجة الحرارة باتجاه الارتفاع، فقد تم استخلاص ناتج معادلة الانحدار الخطي البسيط (Simple Linear Regression) في توضيح الاتجاه العام لدرجة الحرارة السنوية، والتي تم من خلالها قياس ورسم علاقة درجة الحرارة مع الزمن، حيث يتضح من خلال (جدول ٨) أن قيمة معامل الارتباط (R) إلى وجود علاقة ارتباطية قوية بين معدلات درجة الحرارة والزمن بقيمة وصلت إلى (٠.٦٨٦)، كما يشير معامل التحديد (R Square) إلى أن التغير مع الزمن قد ساهما في ارتفاع معدلات درجة الحرارة بحوالي (٠.٤٧).

جدول (٨)

نتائج معادلة الانحدار الخطي البسيط (Model Summaryb)

Model	R	R Square	Adjusted R Square	Std. Error of the Estimate
1	.686a	.470	.454	.84281

a. Predictors: (Constant), الزمن

b. Dependent Variable: الحرارة

يوضح الجدول (٩) نتائج تحليل التباين (ANOVA)، والذي يبرز قيمة (F) التي وصلت إلى (٢٩.٢٦١)، مما يشير إلى أهمية معادلة الانحدار بدلا من استخدام الوسط الحسابي بمقدار التنبؤ في ارتفاع درجة الحرارة عبر الزمن، كما يشير إلى قيمة (Sig) التي قلت عن (٠.٠٠١) إلى أن الانحدار معنوي، أي أنه يمكن التنبؤ بمعدلات درجة الحرارة من خلال الزمن، كونه يعد ذو دلالة إحصائية.

جدول (٩)

نتائج تحليل التباين في معادلة الانحدار الخطي البسيط (ANOVA^b)

Model	Sum of Squares	Df	Mean Square	F	Sig.
Regression	20.785	1	20.785	29.261	.000 ^b
Residual	23.441	33	.710		
Total	44.226	34			

Dependent Variable: الحرارة

Predictors: (Constant), الزمن

ويوضح الجدول (١٠) معادلة خط الانحدار المقدرة والخطأ في التقدير (Coefficients)، والذي تشير فيه قيمة (Sig) إلى أن الاختلاف بين قيمة (b) والصفر يعد اختلافا كبيرا، وبالتالي فإنه يمكن التنبؤ بمعدل درجة الحرارة من خلال المعادلة التالية: معدل درجة الحرارة = $-120.924 + 0.076 \times \text{الزمن}$.

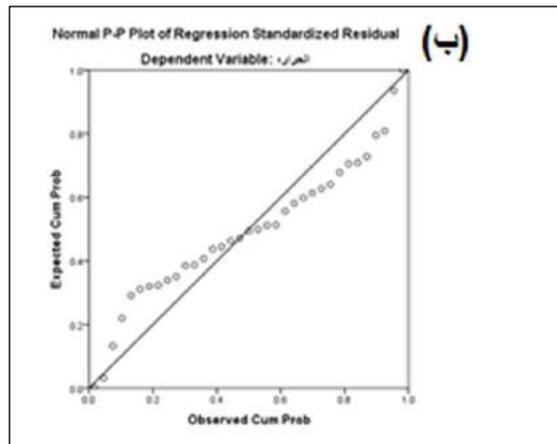
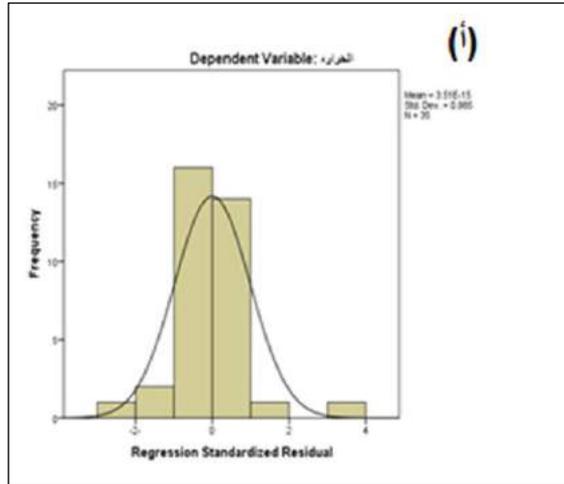
جدول (١٠)

