تحليل اتجاهات التغير في درجة الحرارة بمحطات خليجية مختارة خلال الفترة من 1980 - 2011

يسرى عبدالكريم الحسبان(*)

ملخص: تناول هذا البحث بالدراسة والتحليل اتجاهات التغير، والتباين في درجة الحرارة في ثلاث محطات خليجية مختارة، تمثل محطات المطارات الدولية لكل من الدوحة، والبحرين، والكويت خلال الفترة من 1980 –2011، ولتحقيق هذه الغاية فقد جُمعت البيانات الخاصة لكل محطة، واستخدمت عدة وسائل وأساليب إحصائية لتحقيق أهداف الدراسة، وأهم هذه الوسائل الفروقات المتجمعة Cumulative Deviation، والانحدار الخطي Linear Regression test، واختبار تحليل التباين One-way ANOVA، وهدفت هذه الدراسة إلى :

– دراسة وتحليل لاتجاهات درجة الحرارة الصغرى، والعظمى، والسنوية، للمحطات الثلاث، من خلال منحنيات الفروقات المتجمعة، والانحدار الخطي، (ارتفاعاً/انخفاضاً). تحليل التباين بين المحطات الثلاث من خلال اختبار تحليل التباين ذي المعيار الواحد One-way ANOVA.

وأبرز نتائج الدراسة هي:

– أظهر نموذج الانحدار الخطي البسيط ارتفاعاً في متوسط درجة الحرارة الصغرى، والعظمى، المتوسط السنوي، وبدلالة إحصائية على مستوى معنوية أقل من 0,001 لجميع المحطات. أظهر تحليل التباين لمتوسطات درجة الحرارة الصغرى، والعظمى، والمتوسط السنوي بين المحطات تبايناً ذا دلالة إحصائية على مستوى معنوية أقل من0,001.

المصطلحات الأساسية: التغير المناخي، الاتجاه، الفروقات المتجمعة، الانحدار الخطي، التباين.

(*) قسم الجغرافيا، كلية الآداب، الجامعة الأردنية، المملكة الأردنية الهاشمية – y.alhusban@ju.edu.jo.

المقدمة:

تناول هذا البحث دراسة موضوع التغير في درجة الحرارة في ثلاث محطات خليجية خلال الفترة من 1980–2011 لمعرفة وتحليل اتجاهات التغير في درجة الحرارة في ظل التغيرات المُناخية التي يشهدها العالم، ولتحقيق هذه الغاية جُمعت البيانات(*) الخاصة بمحطات الدراسة، واستخدمت عدة وسائل وأساليب إحصائية، أهمها الفروقات المتجمعة، والانحدار الخطي، وتحليل التباين. وهدفت هذه الدارسة إلى استخلاص الحقائق المتعلقة بهذا الموضوع وتحليلها من حيث: دراسة وتحليل اتجاهات درجة الحرارة للمحطات الثلاث خلال فترة الدراسة بالاستعانة بالفروقات المتجمعة، وتحليل الانحدار الخطي (ارتفاعاً/انخفاضاً). – المقارنة بين المحطات الثلاث من خلال اختبار تحليل التباين ذي المعيار الواحد، وتحديد هذا التباين إذا ما كان دالاً إحصائياً.

جاءت أبرز النتائج على النحو التالي:

– أظهرت منحنيات الفروقات المتجمعة للمحطات الثلاث ارتفاعاً في درجة الحرارة بعد عام 2000، ويمكن تفسير ذلك بأن المتوسطات الحسابية لدرجة الحرارة الصغرى، والعظمى، والمتوسط السنوي للفترة قبل عام 2000 أقل من المعدلات للفترة الزمنية كاملة.

– أظهر تحليل الانحدار الخطي البسيط ارتفاعاً في متوسط درجة الحرارة الصغرى، والعظمى، والمتوسط السنوي، لجميع المحطات، بدلالة إحصائية على مستوى معنوية أقل من 0,001.

– أظهر اختبار تحليل التباين للمقارنة بين متوسطات درجة الحرارة الصغرى، والعظمى، والمتوسط السنوي للمحطات الثلاث وجود تباين، بدلالة إحصائية على مستوى معنوية أقل من 0,001.

أهداف البحث:

أصبح الحديث عن التغيرات المناخية التي تجتاح العالم منذ نهاية القرن الماضي حقيقة واقعة خصوصاً ما يتعلق بالتغيرات التي طرأت على ارتفاع درجة

(*) مصدر البيانات المناخية من الموقع الإلكتروني: www.tujtiempo/climate.

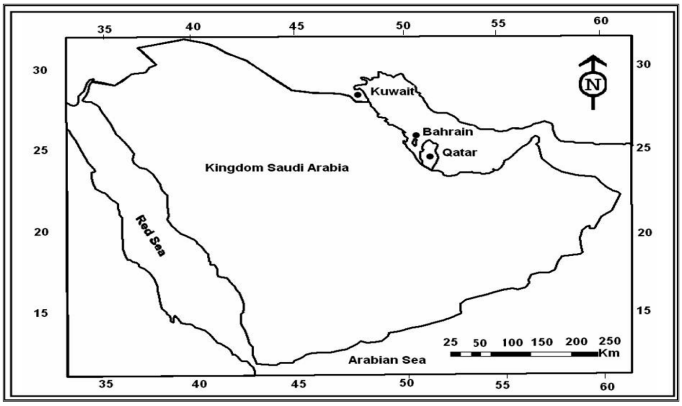
الحرارة. تمثلت أهداف هذه الدراسة في الآتي: دراسة وتحليل اتجاهات درجة الحرارة للمحطات الثلاث خلال فترة الدراسة، (ارتفاعاً/انخفاضاً). – تحليل التباين بين المحطات الثلاث لتحديد إذا ما كان هناك تباين ذو دلالة إحصائية بين المتوسطات الحسابية للمحطات الثلاث.

أهمية البحث :

تكمن أهمية هذا البحث في دراسة وتحليل مدى التغيرات التي طرأت على درجة الحرارة من حيث: معدل درجة الحرارة الصغرى، والعظمى، والمعدل السنوي، ودراسة التباين بين المحطات، من خلال رصد درجة الحرارة، **وتتلخص هذه الأهمية في أن نتائج الدراسة تمثل أساساً ومنطلقاً لاتخاذ القرارات الخاصة بالتكيف مع ارتفاع درجة الحرارة وما سيترتب عليه من زيادة في استهلاك المياه والطاقة.**

منطقة الدراسة:

تم اختيار ثلاث محطات مُناخية تمثل مطارات كل من الدوحة الدولي، والبحرين الدولي، والكويت الدولي، وقد اختيرت هذه المحطات الثلاث لأسباب متعددة، منها: تمثل مناطق بمواقع مختلفة من الخليج العربي في شماله ووسطه. الارتفاع القليل الذي يراوح بين 2م لمحطة مطار البحرين و 55م لمحطة مطار الكويت أكثر المحطات ارتفاعاً. الموقع على الدوائر العرضية التي تقع جميعها ضمن المناخ الصحراوي المداري الجاف الذي يمتد بين دائرتي عرض 18°–30° شمالاً وجنوباً. كما أن الدول الثلاث تعتبر من الدول الساحلية على الخليج العربي، إلا أن دولة قطر تعتبر شبه جزيرة، أما البحرين فهي جزيرة، والكويت دولة ساحلية، إضافة لتشابه النشاط الاقتصادي. شكل (1)، وجدول (1)، ، **ورتبت المحطات لأغراض المناقشة على نحو ما يلي : الدوحة، البحرين، فالكويت لغايات التحليل.**



