

التقلبات القصيرة المده في درجة الحرارة الفعالة في مدينة الشارقة نعمان شحادة* الجامعة الاردنية

Abstract

The Purpose of this paper is to determine and analyze short period fluctuations in a four summer time series of average dally effective temperature in Sharjah. The statistical techniqe of power spectrum analysis which is based upon the use of Fourier transformation of the autocorrelation function is used. The data is composed of daily means of effective temperature (ET) for the four summers of 1977-1980. Power spectrum analysis is also computed for a four time series of daily means of dry and wet-bulb temperatures, relative humidity, and wind speed. Cross-spectrum analysis is also computed to determine the degree of association between other fluctuations and the fluctuations of (ET).

It is found that the spectras of the dry and wet-bulb temperatures are dominated by a single spectral peak representing fluctuations of two to three days. This peak which is found to be stable from one year to another explains more than 40% of the variance. Analysis of the coherence coefficient reveals a significant association between fluctuations of dry-bulb and effective temperatures. Association between (ET) fluctuations and fluctuations in either relative humidity or wind speed is generally insignificant.

ملخص

الهدف الرئيسي لهذه الدراسة هو تحديد التقلبات القصيرة المدة التي تحدث في درجة الحرارة الفعالة في مدينة الشارقة خلال فصل الصيف . وقد استخدم في تحديد تلك التقلبات أسلوب التحليل الطيفي ، الذي يقوم على استخدام سلاسل «فورير» في تجزئة أية سلسله زمنية الى مركبات ، يمثل كل مركب منها تقلباً محدداً . وتتكون البيانات التي استخدمت في هذه الدراسة من معدلات يومية لدرجة الحرارة الفعالة ، وبعض عناصر المناخ الأخرى ، خلال فصول الصيف الواقعة بين سنة ١٩٧٧ وسنة ١٩٨٠ . ولتحديد الدور الذي تلعبه التقلبات التي تطرأ على درجة الحرارة والرطوبة النسبية ، وسرعة الرياح في تقلب درجة الحرارة الفعالة ، فقد تم تحليل تقلبات تلك العناصر وتحديد درجة الارتباط بينها وبين تقلبات درجة الحرارة الفعالة . وقد تم التأكد في هذه الدراسة من وجود بعض التقلبات ذات الدلالة الإحصائية التي تتراوح مدتها بين يومين وثلاثة أيام في درجة الحرارة الفعالة وبقية عناصر المناخ الأخرى .

وبالرغم من أن أهمية تلك التقلبات تقل في الرطوبة النسبية وسرعة الرياح ، إلا أنها تفسر أكثر من ٤٠٪ من التباين اليومي في درجة الحرارة الفعالة ودرجة حرارة الهواء . وقد ظهر في هذه الدراسة ان التقلبات التي تطرأ على درجة الحرارة هي المسؤولة الرئيسية عن تقلبات درجة الحرارة الفعالة ، أما تقلبات الرطوبة النسبية وسرعة الرياح ، فإن الدور الذي تلعبه دور ثانوي .

* استاذ بكلية الآداب في قسم الجغرافيا ، دكتوراة (جغرافيا مناخية) ، جامعة انديانا ، الولايات المتحدة ، ١٩٧٣ .

التقلبات القصيرة المدة في درجة الحرارة الفعالة في مدينة الشارقة

١. أهمية الدراسة :-

إن أبرز عناصر المناخ في منطقة الخليج العربي التي تجعل الناس يشعرون بالضيق وعدم الارتياح خلال فصل الصيف هي درجة الحرارة العالية والرطوبة النسبية المرتفعة. ففضاء السماء وارتفاع زاوية سقوط أشعة الشمس تجعلان درجة الحرارة العظمى تزيد في بعض الأيام عن ٤٩°م. كما يجذب المنخفض الجوي المتمركز فوق منطقة الخليج العربي خلال فصل الصيف رياحاً شمالية إلى شمالية غربية، تمر فوق مياه الخليج الدافئة، فتنتشع بالرطوبة قبل أن تصل إلى السواحل العربية المطلة عليه^(١). أما المناطق التي يتفق فيها اتجاه الرياح مع اتجاه نسيم البحر فانها تؤدي إلى ارتفاع الرطوبة النسبية في أماكن داخلية تبعد كثيراً عن الساحل، كما هو الحال في مدينة العين التي تقع في واحة البريمي، وتبعد عن أقرب نقطة على ساحل الخليج العربي أكثر من ١٠٠ كم تقريباً.