نتائج معادلة الانحدار الخطي البسيط (Coefficients)

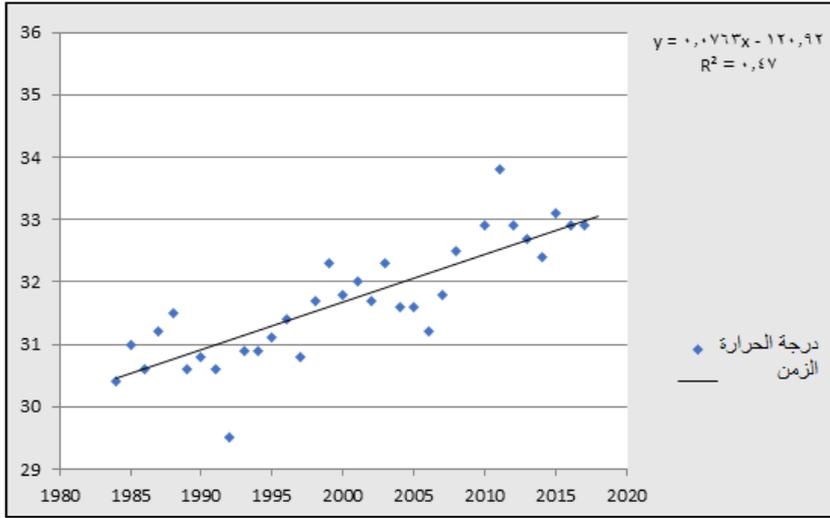
Model	Unstandardized Coefficients		Standardized Coefficients	T	Sig.	95.0% Confidence Interval for B	
	B	Std. Error	Beta			Lower Bound	Upper Bound
(Constant)	-120.924	28.226		-4.284	.000	-178.350	-63.498
الزمن	.076	.014	.686	5.409	.000	.048	.105

المتغير المستقل: الحرارة

كما يشير الشكل (١٣) إلى المدرج التكراري (أ) الذي يتضح من خلاله أن البيانات تتوزع وفقا للتوزيع الطبيعي، وكذلك التوزيع الخطي للبواقي (ب) والذي يتضح من خلاله أن النقاط تتجمع حول الخط، مما يؤكد أن البيانات (البواقي) تتوزع حسب التوزيع الطبيعي.



المصدر: الباحثة بالاعتماد على معادلة الانحدار الخطي البسيط باستخدام برنامج spss
شكل (١٣) المدرج التكراري (أ) والتوزيع الخطي للبواقي (ب)، وفقا للانحدار الخطي البسيط.



المصدر: الباحثة اعتمادا على معادلة الانحدار الخطي البسيط (الجدول ١٠).

شكل (١٤) التنبؤ باتجاه معدلات درجة الحرارة في مدينة مكة المكرمة، وفقا لنتائج معادلة الانحدار الخطي البسيط.

ولقد تم استخدام اختبار مان كيندال (Mann-Kendall M-K) لتحديد الدلالة الإحصائية لهذا الاتجاه (ملحق ٤)، حيث بلغت قيم معامل الاختبار (٠.٥٧) مما يؤكد وجود ارتباط طردي موجب بين درجة الحرارة والزمن، وتؤكد قيمة مستوى الدلالة (Alpha) أن هذا الارتباط دال إحصائي حيث يبلغ مستوى الدلالة (٠.٠٥).

يتضح مما سبق اتجاه تغير درجة الحرارة واتجاهها نحو الارتفاع التدريجي، حيث تقع في منطقة التقاء كتلتي آسيا وأفريقيا، كما تتسم بطبغرافية تمثل انتقال تدريجي من سهل تهامة إلى أطراف جبال الحجاز، وذلك على موقع يتراوح ارتفاعه بين ٢٥٠ و٣٥٠ متراً، (مرزا وأحمد، ٢٠٠١م، ص ٩)، وتمنع هذه الجبال وصول التيارات البحرية اللطيفة للجو، كما تساهم مساهمة فعالة في تسخين ورفع درجة الحرارة، كما أن جبال السراة تسهم في إعاقه توغل تأثير البحر الأحمر نحو المدينة، ليكون منحصرًا في المنطقة الساحلية.