شكل (1): منطقة الدراسة، ومحطات البحث

جدول (1)
محطات الدراسة

المحطة	الدائرة العرضية	خط الطول	الارتفاع (م)	رقم المحطة	تعريفها
مطار الدوحة الدولي	º25.25	º51.56	11	411700	OTBO
مطار البحرين الدولي	º26.26	º51.26	2	404270	OBBT
مطار الكويت الدولي	º29.21	º47.98	55	405802	OKBK

الدراسات السابقة:

الدراسات التي تناولت موضوع مظاهر التغيرات المُناخية الإقليمية، والعالمية التي أصابت عناصر المناخ الأساسية ومنها اتجاهات درجة الحرارة، وحالات حدوث الصقيع من حيث العدد، ودرجة الخطورة، وكمية الأمطار – كثيرة، منها:

أوضحت نتائج دراسة رمضان (Ramadan, 2008) لمحطة مطار الكويت الدولي خلال الفترة من 1963–2005 ارتفاعاً لدرجة الحرارة، مقداره 4,7–6,6 درجة مئوية/ قرن، كما أشار إلى آثار التغير المناخي. وتناولت دراسة (ماجد المنيف، 1997) أثر ارتفاع درجة الحرارة على النشاط البشري ومصادر الطاقة والغذاء، وأوضح أن أكثر المناطق تأثراً بارتفاع درجة الحرارة هي المناطق الهامشية التي تقع معظم الدول العربية من ضمنها، وهذه الدراسة تُشير إلى خطورة مظاهر التغير

المُناخي حتى في البيئات الحارة أصلاً مثل منطقة الدراسة. أما الدراسة التي أجراها موشرك وآخرون في الأردن فقد كانت أبرز نتائجها وجود اتجاه متزايد لدرجةالحرارة الصغرى فقط وبدلالة إحصائية (Moshrik, et al, 2009).

وتطرق يان و واو إلى أن ظاهرة الاحتباس الحراري ذات تأثير مباشر على الإنسان، وأنشطته المختلفة، إضافة إلى التأثير غير المباشر، المتمثل في تطور فيروس الإنفولونزا وزيادته (Yan & Wu, 2010).

وجاءت نتائج دراسة جاو وجود (Chou, 2010) التي اعتمدت على بيانات درجة الحرارة خلال الفترة من 1850–2007 لتؤكد وجود اتجاه صاعد لدرجة الحرارة وارتفاع كمية التساقط المطري في معظم مناطق العالم باستثناء المناطق الواقعة على الدوائر العرضية 30° جنوباً و30° شمالاً. وأما دراسة ليفال وآخرين (Lavelle, et al, 2009) فقد أشارت إلى تغير فصل النمو في أوروبا؛ بحيث أصبح متقدماً بمقدار 2–3 أسابيع نتيجة لارتفاع درجة الحرارة الصغرى، بالإضافة إلى تأخر ظاهرة حدوث الصّقيع الربيعي مع زيادة في عدد الأحداث المناخية المتطرفة وتكرارها، ومن نتائج الدراسة كذلك زيادة الطلب على الماء خلال الفترة من 1975–2006 بمقدار 50% – 70% خصوصاً دول حوض البحر المتوسط. ناقش نيكلس، وألكسندر (Nicholls and Alexander, 2007) أثر التغير المُناخي على الظروف المُناخية المتطرفة، التي تؤثر على الإنسان والبيئة معاً، ومن أمثلة ذلك موت 500 شخص من ولاية شيكاغو نتيجة لموجة الحر عام 1995، و30000 شخص في أوروبا نتيجة لموجة الحر عام 2003، وتناقص حجم المحاصيل الزراعية، ومنذ خمسينيات القرن الماضي تناقصت موجات البرد، وزاد تكرار حالات الجفاف، وفي المناطق المدارية حدث ارتفاع في معدل درجة الحرارة الصغرى منذ بداية القرن العشرين. كما أكدت دراسة الزواد (Al Zawad, 2008) للتنبؤ تغيرات متوسط درجة الحرارة خلال الفترة من 2070–2100؛ حيث درس ست مناطق و37 موقعاً، وقد أظهرت النتائج ارتفاعاً في متوسط درجة الحرارة مقداره أكثر من أربع درجات مئوية، وتناقصاً في عدد الليالي الباردة، وتبايناً بحسب المناطق فيما يتعلق بالأمطار؛ حيث ستشهد المناطق الجنوبية الشرقية من المملكة العربية السعودية زيادة بمقدار 20%.

بيانات الدراسة ومنهجها وفروضها:

اعتمدت الدراسة على البيانات المُناخية لمحطات البحث الثلاث خلال الفترة من 1980–2011، وهذه أقدم البيانات المكتملة لمنطقة الدراسة، وقد جُمعت البيانات المناخية الخاصة بمعدل درجة الحرارة الصغرى، والعظمى، والمعدل السنوي، وذلك من المحطات المناخية الموضحة في جدول (1).

المنهجية :

استخدمت عدة وسائل وأساليب إحصائية رياضية، أهمها الفروقات التراكمية (الانحرافات التراكمية للمتوسطات) لتحديد التغيرات المتعلقة بالسلاسل الزمنية، ويمكن حسابها من خلال: استخراج المتوسط الحسابي لبيانات السلسلة الزمنية، ومن ثم استخراج الفرق بين كل مشاهدة والمتوسط الحسابي، وأخيراً جمعت الفروق عن المتوسط الحسابي جمعاً تراكمياً ومثلت بيانياً. كما استُخدم نموذج الانحدار الخطي البسيط لتحديد الاتجاه العام لدرجة الحرارة الصغرى، والعظمى، والمتوسط السنوي، وإذا ما كانت تتخذ اتجاهاً محدداً (ارتفاعاً/ انخفاضاً)، وأخيراً حلل التباين لاختبار معنوية الفرق بين المتوسطات الحسابية للمحطات الثلاث.

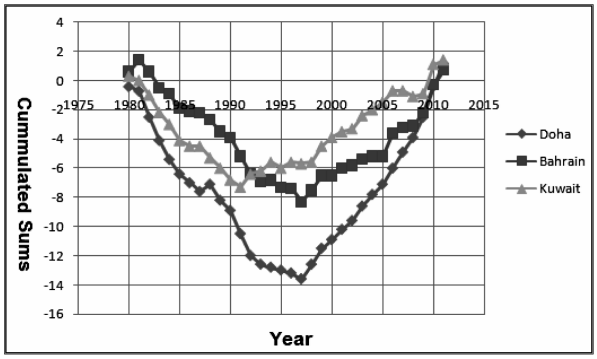
فروض الدراسة:

الفرض الأول: يوجد تغير ذو اتجاهات واضحة، وذات دلالة إحصائية لدرجة الحرارة الصغرى، والعظمى، والسنوية للمحطات الثلاث المدروسة؛ بحيث تمثل اتجاهاً متزايداً (ارتفاعاً).