وقد عمل الاقتران بين درجة الحرارة العالية والرطوبة النسبية المرتفعة على جعل مناخ الصيف في منطقة الخليج العربي من أسوأ أنماط المناخ في العالم وأقلها ملاءمة لراحة الإنسان ونشاطه. فقد أشارت بعض الدراسات السابقة إلى أن مناخ منطقة الخليج في الصيف أسوأ من مناخ بعض المناطق الاستوائية مثل سنغافورة التي تقع على دائرة عرض ١،٢٢° شمالاً وخط طول ١٠٣°، ٤٥' شرقاً ولا تبعد عن خط الاستواء سوى ١٢٠ كيلو متراً إلى الشمال^(٢). وبالرغم من ندرة الدراسات المناخية التي تعالج طبيعة العلاقة بين المناخ وأحاسيس الناس في منطقة الخليج العربي، فإن بعض الدراسات السابقة عالجت هذا الجانب في دولة البحرين^(٣). وقد عالجت دراسة سابقة للمؤلف بعض الخصائص العامة لدرجة الحرارة الفعالة Effective Temperature في مدينة الشارقة^(٤). حيث استخدمت درجة الحرارة الفعالة في تلك الدراسة باعتبارها قرينة تقيس مدى شعور الناس بعدم الارتياح نتيجة للمناخ المداري الحار الرطب الذي يسود في مدينة الشارقة والمناطق الساحلية الأخرى من دولة الامارات العربية المتحدة خلال فصل الصيف. ونظراً لسعة الموضوع فإن الدراسة السابقة كانت مركزة على حساب المعدلات اليومية لدرجة الحرارة الفعالة لمدة أربع سنوات متتالية (١٩٧٧-١٩٨٠)، وعلى استخلاص بعض الخصائص العامة لها ولبعض عناصر المناخ الأخرى التي تؤثر عليها مثل درجة الحرارة والرطوبة النسبية وسرعة الرياح^(٥).

١ . يعتبر المنخفض الجوي الذي يتكون فوق منطقة الخليج العربي في فصل الصيف امتداداً للمنخفض الجوي الموسمي الكبير الذي يتكون فوق منطقة جنوب آسيا.

٢ . Shehadeh, N.A., "Discomfort in Sharjah", *The Meteorological Magazine*, Vol. 113, (1984), no. 1342, pp. 114-120.

٣ . Watt, G.A., An index of comfort for Bahrain, *The Meteorological Magazine*, V.96, (1967), No. 1144, pp. 321-327.

٤ . المرجع السابق.

٥ . Shehadeh, N.A., Op. Cit.

يرجع الفضل في تطوير معيار «درجة الحرارة الفعالة» إلى الجمعية الأمريكية لمهندسي التدفئة والتكييف المركزي التي بذلت منذ سنة ١٩٤٤ جهوداً كبيرة في هذا المجال، وقد تمكنت في النهاية من وضع مقياس دقيق تستخدم فيه درجة الحرارة الفعالة في قياس مدى عدم الارتياح الذي يشعر به سكان المناطق المدارية من جراء ارتفاع درجة الحرارة والرطوبة. ويعرف المعدل اليومي لدرجة الحرارة الفعالة، بأنه «درجة الحرارة التي يجب أن يكون عليها هواء ساكن تماماً ومنتشع بالرطوبة بحيث يؤدي إلى نفس الإحساس بالضيق أو عدم الارتياح الذي يشعر به الجسم نتيجة لدرجة الحرارة والرطوبة النسبية وسرعة الرياح في ذلك اليوم». والمقياس الذي طورته الجمعية الأمريكية لمهندسي التدفئة والتكييف المركزي والذي يستخدم درجة الحرارة الفعالة في قياس طبيعة إحساس الجسم بعدم الراحة والذي تم التوصل إليه بعد إجراء العديد من التجارب المخبرية على استجابة أحاسيس الجسم للظروف الجوية في المناطق المدارية هو المقياس التالي:

أما هذه الدراسة فإنها تهدف إلى تحديد التقلبات القصيرة المدة Short Period Fluctuations في درجة الحرارة الفعالة، وتحليل العلاقة بين تلك التقلبات والتقلبات المناظرة لها في بعض عناصر المناخ الأخرى التي تؤثر على درجة الحرارة الفعالة مثل درجة الحرارة والرطوبة النسبية وسرعة الرياح^(٦).