إضافة إلى العوامل السابقة ترتبط تغيرات اتجاه درجة الحرارة نحو الارتفاع في مدينة مكة المكرمة بالعديد من العوامل الاجتماعية والاقتصادية التي تسهم بطريقة غير مباشرة في اتجاه درجة الحرارة نحو الارتفاع، حيث تؤدي إلى زيادة نسبة الغازات الدافئة المسببة للاحتباس الحراري، ومن أبرز هذه العوامل:

- الاتساع المساحي للمدينة، حيث طرأت تغيرات كبيرة من الناحية المساحية نتيجة لزيادة المباني العمرانية وتوسعها أفقياً ورأسياً.
- النمو السكاني المطرد، حيث بلغ إجمالي عدد السكان عام ٢٠١٧م ما يقارب ١.٦٠٣.٨٦٦ نسمة، (مصلحة الإحصاءات العامة، ٢٠١٧م).
- زيادة عدد وسائل النقل وأهمها السيارات التي تضاعف كميات الوقود المستهلك وارتفاع كمية الملوثات، نتيجة حرق الوقود وإنتاج المواد الملوثة وإضافتها للغلاف الغازي، حيث لم تتعدى وسائل النقل في بداية فترة الدراسة ١٩١٢٢٢٧ عام ١٩٩٤م، ثم تزايدت لتصل إلى ٩٥٢٣٨٧٩ واسطة نقل عام ٢٠١٧م.
- النمو المتزايد للأنشطة البشرية في مختلف المجالات وخاصة الصناعية منها، والذي يؤدي إلى إضافة كميات كبيرة من الغازات والمواد الصلبة إلى الغلاف الجوي.

هذه العوامل مجتمعة تسهم في تغيير درجة الحرارة نحو التزايد، حيث تسهم في تفاقم ظاهرة الاحتباس الحراري (Global warming)، ويؤكد ذلك قيم معاملات الانحراف عن المعدل لدرجة الحرارة. ووفقاً لنتائج الدراسة السابقة لدرجة الحرارة خلال الفترة من ١٩٨٤ إلى ٢٠١٨م، فإنه من المتوقع زيادة مطردة في درجة الحرارة ما لم تستطع الإجراءات الوقائية في الحد من التغير المناخي والتقليل من الزيادة المطردة في درجة الحرارة والتي سيكون لها تأثير كبير على الاحتباس الحراري وارتفاع مستوى سطح البحر تحت تأثير ذوبان الجليد.

النتائج والتوصيات.

لقد توصلت الدراسة إلى بعض النتائج كالآتي:

- الاتجاه العام لدرجة الحرارة لمدينة مكة المكرمة نحو الارتفاع يتوافق مع التغير المناخي العالمي الناتج عن ظاهرة الاحتباس الحراري.
- أظهرت نتائج اختبارات التجانس باستخدام الطريقة المطلقة، أن بيانات الدراسة متجانسة معظم شهور السنة خلال فترة الدراسة وفقا لاختبار التجانس الطبيعي القياسي (SNHT)، واختبار بيتيت (Pettitt)، عدا شهري يونيو وأكتوبر، واللذان شهدا تغيرا ملحوظا في بعض سنوات الدراسة ومنها عام ٢٠٠٦ و ٢٠٠٨م، مما كان له تأثيرا على قيمة التجانس.
- يبرز المدى بين أعلى وأدنى معدل درجة حرارة بوضوح في منطقة الدراسة (٥.٩٠ م) مما يشير إلى تأثيرها بالقارية، ويزداد المدى في معدل درجة الحرارة العظمى وذلك بفارق ٠.٤١ درجة مئوية.
- بلغ الانحراف المعياري لمعدل درجة الحرارة الشهرية في مدينة مكة المكرمة ما يقارب (١.٤ م)، ويزداد الانحراف في درجات الحرارة العظمى بفارق ٠.١٠ درجة مئوية عن درجة الحرارة الصغرى، كما يزداد الانحراف المعياري لدرجات الحرارة العظمى والصغرى خلال شهور فصلي الشتاء والربيع مقارنة بفصلي الصيف والخريف.
- أن الفرق بين معدلات درجتى الحرارة العظمى والصغرى يبرز بوضوح في السنوات الأخيرة من الدراسة، كما أن الارتباط بينهما ذو أهمية معنوية، وذلك بقيمة تبلغ ٠.٠١٨.