الفرض الثاني: يوجد اختلاف ذو دلالة إحصائية بين المتوسطات الحسابية لدرجة الحرارة الصغرى، والعظمى، والمتوسط السنوي لمحطات البحث الثلاث.

نتائج التحليل الإحصائي واختبار النتائج والمناقشة :

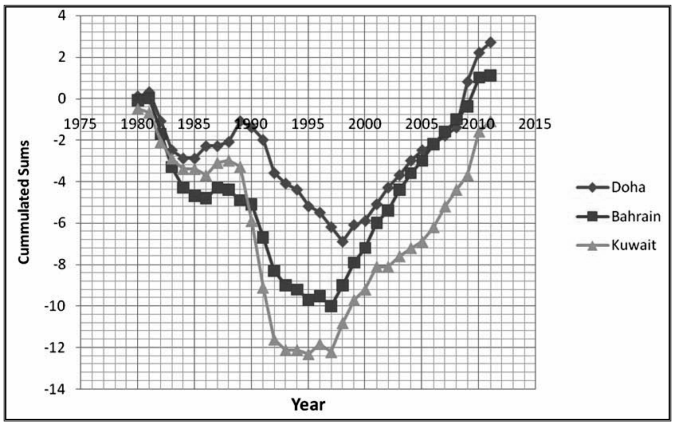
أولاً – الفروقات التراكمية (Cumulative Deviation): استخدم أُسلوب الفروقات المتجمعة الذي لا يتأثر بمتوسط البيانات أو حجمها؛ للكشف عن التغيرات المتصلة التي تحدث في السلسلة الزمنية لدرجة الحرارة الصغرى خلال الفترة (1980–2011)، وكانت نتائج تحليل الفروقات التراكمية للمحطات الثلاث وفق الأشكال (2–4) على النحو التالي:



شكل (2): منحنى الفروقات المتجمعة لمتوسط درجة الحرارة الصغرى للمحطات الثلاث

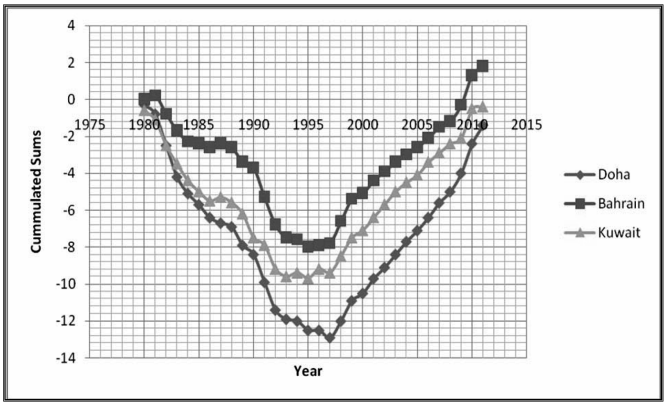
أ – الفروقات التراكمية لدرجة الحرارة الصغرى للمحطات الثلاث: يُلاحظ من تحليل منحنيات الفروقات المتجمعة – شكل (2) – هبوط في منحنيات درجة الحرارة الصغرى للمحطات الثلاث خصوصاً لمحطة الدوحة، وبلغ هذا الانخفاض أشده عام 1997؛ حيث شهدت مناطق واسعة من العالم موجات من البرد الشديد. ثم شهدت منحنيات درجة الحرارة الصغرى ارتفاعاً متواصلاً وغير متُذبذب حتى نهاية فترة الدراسة وللمحطات الثلاث. أما منحنى محطة البحرين فقد شهد انخفاضاً متذبذباً، وبلغت قمة الانخفاض سنة 1997، ثم بدأت درجة الحرارة بالارتفاع حتى نهاية فترة الدراسة، ولكنها أقل ارتفاعاً من محطة الدوحة – شكل (2). وقد تميز منحنى محطة الكويت بالتذبذب خلال تسعينيات القرن الماضي؛ إذ تناقصت فيها درجة الحرارة الصغرى حتى عام 1992 الذي يمثل قمة الانخفاض، ثم شهدت ارتفاعاً متواصلاً متذبذباً، وهذه النتيجة تتفق مع الاتجاه العام لدرجة الحرارة المتمثل في الارتفاع، وموجات الحر التي شهدها العالم خصوصاً عام 2003.

ب – الفروقات التراكمية لدرجة الحرارة العظمى للمحطات الثلاث: يُعد منحنى محطة الدوحة الأكثر تذبذباً بين المحطات، ثم شهدت درجة الحرارة ارتفاعاً عام 1990 خلافاً لمحطتي البحرين والكويت، ثم شهدت درجة الحرارة انخفاضاً عام 1997. أما محطة البحرين فبلغت قمة الانخفاض عام 1997، ثم شهدت ارتفاعاً متواصلاً. أما منحنى محطة الكويت فقد شهد تذبذباً بداية التسعينيات من القرن الماضي، وبلغت قمة الانخفاض عام 1997، ثم شهدت صعوداً واضحاً حتى نهاية فترة الدراسة – شكل (3).



شكل (3): الفروقات المتجمعة لدرجة الحرارة العظمى

ج – الفروقات التراكمية لمتوسط درجة الحرارة للمحطات الثلاث: تميز منحنى محطة الدوحة بأنه الأكثر انخفاضاً ثم الكويت فالبحرين، وقد تميزت المنحنيات بالتذبذب خلال الفترة حتى عام 1995، ثم سجل ارتفاع متواصل وغير متبذبذب لجميع المحطات، وقد تميز منحنى الفروقات بقمة الانخفاض لمحطة الكويت عام 1990 – شكل (4)، ثم ارتفع المنحنى بشكلٍ متواصلٍ حتى نهاية فترة الدراسة.



شكل (4): منحنى الفروقات المتجمعة لمتوسط درجة الحرارة للمحطات الثلاث

وتُعد محطة الكويت الأقل ارتفاعاً مقارنة مع محطتي الدوحة، والبحرين. ويمكن القول إن منتصف عقد التسعينيات شهد تحولاً مهماً في ارتفاع معدل درجة الحرارة