وتكمن أهمية هذه الدراسة في معالجتها لهذا الجانب المحدد من العلاقة بين المناخ، وطبيعة أحاسيس الناس، فالقاعدة العامة في المناخ هي التقلب والتغير، وإذا كانت التقلبات المناخية في بعض المناطق واضحة بحيث يسهل تحديدها فإن بعض التقلبات الأخرى - بالرغم من أنه يظهر لها تأثير ملموس - لا تكون واضحة. والتقلب في المناخ هو الأصل، أما الرتبة والتجانس فهما الاستثناء، وإذا كانت التقلبات في المناطق المعتدلة أكثر وضوحاً منها في المناطق المدارية، فإن هذا لا يعني أن مناخ المناطق المدارية رتيب تماماً ومتجانس، فكل شخص عاش في تلك المناطق قد لاحظ أن فترات الحر والرطوبة تحدث على شكل فترات زمنية تطول أحياناً وتقصّر أحياناً أخرى. ولهذا فإن الفكرة الرومانسية التي يحملها الكثيرون عن رتبة المناخ في المناطق المدارية هي فكرة مبالغ فيها^(٧). وتشكل هذه الدراسة محاولة لتحليل طبيعة التقلبات اليومية في درجة الحرارة الفعالة وبعض عناصر المناخ الأخرى التي تؤثر عليها في مدينة الشارقة، وتحديد نسبة التباين Variance التي تساهم تلك التقلبات القصيرة المدة في تفسيره^(٨). وبما أن شدة تأثير الظروف المناخية على أحاسيس الناس بالضجر، وعدم الارتياح تظهر بشكل خاص في الصيف فقد قسمت هذه الدراسة السنة إلى فصلين: شتاء يمتد من تشرين الثاني حتى نهاية نيسان، وصيف يشمل ستة شهور، تمتد من أيار حتى نهاية تشرين الأول، واقتصرت على تحليل التقلبات التي تحدث في فصل الصيف. وقد استخدم في هذه الدراسة أسلوب إحصائي حديث، يستطيع تحليل المنحنيات، التي تمثل السلاسل الزمنية Time Series لعناصر المناخ التي تشملها هذه الدراسة إلى مركبات Components يمثل كل مركب منها تقلبات معينة ذات مدة محددة، كان يصعب التعرف على أي منها من النظرة المجردة أو التحليل البسيط للسلسلة الزمنية. ولا شك أن لنتائج هذه الدراسة، بالإضافة إلى الجانب النظري الذي يتمثل في تحديد التقلبات اليومية في درجة الحرارة الفعالة وتحليلها، فوائد عملية كثيرة في مجالات التكيف المركزي وفي التخطيط لاستهلاك المياه والكهرباء وغيرها.

مدى تحمل الجسم وتقبله للظروف الجوية	حدود درجة الحرارة الفعالة (°م)
جو لا يحتمل بسبب ارتفاع درجة الحرارة والرطوبة	أكثر من ٢٤,٤
الحد الأعلى من الاحتمال	٢٤,٤-٢٢,٩
جو مثالي	٢٢,٩-٢٠,٥
جو لا يحتمل بسبب انخفاض درجة الحرارة والرطوبة	أقل من ١٨,٩

ولمزيد من التفاصيل انظر:

Mather, H.R., *Climatology: Fundamentals and Applications*, McGraw-Hill Book Co.
Smith, K., *Principles of Applied Climatology*, John Wiley and Sons, New York, 1975, pp. 164-169.

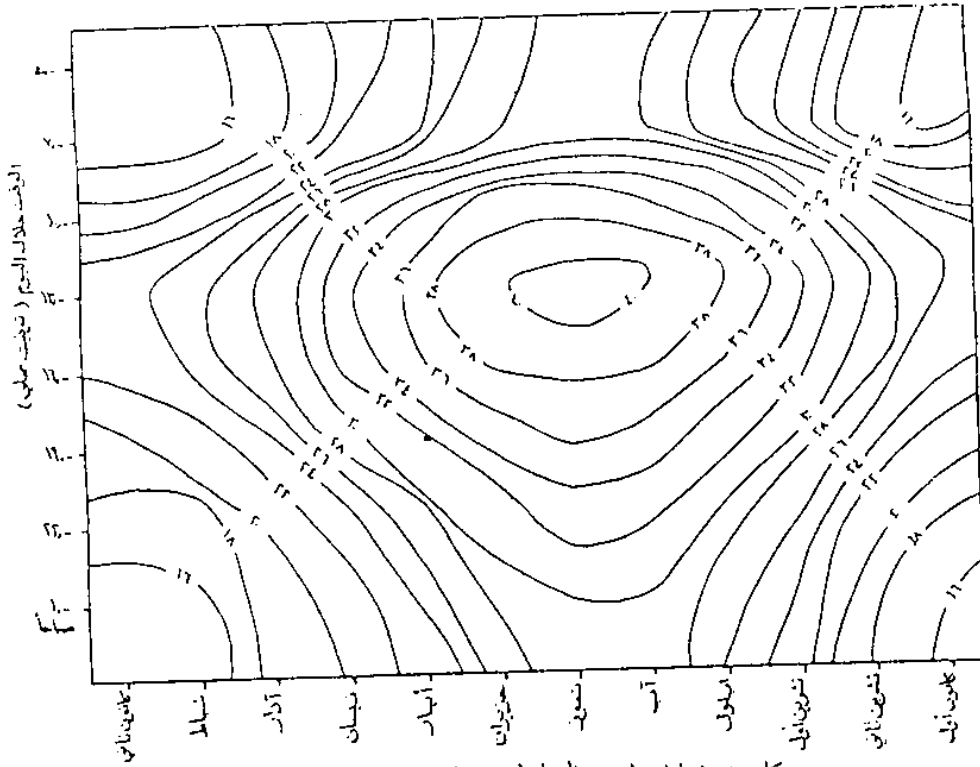
٦. المقصود بالتقلبات القصيرة المدة هي التقلبات التي تقل مدتها عن شهر واحد.
٧. انظر: - Ponts, W.B., *The humid warm tropical climate and man*, *Weather*, Vol. 23., 1968, pp. 177-180.
٨. تقع مدينة الشارقة على الساحل الجنوبي الشرقي للخليج العربي على دائرة عرض ٢٥°١٩' شمالاً وخط طول ٥١°٥٥' شرقاً. وقد اختيرت لهذه الدراسة نظراً لموقعها المتوسط بين الإمارات العربية، كما أنها تعتبر المدينة الثالثة من حيث الحجم في دولة الإمارات العربية المتحدة، ولا تبعد عن مدينة دبي سوى عشرة كيلو مترات، وتكاد تكون متصلة تماماً بمدينة عجمان. ويعتبر مناخ الشارقة ممثلاً تمثيلاً جيداً لمناخ المدن الساحلية في دولة الإمارات العربية المتحدة. يضاف إلى هذا أن البيانات المناخية اللازمة لحساب المعدلات اليومية لدرجة الحرارة الفعالة متوفرة في مطار الشارقة أكثر من غيره من الأماكن.