- يعد الاتجاه العام لمعدلات درجات الحرارة اتجاهها متصاعداً ، مع وجود تباين في الفترات الزمنية ما بين الارتفاع تارة والانخفاض تارة أخرى وفقاً لخط مسار السلسلة الزمنية الثلاثية والخماسية.
- اتضح من خلال ناتج معادلة الانحدار الخطي البسيط وجود علاقة ارتباط طردي قوي بين معدلات درجة الحرارة والزمن بقيمة بلغت ٠.٦٨٦ ، كما أظهرت الدراسة أن نتيجة هذا الانحدار معنوية ، إبان قدرة التنبؤ بمعدلات درجة الحرارة من خلال الزمن.
- تتمثل بداية الاتجاه نحو الارتفاع في درجة الحرارة ، منذ بداية التسعينات ، وهو الذي يشير ببداية تأثر المدينة بظاهرة الاحتباس الحراري حيث تشهد مدينة مكة المكرمة تغيرات ملموسة أثرت على التغير في درجة الحرارة ومن أبرزها النمو السكاني والتوسع المساحي ، وتطور وسائل النقل والأنشطة البشرية.

وفي ظل النتائج السابقة، توصلت الدراسة إلى بعض التوصيات ومن أهمها:

- العمل على التنسيق والتعاون المشترك بين الهيئة العامة للأرصاد ومختلف الوزارات من أجل التوصل لأنظمة تحد من تفاقم التأثير السلبي للاحتباس الحراري.
- تعزيز كفاءة استخدام الطاقة وتقليل حركة التنقل بين السكان عبر وسائل النقل ، من خلال التوسع في استعمال تكنولوجيا المعلومات والاتصالات في توفير الخدمات.

- تطبيق نظام وسائط النقل الجماعي ، للإسهام في تقليل كثافة السيارات التي تتسبب عوادمها في زيادة الملوثات التي تعد ضمن أبرز مسببات الاحتباس الحراري.
- زيادة مساحة المساحات الخضراء مع مراعاة استخدام مواد آمنة وصديقة للبيئة في الأنشطة البشرية داخل المدينة لتسهم بدورها في تقليل التأثير السلبي لدرجة الحرارة.
- تحسين وتكثيف شبكات الرصد المناخية بهدف توفير بيانات المناخ الدقيقة التي تدعم البحوث التي تسهم في دعم عملية صنع القرار بشأن تغير المناخ.
- إجراء المزيد من الدراسات التي تهتم بتحديد مواقع قمم الانبعاث الحراري ورصد التغيرات بها ، وإيجاد العلاقة بين تغيراتها المكانية والزمنية.

المراجع.

- [١] الأحيديب، إبراهيم سليمان. (١٩٩٩م) مناخ المملكة العربية السعودية، الموسوعة الجغرافية للعالم الإسلامي. المجلد الثالث، القسم الأول. جامعة الإمام محمد بن سعود الإسلامية، الرياض.
- [٢] أحمد. بدر الدين يوسف. (٢٠٠٦م). تطرف العناصر المناخية في المملكة العربية السعودية، مركز دراسات الخليج والجزيرة العربية، العدد ١٦، الكويت.
- [٣] الأمم المتحدة، (٢٠٠٨م). الاتفاقية الإطارية بشأن تغير المناخ. الهيئة الفرعية للمشورة العلمية والتكنولوجية، بون.
- [٤] الأمم المتحدة، (٢٠١١م). تقييم أثر تغير المناخ على المارد المائية وقابلية تأثر القطاعات الاجتماعية والاقتصادية في المنطقة العربية: إطار منهجي لإجراء تقييم متكامل، نيويورك.
- [٥] حسان، وليد عباس (٢٠٠٩م) التغير في بعض عناصر المناخ بدلنا النيل خلال القرن العشرين، رسالة ماجستير بقسم الجغرافيا، كلية الآداب، جامعة عين شمس.
- [٦] الرواندي، عمر حسن (٢٠١٢م). دراسة التغير المناخي لمدينة أربيل من خلال متابعة اتجاهات درجات الحرارة، بحوث منظمة الأورعرية لأبحاث البيئة والمياه والصحراء.
- [٧] الرحيلي، أمنة عطا الله (٢٠٠٥م). خصائص المناخ في منطقة مكة المكرمة، رسالة ماجستير غير منشورة، جامعة أم القرى، مكة المكرمة.