الصغرى، وهذا يتفق مع الحالات المُناخية المتطرفة لعامي 2003 و 2005 في مناطق عديدة من العالم (Cohen and Miller, 2011)، (Nicholls and Alexander, 2007). تميز الارتفاع في منحنيات الفروق التراكمية بأنه متواصل، ويمثل اتجاهاً صاعداً باستثناء التذبذبات Fluctuations البسيطة الأشكال (2–4)، الذي يُعود للظروف المناخيـة الاستثنائية التي تمُثل مظهراً من مظاهر التغير المناخي، (Lianhong, et al., 2008). وقد أكدت بعض الدراسات زيادة في معدل درجة الحرارة الصغرى، (Ramadan, 2008)، (Moshrik, et al., 2009)، (Woldendorp, Michael, Doran, Marilyn & Ball, 2008)، وفي الوقت الذي أكدته نتائج العديد من الدراسات العالمية من ارتفاع متوسط درجة الحرارة الصغرى فإن خطر الصقيع قد زاد خصوصاً الصقيع الربيعي من حيث شدة الانخفاض في درجة الحرارة المرافقة لحدوث الصقيع على الرغم من تناقص عدد مرات حدوث الصقيع عالمياً (Connell, et al., 1986)، (Augspurger, et al 2009)، (Nicholls and Alexander, 2007)، (Klimov, et al., 2006)، (Kramer, 1994)، إلا أن منطقة الدراسة – بصفتها المنُاخية المدارية الحارة – لم تسجل أية حالات صقيع، وهو "انخفاض درجة الحرارة الصغرى إلى الصفر المئوي وما دونه". وقد دققت البيانات اليومية لكل شهر من الأشهر التي يحدث فيها الصقيع عادة، وهي أشهر كانون الأول، وكانون الثاني، وشباط، وآذار. كما أكدت الدراسات العربية أنه من نتائج التغير المناخي ارتفاع درجة الحرارة، وزيادة كمية التساقط المطري في دول الخليج العربي تحديداً، وهذا خلاف لبقية منطقة الشرق الأوسط، التي ستقل فيها كميات التساقط المطري، (نعمان شحادة، 2011 ب).

وأشارت دراسة في المملكة العربية السعودية إلى ارتفاع درجة الحرارة بأكثر من4 درجات على المتوسط (Al Zawad, 2008). ولتأكيد طبيعة الاتجاه العام لدرجة الحرارة **جزئت فترة الدراسة** للمحطات الثلاث إلى ثلاثة أجزاء، يمثل كل منها عقداً من الزمان، وقد جاءت نتائج التحليل كذلك لتؤكد هذا الاتجاه Trend التصاعدي لدرجة الحرارة؛ حيث ارتفع كل من المتوسط السنوي، ومعدل درجة الحرارة الصغرى، ومعدل درجة الحرارة العظمى، على نحو ما في جدول (2)، الذي يمكن أن نستخلص منه **الحقائق التالية:**

جدول (2)
خصائص درجة الحرارة الصغرى، والعظمى، والسنوية للمحطات الثلاث

محطة / الدوحة	المعدل السنوي لدرجة الحرارة	معدل درجة الحرارة الصغرى	معدل درجة الحرارة العظمى
الفترة الزمنية الأولى 1880–1990	26.7	21.9	32.8
الفترة الزمنية الثانية 1991–2000	27.4	21.9	32.8
الفترة الزمنية الثالثة 2001–2011	27.9	23.9	33.7
محطة /البحرين			
الفترة الزمنية الأولى 1880–1990	26.4	23	30.2
الفترة الزمنية الثانية 1991–2000	26.5	23	30.5
الفترة الزمنية الثالثة 2001–2011	27.4	23.9	31.5
محطة /الكويت			
الفترة الزمنية الأولى 1880–1990	25.7	18.2	32.8
الفترة الزمنية الثانية 1991–2000	26.4	19.2	32.9
الفترة الزمنية الثالثة 2001–2011	27	19.3	34

1 – فيما يتعلق بمحطة مطار الدوحة فقد تزايدت المعدلات الثلاثة (السنوية، والصغرى، والعظمى) بين 1,2، 2,0، و0,9 على التوالي. **2** – وفيما يتعلق بمحطة مطار البحرين فقد تزايدت المعدلات الثلاثة (السنوية، والصغرى، والعظمى) بين 1 و 0,9، و 1,3 على التوالي. **3** – أما محطة الكويت فقد تزايدت فيها تلك المعدلات على النحو التالي: 1,3، و 1,1، و 1,2 على التوالي. تُعد محطة الدوحة الأكثر ارتفاعاً بين المحطات؛ إذ ارتفعت درجة الحرارة الصغرى بمقدار درجتين خلال ثلاثة عقود. والخلاصة من منحنيات الفروق المتجمعة التشابه من حيث الاتجاه العام الصاعد لدرجة الحرارة.

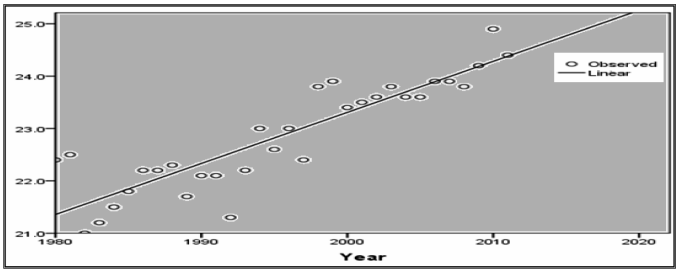
ثانياً – نموذج الانحدار الخطي البسيط (Simple Linear Regression)

1 – معامل الانحدار الخطي لدرجة الحرارة الصغرى:

أ – معامل الانحدار الخطي لدرجة الحرارة الصغرى لمحطة الدوحة: يُمثل خط الانحدار المستقيم معدل الزيادة أو التناقص في الاتجاه العام لدرجة الحرارة بدلالة قيمة (B) إذا ما كانت موجبة أم سالبة أم صفراً. فإذا ما كانت قيمة $B < 0$ يكون خط الانحدار صاعداً؛ أي أن العلاقة طردية بين المتغير المستقل والمتغير التابع؛ وهذا يعني زيادة قيمة المتغير التابع كلما زادت قيمة المتغير المستقل (نعمان شحادة، 2011أ)، والانحدار الخطي يمثل نوعاً من العلاقات الدالية؛ حيث تدل نتائج تحليل خطوط الانحدار المستقيمة على أنه قد طرأ ارتفاع على المعدل العام لدرجة الحرارة الصغرى في منطقة الدراسة لجميع المحطات، ويُظهر جدول (3) زيادة متوسط درجة الحرارة الصغرى لمحطة الدوحة؛ حيث بلغت قيم معامل الانحدار (B) (0,097)، وتشير القيم الموجبة إلى زيادة درجة الحرارة الصغرى، بمستوى معنوية (0,000)، كما أن نسبة التباين المفسر(R^2) بلغت قيمها (0,786)، ومعامل الارتباط الكلي وبلغ 0,887، كما أن القيمة الاختبارية لـ: F أقل من القيمة المجدولة على مستوى معنوية 0,000، ويوضح الشكل (5) العلاقة الخطية الصاعدة لمتوسط درجة الحرارة الصغرى.