٢. الخصائص العامة لبعض عناصر المناخ في الشارقة:

بالرغم من أن تقديم عرض تفصيلي لخصائص المناخ في مدينة الشارقة هو أمر خارج عن نطاق هذه الدراسة: إلا أن من الضروري من أجل توضيح الهدف من هذه الدراسة وفهم نتائجها - التقديم لها بعرض موجز لبعض الخصائص العامة لعناصر المناخ الرئيسة التي لها علاقة بموضوع الدراسة وهي: -

- أ - درجة الحرارة.
- ب - الرطوبة النسبية.
- ج - الضغط الجوي والرياح.
- د - درجة حرارة الميزان الرطب.
- هـ - درجة الحرارة الفعالة.
- أ - درجة الحرارة: -

تتمتع الشارقة في فصل الشتاء بدرجة حرارة معتدلة ومناخ مريح، فالمعدل الشهري لدرجة الحرارة يتراوح بين $17,9^{\circ}\text{م}$ في كانون الثاني و $26,3^{\circ}\text{م}$ في نيسان. أما في الصيف فترتفع درجة الحرارة كثيراً ويتراوح المعدل الشهري لدرجة الحرارة العظمى بين $36,8^{\circ}\text{م}$ في تشرين الأول و $42,9^{\circ}\text{م}$ في تموز^(١). وتكون أعلى درجات الحرارة عادة في الساعة الواحدة بعد الظهر خاصة في شهر تموز (شكل ١)



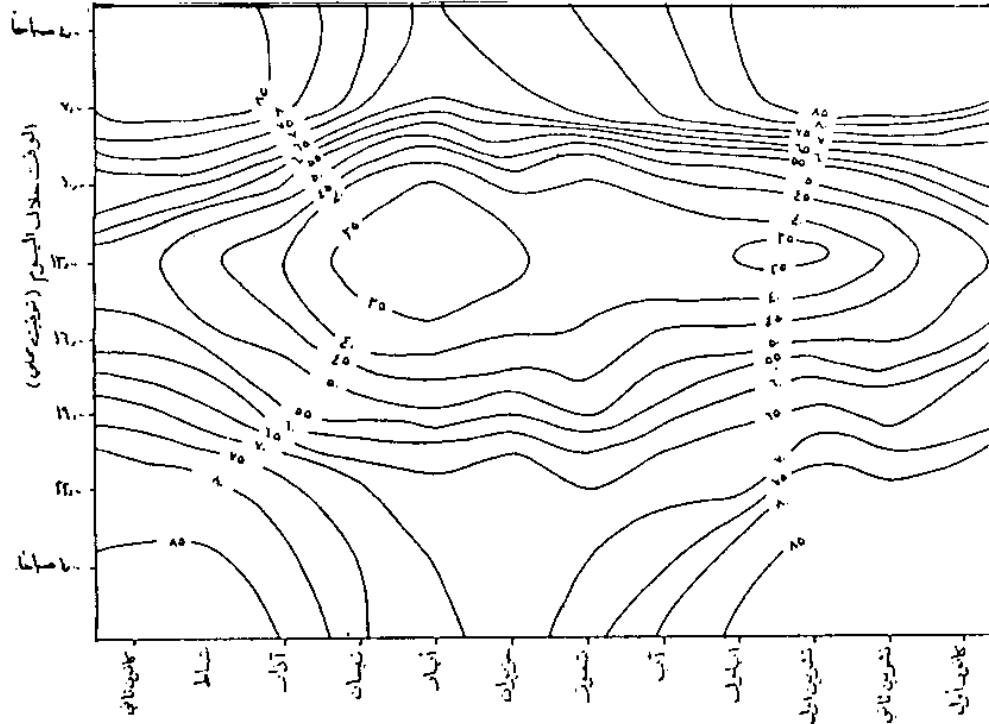
شكل - ١- المسارات اليومي والسنوي لدرجة الحرارة في مدينة الشارقة (م)
للخريطة رقم ١١٧٧ - ١١٨