- [٨] الصالح، ناصر عبد الله. والسرياني، محمد محمود (٢٠٠٠م). الجغرافيا الكمية والإحصائية، أسس وتطبيقات بالأساليب الحاسوبية الحديثة، الطبعة الثانية، مكتبة العبيكان، الرياض.
- [٩] الشهراوي، محمد أحمد. (١٩٩٨م). تغير المناخ ومستقبل الأرض، سلسلة العلوم والحياة (١٠٩) الهيئة المصرية العامة للكتاب. مصر.
- [١٠] عبد العظيم، محمد نجيب. (١٩٩٨م). علم المناخ المعاصر. الإسكندرية.
- [١١] العرود، إبراهيم مطيع، وآخرون (٢٠١٨م). التغيرات المناخية الحديثة وأثرها على الغطاء النباتي في حوض وادي عربة الشمالي، المجلد ١١ العدد ٣، المجلة الأردنية للعلوم الاجتماعية، الأردن.
- [١٢] اللوح، منصور نصر (٢٠١١م). تقييم الواقع المناخي في الضفة الغربية وقطاع غزة - فلسطين خلال الفترة ١٩٩٦ - ٢٠٠٩، مجلة جامعة الأزهر، المجلد ١٣ العدد ٢، غزة.
- [١٣] المنظمة العالمية للأرصاد الجوية. (٢٠١٠م). بيان المنظمة العالمية للأرصاد الجوية عن حالة المناخ في ٢٠٠٩. مطبوع المنظمة العالمية للأرصاد الجوية رقم ١٠٥٥. انطاليا، تركيا.
- [١٤] بركة، أمين إسماعيل، (٢٠١٦م) أثر التغير المناخي على البيئة الطبيعية الاقتصادية والاجتماعية، (جمهورية تشاد نموذجاً).
- [١٥] مرزا، معراج. وأحمد، بدر الدين، (٢٠٠١م). أحوال الطقس والمناخ في الشتاء بمكة المكرمة، رسائل جغرافية، العدد ٢٥٣، الجمعية الجغرافية الكويتية.
- [١٦] وزارة الشؤون البلدية والقروية، الخرائط الطبوغرافية لمنطقة مكة المكرمة، مقياس رسم ١: ٢٥٠٠٠٠٠، ٢٠١٧م.

[١٧] يوسف، عبد العزيز عبد اللطيف، (١٩٨٢م) الخصائص المناخية لعنصر الحرارة في مصر خلال القرن العشرين، رسالة دكتوراه غير منشورة، كلية الآداب، جامعة عين شمس، القاهرة.

[١٨] يوسف، عبد العزيز عبد اللطيف، (١٩٩٨م). التذبذب الحراري الحديث في الأحساء بشرق المملكة العربية السعودية، مجلة الجمعية الجغرافية المصرية، العدد ١، الجزء ١، القاهرة.

- [19] Alexandersso, H. (1986), A homogeneity test applied to precipitation data. *Journal of Climate* 6, pp 661-675.
- [20] Alexandersson, H, Moberg, A. (1997), Homogenization of Swedish temperature data. PART 1; homogeneity test for linear trends. *International Journal of Climatology* 17; pp 25-34.
- [21] Al-hadhrami, L. Rehman, S. (2012), Extreme Temperature Trends on the west coast of Saudi Arabia. *Atmospheric and Climate sciences*, vol.2 No.3, pp.351-361.
- [22] Al-mazroui, M, (2012). Temperature Variability over Saudi Arabia and its Association with Global Climate Indices. *JKAU; Met, Env. & Arid Land Agric. Sci.*, Vol.23, No.1,pp;85-108.
- [23] Al-mazroui, M, etal. (2014). Trends of Temperature extremes in Saudi Arabia. *International Journal of climatology*. 34;808-820.
- [24] Alghamdi, A, (2014). Analysis and Comparison of trends in Extreme Temperature of trends in indices in Riyadh city, Kingdom of Saudi Arabia. 1985-2010. *Journal Climatology*.
- [25] El-tantawy, A, M. (2005), Climate Change in Libya and Desertification of Jifara Using G.I.S. and R.S, Mainz University, 247 p.
- [26] Krishna, L, V. (2014) Long term Temperature Trends in four Different climate zones of Saudi Arabia. *International Journal of Science and Technology*, vol 4.
- [27] Likso, T "Inhomogeneities in temperature time series in Croatia," *Croatian Meteorological Journal*, vol. 38, pp. 3-9, 2003
- [28] Pandzic. K. S. and T. Likso, "Homogeneity of average annual air temperature time series for Croatia, " *International Journal of Climatology*, vol. 30, no. 8, pp. 1215-1225, 2010.
- [29] Pettitt AN. 1979. A non-parametric approach to the change-point detection. *Applied Statistics* 28; 126-135.
- [30] www.ijastnet.com.
- [31] www.http://dx.doi.org/10.4235/acs.2012.23031.