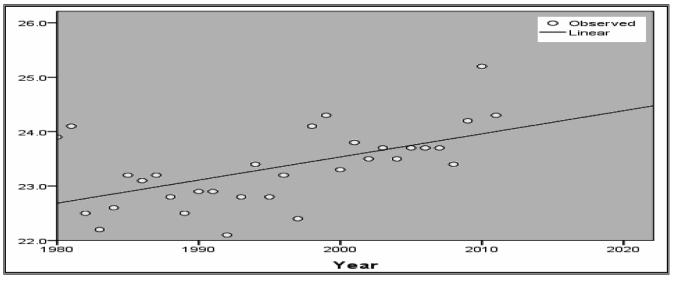
جدول (3)
نتائج تحليل الانحدار الخطي البسيط لدرجة الحرارة الصغرى للمحطات الثلاث

المحطة	R	R^2	Adjusted R^2	B	T	Sig.
الدوحة (0)	0,887	0,786	0,779	,097	10,501	0,000
البحرين (1)	0,566	0,321	0,298	,042	3,763	0,001
الكويت (2)	0,630	0,396	0,376	0,046	4,438	0,000



شكل (5): خط الانحدار لدرجة الحرارة الصغرى لمحطة مطار الدوحة

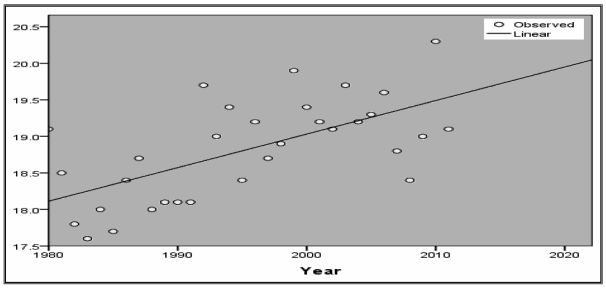
ب – معامل الانحدار الخطي لدرجة الحرارة الصغرى لمحطة البحرين: يتضح من جدول (3) الذي يمثل نتائج تحليل خط الانحدار المستقيم لمعدل درجة الحرارة الصغرى لمحطة مطار البحرين الدولي أنه قد طرأ ارتفاع على المعدل العام لدرجة الحرارة الصغرى؛ حيث بلغت قيم معامل الانحدار (B) (0,042)، وتُشير القيم الموجبة إلى زيادة درجة الحرارة الصغرى، وبمستوى معنوية أقل من (0,001)، كما أن نسبة التباين المفسر(R^2) بلغت قيمها (0,396)، كما أن قيمة F المحسوبة أقل من قيمتها المجدولة على مستوى معنوية 0,001. انظر جدول (3) وشكل (6) للتحقق من العلاقة الخطية الصاعدة لمتوسط درجة الحرارة الصغرى.



شكل (6): خط الانحدار لدرجة الحرارة الصغرى لمحطة البحرين

ج – معامل الانحدار الخطي لدرجة الحرارة الصغرى لمحطة الكويت: يوضح جدول (3) نتائج تحليل خط الانحدار المستقيم لمعدل درجة الحرارة الصغرى والمحدد لنمط الاتجاه العام Trend لدرجة الحرارة مع الزمن، وأنه قد طرأ ارتفاع على المعدل العام لدرجة الحرارة الصغرى لمحطة الكويت، وقد بلغت قيم معامل الانحدار (B) =(0.046)، وتشير القيم الموجبة إلى زيادة درجة الحرارة الصغرى، وبمستوى

معنوية (0,000)، كما أن نسبة التباين المفسر (R^2) بلغت قيمها (0,376)، وكانت قيمة F المحسوبة أقل من قيمتها المجدولة على مستوى معنوية 0,000 – جدول (3). ويشير الشكل (7) إلى العلاقة الخطية الصاعدة لمتوسط درجة الحرارة الصغرى.



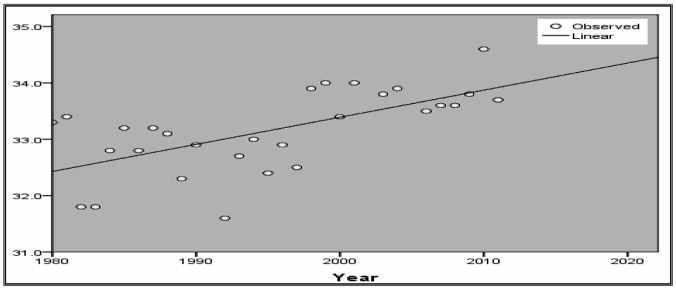
شكل (7): خط الانحدارالبسيط لدرجة الحرارة الصغرى لمحطة الكويت

2 – معامل الانحدار الخطي لدرجة الحرارة العظمى:

أ – معامل الانحدار الخطي لدرجة الحرارة العظمى لمحطة الدوحة: أظهرت نتائج تحليل خط الانحدار المستقيم ارتفاعاً على المعدل العام لدرجة الحرارة العظمى لمحطة الدوحة؛ حيث بلغت قيم معامل الانحدار (B) (0.633)، وتشير القيم الموجبة إلى زيادة درجة الحرارة الصغرى، وبمستوى معنوية (0,000)، كما أن نسبة التباين المفسر (R^2) بلغت قيمها (0,378)، في حين كانت قيمةF المحسوبة أقل من قيمتها المجدولة على مستوى معنوية 0,001. جدول (4). ويشير الشكل (8) إلى العلاقة الخطية الصاعدة لمتوسط درجة الحرارة العظمى. ومما تجدر الإشارة إليه أن الكثير من الدراسات أكدت ارتفاع درجة الحرارة العظمى، وأهمية التكيف مع هذا الارتفاع (Connell, et al., 1986)، (Meehl, 2004). (Zlatev, 2010).

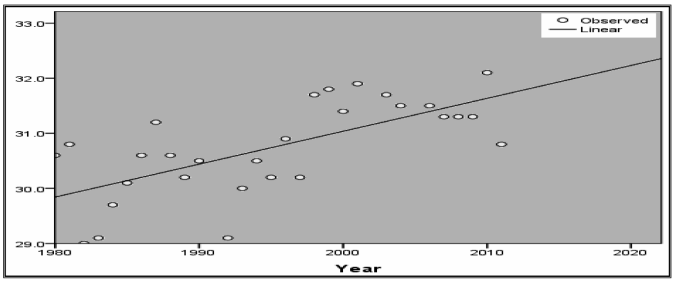
جدول (4)
نتائج تحليل الانحدار الخطي البسيط لدرجة الحرارة العظمى للمحطات الثلاث

المحطة	R	R^2	Adjusted R^2	B	T	Sig.
الدوحة (0)	0,633	0,400	0,378	0,633	4,246	0,001
البحرين (1)	0,670	0,449	0,429	0,670	4,690	0,000
الكويت (2)	0,626	0,392	0,368	0,058	4,092	0,000



شكل (8): خط الانحدار لدرجة الحرارة العظمى لمحطة الدوحة

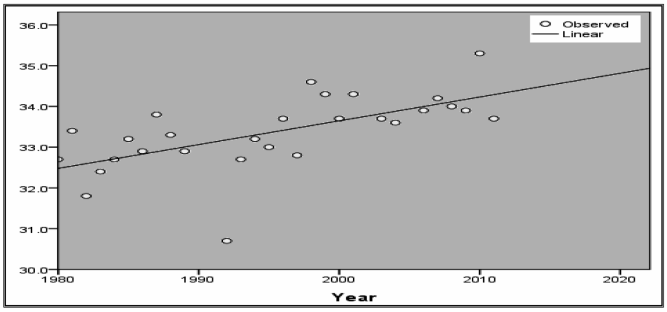
ب – معامل الانحدار الخطي لدرجة الحرارة العظمى لمحطة البحرين: أظهرت نتائج تحليل خطوط الانحدار المستقيمة أنه قد طرأ ارتفاع على درجة الحرارة العظمى لمحطة البحرين، ويبين جدول (4) زيادة متوسط درجة الحرارة العظمى؛ حيث بلغت قيم معامل الانحدار (B) (0.670) وتشير القيم الموجبة إلى زيادة درجة الحرارة العظمى، بمستوى معنوية (0,000) كما أن نسبة التباين المُفسر (R^2) بلغت قيمها (0.429)، وكانت قيمة F المحسوبة أقل من قيمتها المجدولة على مستوى معنوية 0,000. – جدول (4). ويُشير الشكل (9) إلى العلاقة الخطية الصاعدة لمتوسط درجة الحرارة العظمى.