٩ يساعد الموقع المداري لمدينة الشارقة (25° شمالاً و 55° شرقاً)، وصفاء سمائها في معظم أيام السنة على وفرة الاشعاع الشمسي الذي يصلها خاصة في فصل الصيف، حيث تبلغ نسبة المعدل اليومي لعدد الساعات الفعلية لسطوع الشمس 81% من طول النهار.

ويلاحظ أن أعلى درجات الحرارة تحدث عندما تتعرض المدينة في فصل الصيف إلى كتل هوائية مدارية قارية حارة جافة محملة بالغبار (CT) قادمة من الصحراء العربية في الداخل. وإذا كان وصول تلك الكتل إلى المناطق الساحلية أقل حدوثاً منه في المناطق الداخلية مثل منطقة العين فإن ذلك يرجع إلى الدور الذي يلعبه نسيم البحر في صد تلك الرياح والحيلولة دون وصولها إلى الساحل. ولكن تلك الرياح تبلغ من القوة أحياناً حداً كبيراً بحيث تجبر نسيم البحر على الانحسار، وتتسبب في ارتفاع درجة الحرارة ووصول العواصف الترابية إلى الساحل مباشرة. ويمتاز النظام العام لدرجة الحرارة بمدى حراري سنوي ويومي كبيرين، ويبلغ المدى السنوي $16,6^{\circ}\text{C}$ ويتراوح المدى اليومي بين 12°C في كانون الثاني و $17,7^{\circ}\text{C}$ في أيار.

ب - الرطوبة النسبية :

بالرغم من وقوع الشارقة ضمن اقليم المناخ المداري الجاف الحار (BWh)، حيث يؤدي هبوط الكتل الهوائية إلى استقرار الهواء وجفافه وارتفاع درجة حرارته، فإن موقعها على الساحل الجنوبي الشرقي للخليج العربي وارتفاع الرطوبة النسبية في الطبقات السفلى من الرياح الشمالية الغربية السائدة أثناء مرورها فوق مياه الخليج الدافئة يؤدي إلى ارتفاع الرطوبة النسبية في المدينة سواء في فصل الصيف أو الشتاء^(١)، فالمعدل الشهري للرطوبة النسبية في فصل الصيف يبلغ 58% ويتراوح بين 49% في أيار و 64% في ايلول. وقد ساعد ارتفاع درجة الحرارة والرطوبة النسبية على جعل مناخ الصيف سيئاً جداً، ويدعو إلى الشعور بالضيق وعدم الارتياح. أما في الشتاء، فإن المعدل الشهري للرطوبة النسبية يبلغ 66% ويتراوح بين 54% في نيسان و 73% في كل من كانون الأول وكانون الثاني. وإذا كان السكان لا يشعرون بارتفاع الرطوبة النسبية في فصل الشتاء، فإن ذلك راجع إلى الانخفاض الملموس في درجة الحرارة خلال ذلك الفصل. ويبين الشكل (٢) الخصائص العامة للمسارين اليومي والفصلي للرطوبة النسبية في مدينة