Trend of change on temperature, in the city of Makkah during the period from 1984 to 2018

Dr. Ayisha Ali Mohammad Arishi

– Jazan University. Associate professor

aiarishi@jazanu.edu.sa

Abstract

The Study deals with the trend of the change in temperature of Makkah for period 35 years (1984 – 2018), The study was based on the data on the maximum and minimum temperature provided by Makkah station during the mentioned period. The description and statistical approach of time series have been used to analysis the data; the study also highlighted annual rates of temperature as well as annual change values.

The study concluded that the change in temperature trends towards the rise, ascertained by the trend of time series line, which is in the form of ascending, as well as the product of simple linear regression, which confirms the existence of a direct correlation between the rates of temperature and time, with a value of 0.68 This regression is significant, as the value of Sig is lower than 0.001, as confirmed by the result of the Mann-Kendall MK test. In the end of study there are some Recommendations have been addressed.

Keywords: Change Direction-Temperature Rate-Makkah-Time Series-Simple Linear Regression.

ملحق (١)

القيم الحرجة لاختبارات التجانس كدالة مع n ١% و ٥%.

أ. القيم الحرجة لاختبار التجانس الطبيعي القياسي SNHT كدالة مع n ١% و ٥%.

N	٢٠	٣٠	٤٠	٥٠	٧٠	١٠٠
%١	9.56	10.45	11.01	11.38	11.89	12.32
%٥	6.95	7.65	٨.١٠	8.45	8.80	9.15

المصدر: بالاعتماد على Alexandersson, H, Moberg, A, 1997

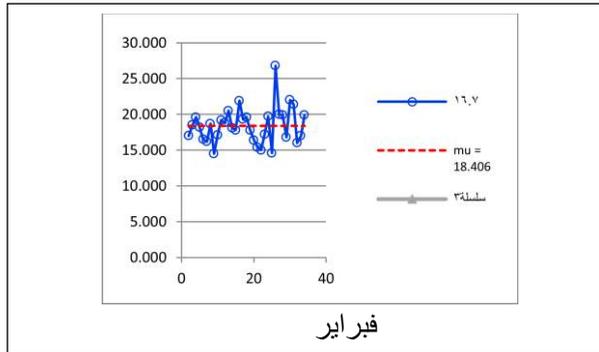
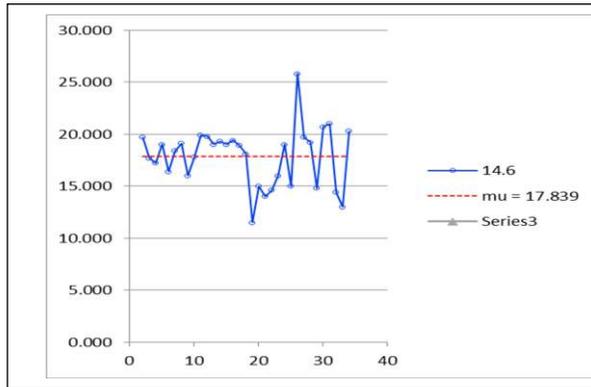
ب. القيم الحرجة لاختبار بيتيت Pettitt كدالة مع n ١% و ٥%.