شكل (9): خط الانحدار لدرجة الحرارة العظمى لمحطة البحرين

ج – معامل الانحدار الخطي لدرجة الحرارة العظمى لمحطة الكويت : يتضح من جدول (4) الذي يمثل نتائج تحليل خط الانحدار المستقيم لمعدل درجة الحرارة العظمى، أنه قد طرأ ارتفاع على المعدل العام لدرجة الحرارة العظمى لمحطة الكويت؛ حيث يوضح أن قيمة معامل الانحدار (B) بلغت (0,670)، وتشير القيم الموجبة إلى

زيادة درجة الحرارة العظمى، بمستوى معنوية (0,000)، كما أن نسبة التباين المفسر (R^2) بلغت قيمها (0.392)، في حين كانت قيمة F المحسوبة أقل من قيمتها المجدولة على مستوى معنوية 0,000. وجدول (4) والشكل (10) يوضحان العلاقة الخطية الصاعدة لمتوسط درجة الحرارة العظمى.



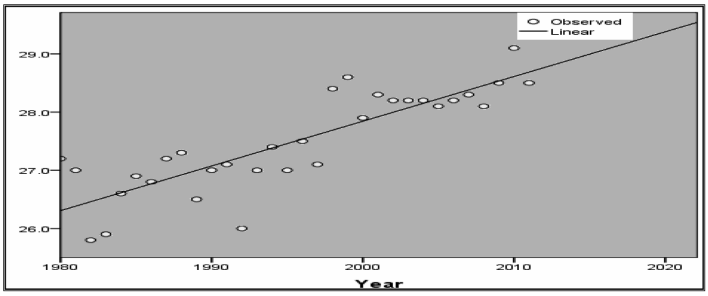
شكل (10): خط الانحدار لدرجة الحرارة العظمى لمحطة الكويت

3 – **معامل الانحدار الخطي لمتوسط درجة الحرارة للمحطات**: حلل معامل الانحدار لمتوسط درجة الحرارة السنوي للمحطات الثلاث، وكانت نتائج التحليل تمثل اتجاهاً متزايداً لمتوسط درجة الحرارة السنوية للمحطات الثلاث على نحو ما يلي:

أ – **معامل الانحدار الخطي لمتوسط درجة الحرارة لمحطة الدوحة:** أظهر تحليل معامل الانحدار الخطي اتجاهاً صاعداً لمتوسط درجة الحرارة لمحطة الدوحة بدلالة القيم الموجبة لمعامل الانحدار B، وقد بلغت (0,077)، كما بلغت نسبة التباين المفسر (R^2) (0,712)، وعلى مستوى معنوية أقل من 0,000. جدول (5)، وشكل (11).

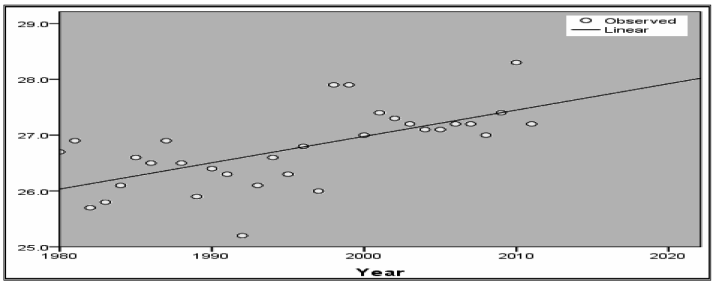
جدول (5)
نتائج معامل الانحدار الخطي لمعدل درجة الحرارة السنوية للمحطات الثلاث

المحطة	R	R^2	Adjusted R^2	B	T	Sig.
الدوحة (0)	0,884	0,712	0,702	0,077	8,611	0,000
البحرين (1)	0,643	0,414	0,395	0,047	0,643	0,000
الكويت (2)	0,677	0,589	0,572	0,062	6,518	0,000



شكل (11): خط الانحدار لمتوسط درجة الحرارة لمحطة الدوحة

ب – معامل الانحدار الخطي لمتوسط درجة الحرارة لمحطة البحرين: تمثل نتائج تحليل معامل الانحدار الخطي لمتوسط درجة الحرارة لمحطة البحرين اتجاهاً متزايداً تصاعدياً، بدلالة القيم الموجبة لمعامل الانحدار B التي بلغت (0,017)، كما بلغت نسبة التباين المفسر (R^2) (0,414) وعلى مستوى معنوية أقل من 0,000. شكل (12)، وجدول (5).

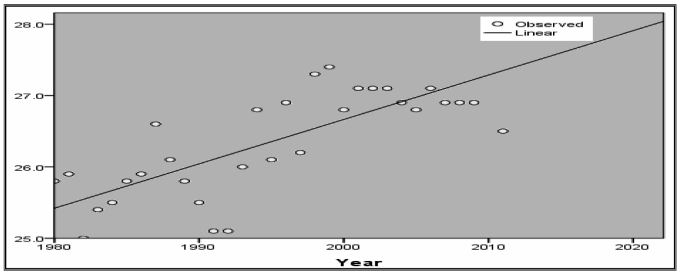


شكل (12): خط الانحدار لمتوسط درجة الحرارة لمحطة البحرين

ج – معامل الانحدار الخطي لمتوسط درجة الحرارة لمحطة الكويت:

وما يتعلق بمحطة الكويت أكد تحليل معامل الانحدار الاتجاه الصاعد لمتوسط درجة الحرارة، وبلغت قيمة معامل الانحدار (B) (0,062)، في حين بلغت نسبة التباين المفسر (R^2) (0,589) على مستوى معنوية أقل من 0,000. شكل (13)، وجدول (5). **وهذا يعني قبول الفرض الأول الذي نص على أن هناك اتجاهاً صاعداً لدرجة الحرارة الصغرى، والعظمى، والمتوسط السنوي للمحطات الثلاث.** وهذه النتيجة تتفق مع الدراسات العالمية حول هذا الموضوع على الرغم من وجود انخفاض خلال تسعينيات القرن الماضي، وقد يعلل ذلك بما شهدته مناطق عدة في

العالم من موجات الصقيع، والهطول الثلجي عامي1991 و1992. ومن الملاحظ من منحنيات الانحدار أنه على الرغم من هذه الحقيقة فإن العالم سيشهد تساقطاً للأمطار بتباين إقليمي نتيجة لظروف مناخية: منها تزايد كميات التساقط في دول الخليج العربي نتيجة لحالات عدم الاستقرار الجوي الناجم عن ارتفاع درجة حرارة المسطحات المائية المحلية، وحالات عدم الاستقرار التي ستشهدها المسطحات المائية (Chou, et al, 2010).