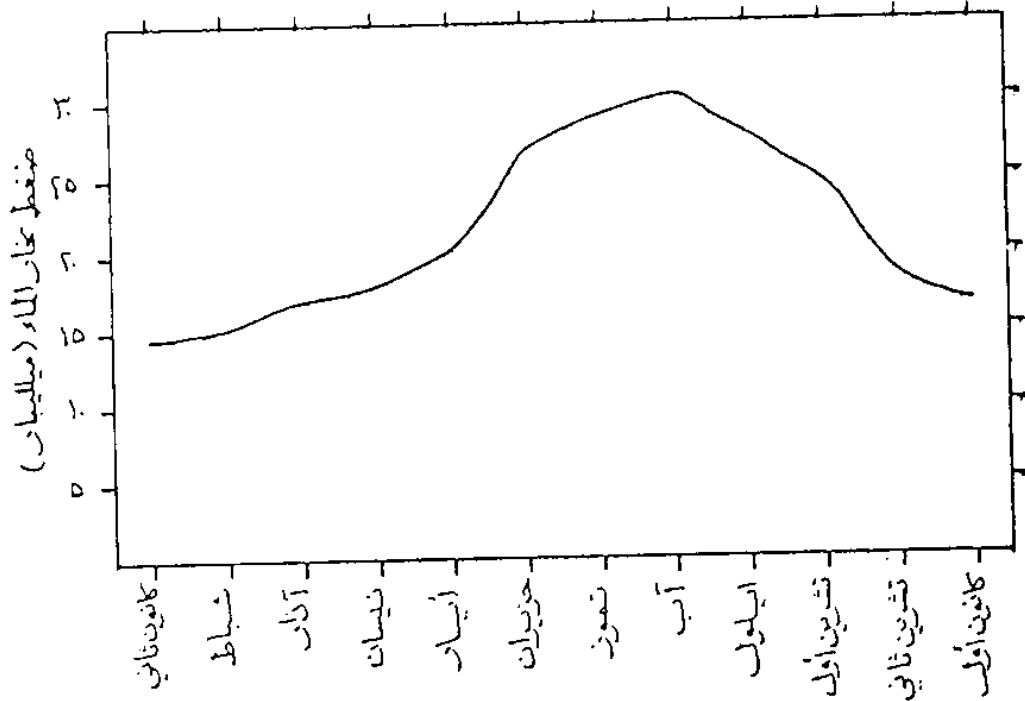
شكل ٢- للمسارن اليومي والفصلي للرطوبة النسبية في مدينة الشارقة
للسنة الرسمية ١٩٧٧ - ١٩٨٠

١٠ . الخليج العربي مسطح مائي صغير لا تزيد مساحته الكلية عن $239,000$ كم^٢. وهو مسطح ضحل لا يزيد متوسط عمق مياهه عن 100 كم وترتفع درجة حرارة مياهه السطحية في الصيف حتى 32°C - 35°C . ولزيد من التفصيلات انظر د. محمد متولي، حوض الخليج العربي، مكتبة الانجلو المصرية، القاهرة، ١٩٧٨، ج ١، ص ٦٤-٧٣.

التقلبات القصيرة المدى في درجة الحرارة الفعالة في مدينة الشارقة

الشارقة. وإذا كانت الصفة العامة للمناخ هي ارتفاع الرطوبة النسبية فإنها تبلغ في بعض الفترات القصيرة، التي تصل فيها كتل مدارية حارة جافة جداً متدنياً جداً.

وبالرغم من زيادة معدل الرطوبة النسبية في الشتاء عنه في الصيف، إلا أن كمية بخار الماء الموجودة في الجو خلال الصيف أكثر منها في الشتاء. ويرجع ذلك إلى ارتفاع معدلات التبخر في الصيف كثيراً. فالمعدل الشهري لضغط بخار الماء الفعلي في أشهر الصيف يبلغ ٢٦,٤ ميلليبار ويتراوح بين ٢٠,٣ في أيار و ٣٠,١ في آب (شكل ٣).



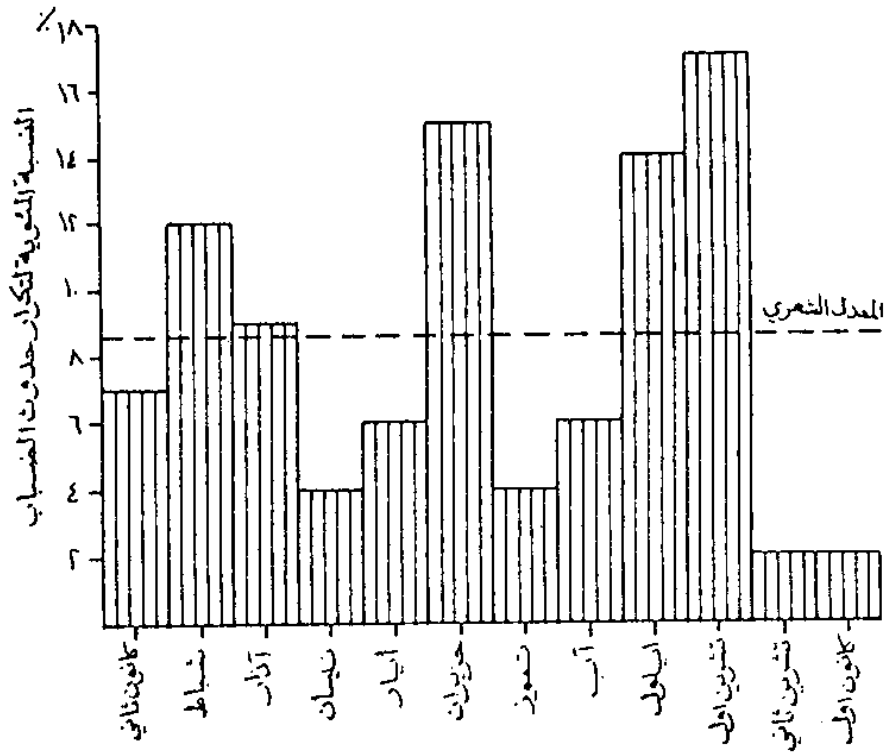
شكل ٣- المعدل الشهري لضغط بخار الماء الفعلي (e_a)