N	٢٠	٣٠	٤٠	٥٠	٧٠	١٠٠
%١	٧١	١٣٣	٢٠٨	٢٩٣	٤٨٨	٨٤١
%٥	٥٧	١٠٧	١٦٧	٢٣٥	٣٩٣	٦٧٧

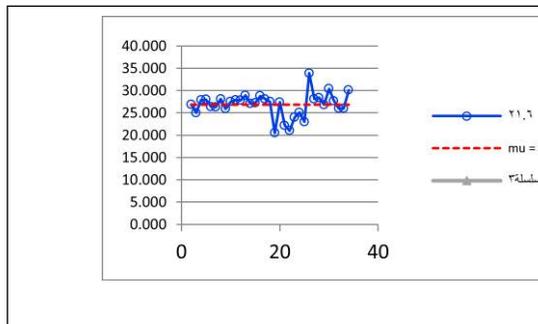
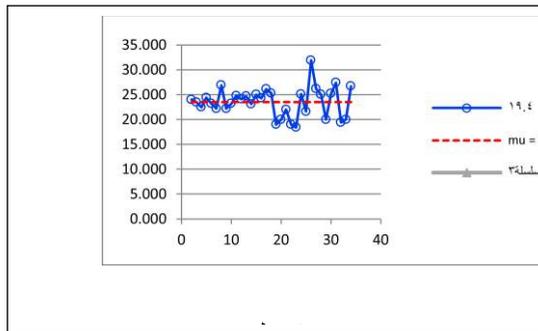
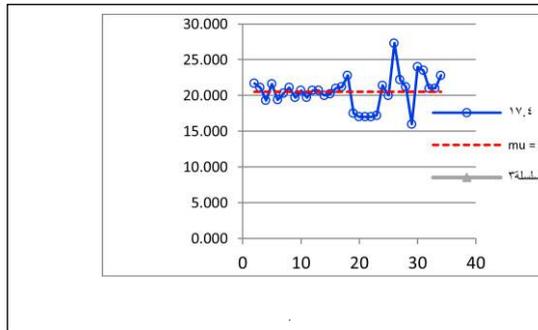
بالاعتماد على Pettitt AN. 1979.

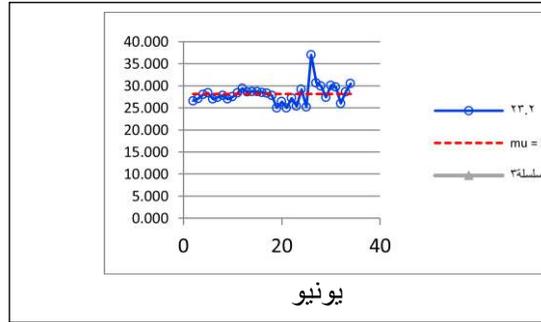
ملحق (٢)

نتائج اختبار التجانس الطبيعي القياسي (SNHT) لمحطة مكة المكرمة (يناير - يونيو) من عام ١٩٨٤ إلى ٢٠١٨ م (الخط المتدرج يمثل مستوى الدلالة الإحصائية ٠.٥٪)