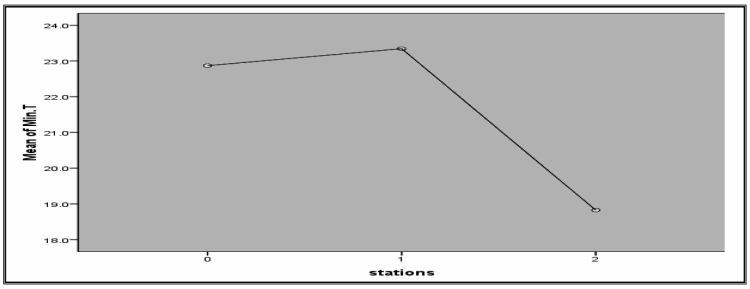


شكل (13): خط الانحدار لمتوسط درجة الحرارة لمحطة الكويت

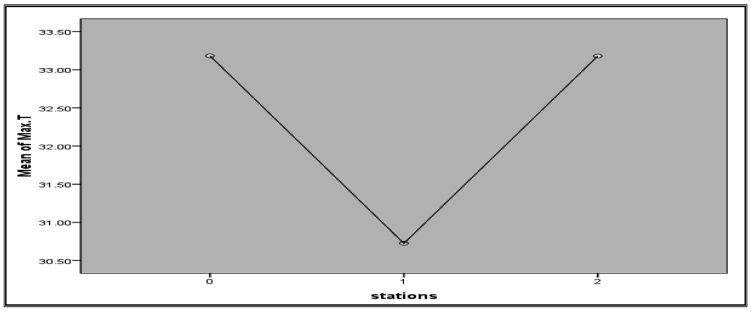
ثالثاً – نموذج تحليل التباين Analysis of Variance (One-way ANOVA):

استخدم نموذج تحليل التباين للموازنة بين المتوسطات الحسابية للمحطات الثلاث، ورمزت المحطات؛ بحيث أخذت الدوحة الرقم **صفراً**، وأخذت محطة البحرين الرقم **واحداً**، وأخذت الكويت الرقم **اثنين**. يعتمد تحليل التباين هذا على أساس تجزئة التباين الكلي إلى نوعين: الأول بين المربعات، والثاني في المربعات نفسها، وقيمة اختبار (ف) ومستوى المعنوية الخاص به (شحادة، نعمان، 2011، أ) وفيما يلي نتائج التحليل:

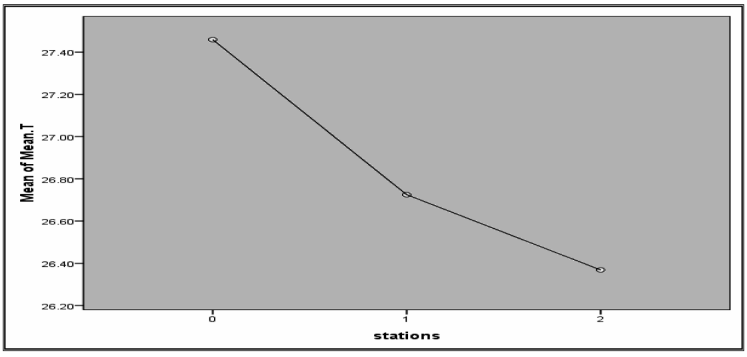
1 – نتائج تحليل التباين لدرجة الحرارة الصغرى: من أبرز نتائج تحليل التباين كما توضحها الأشكال (14–16)، والجداول (4–6) ما يلي: هناك تباين بين المحطات الثلاث فيما يتعلق بمتوسط درجة الحرارة الصغرى التي راوحت بين 18,8 لمحطة الكويت الأقل معدلاً بين المحطات و23,3 لمحطة البحرين الأكثر ارتفاعاً، وهذا التباين ذو دلالة إحصائية على مستوى معنوية 0,000.



شكل (14): المتوسطات الحسابية لمعدل درجة الحرارة الصغرى للمحطات الثلاث



شكل (15): المتوسطات الحسابية لمعدل درجة الحرارة العظمى للمحطات الثلاث



شكل (16): المتوسطات الحسابية لمعدل درجة الحرارة السنوي للمحطات الثلاث

جدول (6)
نتائج تحليل التباين لدرجة الحرارة الصغرى بين المحطات الثلاث

Descriptives

		N	Mean	Std. Deviation	Std. Error	95% Confidence Interval for Mean		Minimum	Maximum
						Lower Bound	Upper Bound		
Min.T	0	32	22.869	1.0313	.1823	22.497	23.241	21.0	24.9
	1	32	23.344	.7039	.1244	23.090	23.598	22.1	25.2
	2	32	18.825	.6839	.1209	18.578	19.072	17.6	20.3
	Total	96	21.679	2.1944	.2240	21.235	22.124	17.6	25.2
Max.T	0	32	33.1812	.72175	.12759	32.9210	33.4415	31.60	34.60
	1	32	30.7250	.88135	.15580	30.4072	31.0428	29.00	32.10
	2	32	33.1781	1.13642	.20089	32.7684	33.5878	30.00	35.30
	Total	96	32.3615	1.48256	.15131	32.0611	32.6619	29.00	35.30
Mean.T	0	32	27.4594	.88931	.15721	27.1387	27.7800	25.80	29.10
	1	32	26.7250	.74184	.13114	26.4575	26.9925	25.10	28.30
	2	32	26.3688	.78594	.13894	26.0854	26.6521	25.00	28.00
	Total	96	26.8510	.92064	.09396	26.6645	27.0376	25.00	29.10

ANOVA

		Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Min.T	Between Groups	394.631	2	197.315	292.075	.000
	Within Groups	62.828	93	.676		
	Total	457.458	95			
Max.T	Between Groups	128.544	2	64.272	74.471	.000
	Within Groups	80.263	93	.863		
	Total	208.807	95			
Mean.T	Between Groups	19.794	2	9.897	15.157	.000
	Within Groups	60.726	93	.653		
	Total	80.520	95			

2 – **نتائج تحليل التباين لدرجة الحرارة العظمى**: وفيما يتعلق بنتائج تحليل التباين بين المحطات لدرجة الحرارة العظمى فقد اتضح وجود اختلاف بين المتوسطات العظمى راوح بين 33,4 للكويت و33,1 لمحطة الدوحة و30,7 للبحرين، وهذا الاختلاف ذو دلالة إحصائية بمستوى معنوية 0,000.

3 – **نتائج تحليل التباين لمتوسط درجة الحرارة**: أما ما يتعلق بتحليل التباين لمتوسط درجة الحرارة السنوي فقد راوح بين 27,5 لمحطة الدوحة، 27 لمحطة البحرين، و26,4 لمحطة الكويت، وهذا التباين ذو دلالة إحصائية على مستوى معنوية 0,000. **وهذا يعني قبول الفرض الثاني الذي نص على وجود تباين بين المحطات الثلاث، بدلالة إحصائية.**

نتائج الدراسة:

– أظهرت منحنيات الفروقات المتجمعة نقطة تحول في متوسط درجة الحرارة الصغرى؛ فقد شهدت المحطات كافة ارتفاعاً في المنحنيات منذ نهاية تسعينيات القرن الماضي.