للفترة الزمنية ١٩٧٧ - ١٩٨٠

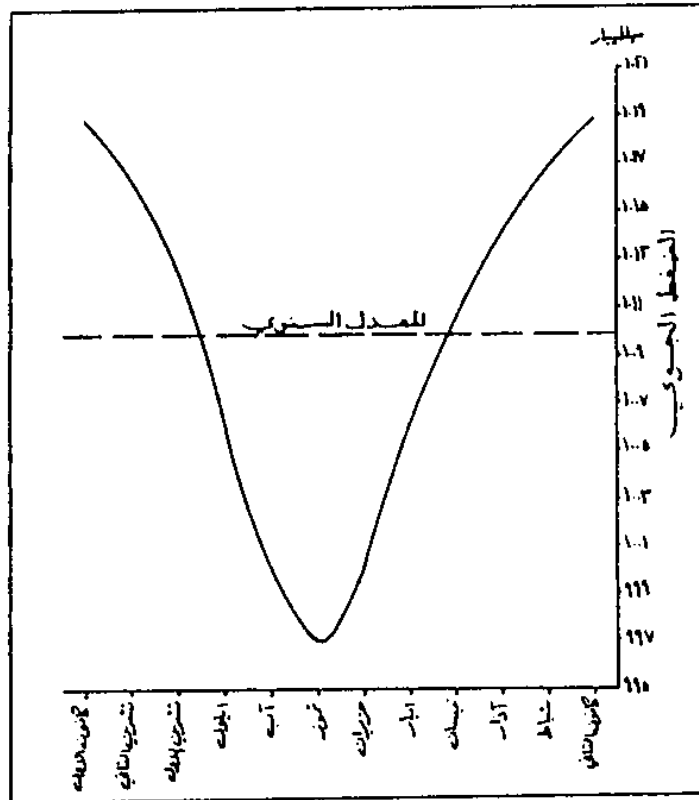
أما في الشتاء، فإن المعدل الشهري لضغط بخار الماء لا يزيد عن ١٦,٧ ميلليبار. وترجع الزيادة في معدل الرطوبة النسبية خلال فصل الشتاء إلى انخفاض درجة الحرارة وليس إلى زيادة كمية بخار الماء في الجو. وقد أدت زيادة الرطوبة النسبية وارتفاع نسبة بخار الماء في الجو إلى كثرة حدوث الضباب في أيلول وتشيرين الأول (شكل ٤).

ج - الضغط الجوي والرياح :-

تقع منطقة الخليج العربي في فصل الشتاء عند الطرف الجنوبي الغربي للمرتفع الجوي الكبير الذي يتمركز خلال ذلك الفصل في أواسط آسيا، ويمتد منه ذراع ضخم فوق الهضبة الإيرانية وهضبة الأناضول. ولهذا فإن الضغط الجوي في الشارقة يكون في فصل الشتاء مرتفعاً، والرياح السائدة شمالية إلى شمالية غربية. أما في فصل الصيف فإن المرتفع الجوي الآسيوي ينحسر شمالاً، ويتكون مركز كبير للضغط الجوي المنخفض فوق جنوبي آسيا. ويمتد من ذلك المنخفض ذراع ضخم فوق منطقة الخليج العربي، ولهذا فإن الضغط الجوي يكون في الشارقة خلال فصل الصيف منخفضاً، والرياح السائدة شمالية إلى شمالية غربية (شكل ٥).



شكل - ع - النسبة المئوية لعدد مرات حدوث الضباب في مدينة الشارقة للفترة الزمنية ١٩٧٧ - ١٩٨٠



شكل - ه - المدى الشهري للضغط الجوي في مدينة الشارقة لسنة ١٩٧٧ - ١٩٨٠

التقلبات القصيرة المدة في درجة الحرارة الفعالة في مدينة الشارقة

ونظراً لمرور تلك الرياح، قبل أن تصل إلى مدينة الشارقة، فوق مياه الخليج الدافئة فإنها تنتشع بالرطوبة، وتصبح مصدراً رئيسياً من مصادر الضيق والانزعاج الذي يشعر به سكان تلك المدينة خلال فصل الصيف. وبالإضافة إلى الرياح الشمالية فإن المدينة تتعرض أيضاً إلى هبوب رياح جنوبية شرقية، وهي رياح قارية نهب من الصحراء العربية في الداخل فتكون حارة جافة ومحملة بالغبار والرمال. وتسبب إحساساً إضافياً بالضيق عند السكان. وبالرغم من ذلك فإن الموقع الساحلي المميز لمدينة الشارقة، حيث يتفق اتجاه نسيم البحر مع اتجاه الرياح الشمالية الغربية السائد يحدّ من عدد العواصف الرملية التي تتعرض لها المدينة، خاصة خلال النهار عندما يكون نسيم البحر قوياً. وتبدو هذه الميزة التي تتمتع بها مدينة الشارقة واضحة في الجدول (١) التالي الذي يبين عدد الأيام التي حدثت بها عواصف رملية خلال مدة الدراسة كلها (١٩٧٧ - ١٩٨٠).