اتجاهات درجة الحرارة في مدينة مكة المكرمة خلال الفترة من ١٩٨٤ - ٢٠١٨م

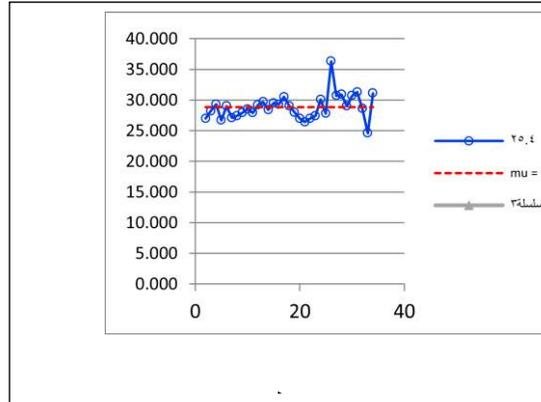




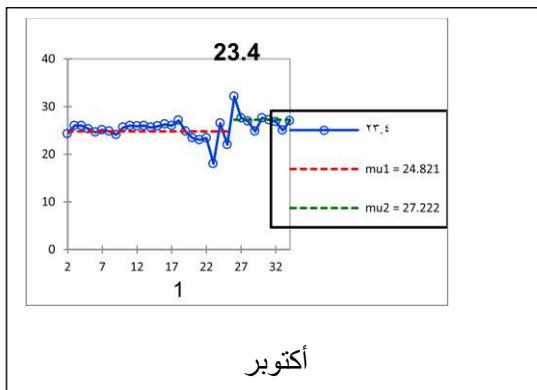
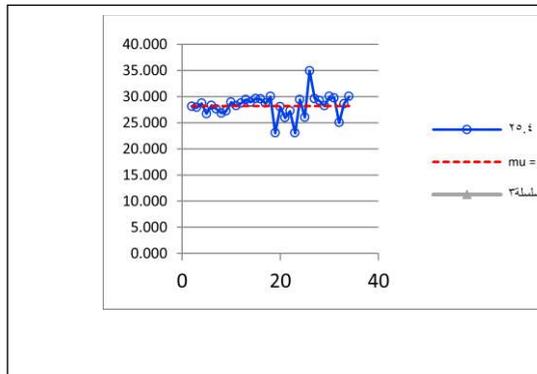
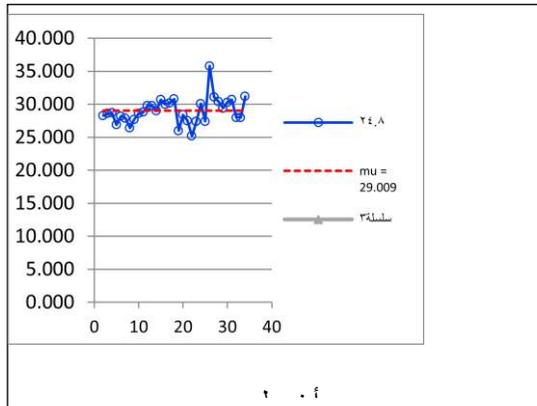
المصدر: نتائج اختبار التجانس الطبيعي القياسي.

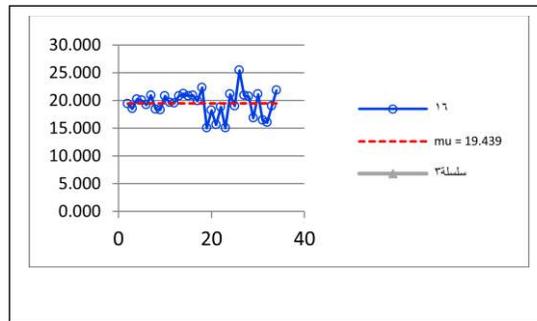
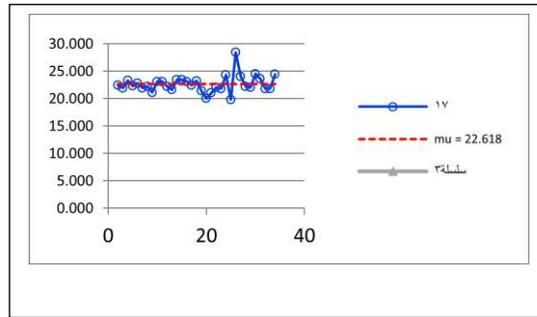
ملحق (٣)

نتائج اختبار التجانس الطبيعي القياسي (SNHT) لمحطة مكة المكرمة (يوليو - ديسمبر) من عام ١٩٨٤ إلى ٢٠١٨م (الخط المتدرج يمثل مستوى الدلالة الإحصائية ٠.٥٪)



اتجاهات درجة الحرارة في مدينة مكة المكرمة خلال الفترة من ١٩٨٤ - ٢٠١٨م





المصدر: الباحثة بالاعتماد على نتائج اختبارات التجانس الطبيعي القياسي.

ملحق (٤)

نتائج اختبار مان كيندال Mann-Kendall trend test

Summary statistics:							
Variable	Observations	Obs. with missing data	Obs. without missing data	Minimum	Maximum	Mean	Std. deviation
30.4	34	0	34	29.500	35.400	31.797	1.133

Mann-Kendall trend test / Two-tailed test (30.4):							
Kendall's tau	0.570						
S	315.000						
Var(S)	4531.000						
p-value (Two-tailed)	< 0.0001						
Alpha	0.05						
An approximation has been used to compute the p-value.							
Test interpretation:							
H0: There is no trend in the series							
Ha: There is a trend in the series							
As the computed p-value is lower than the significance level alpha=0.05, one should reject the null hypothesis H0, and accept the alternative hypothesis Ha.							
The continuity correction has been applied.							
Ties have been detected in the data and the appropriate corrections have been applied.							

Sen's slope:				
	Value	Lower bound (95%)	Upper bound (95%)	
Slope	0.075	0.056	0.100	
Intercept	-118.325	-143.350	-98.894	