– فيما يتعلق بنتائج الانحدار الخطي البسيط لدرجة الحرارة الصغرى فقد أظهر وجود قيم موجبة لمعامل الانحدار، وراوحت بين 0,097 لمحطة الدوحة بمستوى معنوية 0,000، و0,042 لمحطة البحرين بمستوى معنوية 0,001، و0,046 لمحطة الكويت بمستوى معنوية 0,000. وهذا يؤكد أن الاتجاه العام لدرجة الحرارة الصغرى في ارتفاع لجميع المحطات، **وهو ما ينطبق أيضاً على نتائج تحليل الانحدار لدرجة الحرارة العظمى والمتوسط السنوي.**

– أظهر نموذج تحليل التباين بين المحطات الثلاث وجود تباين ذي دلالة إحصائية على مستوى معنوية 0,000.

– تؤكد نتائج الدراسة أن ظاهرة التغيرات المناخية على الرغم من عالميتها فإنها تتأثر بالظروف المحلية، والإقليمية.

التوصيات :

– يُعد ارتفاع متوسط درجة الحرارة الصغرى، والعظمى، والمتوسط السنوي في محطات الدراسة مشكلة يجب إيلاؤها الأهمية التي تستحق؛ من حيث تأثيرها المباشر على نشاط الإنسان، وآثارها في زيادة استهلاك الطاقة، وزيادة الطلب على الماء للاستخدامات المختلفة.

– إعادة النظر في استهلاك الوقود الأحفوري، وضرورة الانتقال إلى استخدام الطاقة البديلة.

– إجراء مزيد من الدراسات التفصيلية لعناصر المناخ المختلفة خصوصاً ما يتعلق بدرجة الحرارة والأمطار لما لهذين العنصرين من تأثير مباشر على الإنسان ومنشآته في محطات مناطق الدراسة المختلفة، فالتغيرات المناخية يرافقها أحداث متطرفة سواء أكانت موجات من الحر أم فيضانات.

المراجع :

ماجد عبدالله المنيف (1997)، البيئة العالمية والتغير المناخي وآثارها الاقتصادية، **مجلة العلوم الاجتماعية**، جامعة الملك سعود، المجلد 25، العدد 4: 57–83.

نعمان شحادة (2011أ). **التحليل الإحصائي في الجغرافية والعلوم الاجتماعية**، ط1، عمان: دار صفاء للنشر والتوزيع: 359+428، : 336–339+، 423.

نعمان شحادة (2011ب). هل يعود الطوفان، **مجلة الدوحة**،31: 11–115.

- Al Zawad, F.M. (2008). Impacts of climate change on water resources in Saudi Arabia. The 3rd International Conference on Water Resources and Arid Environments and the 1st Arab Water Forum.p1-26.p1 + 6 + 8 + 11 + 14.

Augspurger, C., (2009). Spring 2007 warmth and frost: phonology, damage and refoliation in a temperate deciduous forest, *Functional Ecology*, 23, P.1031-1039. p1031 + 1034.

Chou, C., (2010). Changes in the annual range of precipitation under global warming, *Journal of climate*, Vol, 25: 222-235.

Connell, M, G, R & Smith, R, I. (1986).Climate warming, spring budburst and frost damage on trees, *Journal of Applied Ecology*, 23, P177-191.p178.

Cohen, S., and Miller, A., (2011). Climate change. A status report on US policy, *Bulletin of the Atomic Scientists*, 68(1): 39-49.

Klimov, S. V., Burakhanova E. A., Dubinina, I. M. Alieva, G. P.. Salnikova E. B, and Trunova, T. I. (2006). Morph physiological monitoring of winter wheat in spring in the context of global climate warming, *Biology Bulletin*, Vol. 33, No. 4: 363-369. P364.

Kramer, K., (1994). A modeling analysis of the effects of climatic warming on the probability of spring frost damage to tree species in The Netherlands and Germany, Plant, *Cell and Environment* 17, P.367-377.p367.

Ramadan A., (2008). Rising temperature in Kuwait; a clear evidence of climate change, World Renewable Energy Congress (WRECX),Glasgow,UK,19-25,pp2681-2685.

Lavalle, C, Micale, F., Houston, D., Camia, A., Hiederer, R., Lazar, C., Conte, C., Amatulli, G., Genovese. (2009). Climate change in Europe. 3. Impact on agriculture and forestry. A review, Agron. Sustain. Dev. 29, P. 433-446. p434 + 436.

Lianhong GU. Paul J. Hanson, W. mac post, Dale P. Kaiser, BAL Yang. Ramakrishina N.Stephen G. Pallardy, and Meyers, T., (2008). The 2007 Eastern US Spring freeze: Increased cold damage in a warming world? *Bioscience*, Vol. 5S No. 3, p253-262.p253.

Meehl, G. A. l., Tebald C.i Nychka, D., (2004). Changes in frost days in simulations of twenty-first century climate, *Climate Dynamics*, 23:P. 495-511. p497.

Moshrik, R. H., & Abu-Allaban, M., & Al-Shayeb, A., (2009). Climate change in Jordan: A comprehensive examination approach, *American Journal of Environmental Sciences 5* (1):P. 58-68.p58 + 61.

Nicholls N, and Alexander L., (2007). Has the climate become more variable or extreme? Progress 1992-2006, Progress in Physical Geography 31(1) p. 77-87. p77.

Woldendorp, G., Michael J. H., Doran R., and Marilyn C. Ball C., (2008). Frost in a future climate: modeling interactive effects of warmer temperatures and rising atmospheric [CO2] on the incidence and severity of frost damage in a temperate evergreen (Eucalyptus pauciflora), *Global Change Biology*, 14, P. 294-308.

Yan S., &, Wu G., (2010). Trends in global warming and evolution of nucleoproteins from Influenza A Viruses since 1918, Transboundary and emerging diseases, pp404-412.

Zlatev, Z.(2010). Impact of future climatic changes on high ozone levels in European suburban areas, *Climatic Change* 101:447-483.

قدم في: إبريل 2012

أجيز في: نوفمبر 2013

Analysis of Trends Temperature, Selected Stations in Arab Gulf during the Period 1980-2011

Yusrah A. Alhusban*

The aim of this study is to analyze linear trends and variation in temperature at three meteorological stations that represent the international airports of Doha, Bahrain, and Kuwait during the period 1980-2011. Data was analyzed, using several parametric statistical techniques including Cumulative Deviation, Linear Regression, and Analysis of Variance Test (One-way ANOVA). The study aims to detect trends in temperature as:

- Studying and analysing trends in minimum, maximum, and annual temperature for the three stations, (increase/decrease).

- Analysis of variance between stations using the One-way ANOVA test.

Results of the study are:

- Linear regression trends show a significant increase in temperature for all stations.

- Analysis of Variance (One-way ANOVA) Test shows a significant deferent between stations.

Keywords: Climate change, Trends, Cumulative deviation, Linear regression, One-way ANOVA Test.

- Department of Geography, Faculty of Arts, The University of Jordan, Jordan.