جدول (١) مجموع عدد الأيام التي تعرضت فيها الشارقة إلى عواصف ترابية وانخفاض فيها مدى الرؤيا إلى أقل من ١٠٠ متر خلال مدة الدراسة (١٩٧٧ - ١٩٨٠).

الشهر	ك	ش	ذ	ن	ي	ح	ت	ا	ب	ل	ت	ث	ر	ك، المجموع
عدد العواصف	٣	٢	٧	١	١	١	٢	٢	١	٢	١	٢	١	١٩

ومن العوامل التي تساعد على تلطيف درجة الحرارة في الليل وفي ساعات الصباح الأولى الرياح الهابضة Katabatic Winds التي تهبط من سلاسل جبال عمان في الجنوب الشرقي، وتهب على شكل نسيم برقوي باتجاه الساحل مما يؤدي إلى تلطيف درجة الحرارة وخفض الرطوبة النسبية. وكما يبدو واضحاً في الشكل (٦) التالي، فإن سرعة الرياح تزيد في الأشهر الأربعة الأولى من الصيف (نيسان - تموز) عن بقية الأشهر الأخرى. ولعل السبب في ذلك هو الزيادة الكبيرة التي تطرأ على قوة نسيم البحر بفعل الارتفاع الكبير الذي يطرأ على درجة حرارة اليابس خلال الصيف. أما في الشتاء فإن انخفاض درجة حرارة اليابسة تفوق الانخفاض الذي يطرأ على درجة حرارة مياه الخليج، فتخف قوة نسيم البحر. ويبلغ معدل سرعة الرياح في أشهر الشتاء الحقيقية (كانون الأول - شباط) ٧,٧٦ عقدة، بينما تصل في أشهر الصيف إلى أكثر من ٨,٨ عقدة.

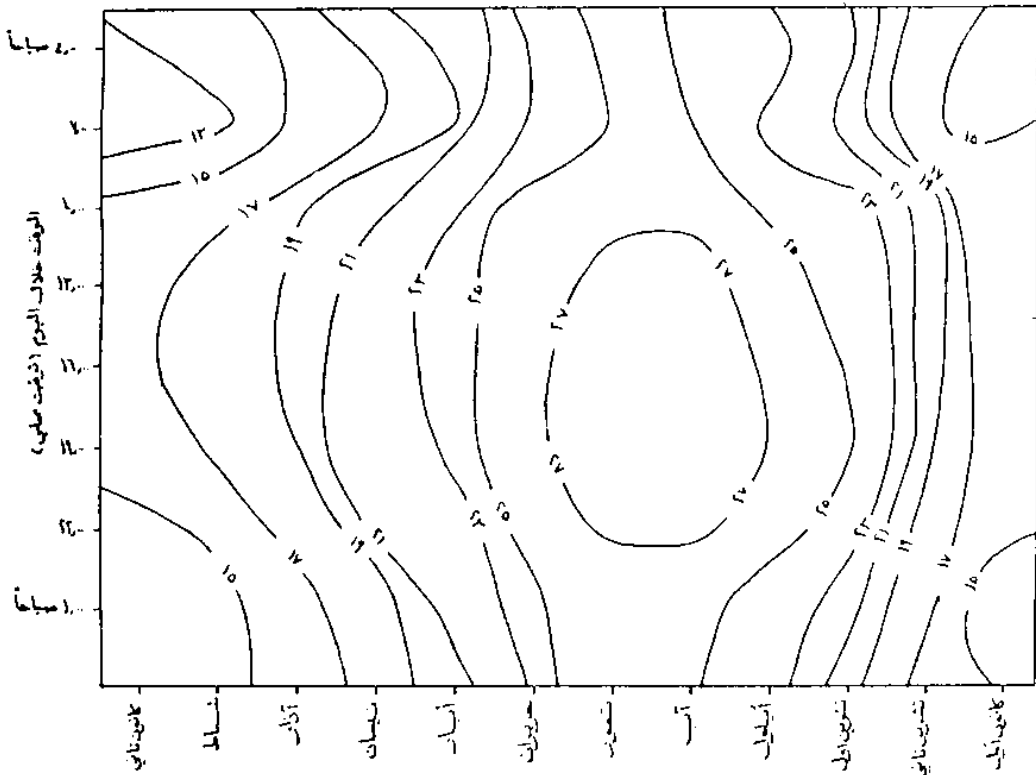
ج. درجة حرارة الميزان الرطب :-

استخدمت درجة حرارة الميزان الرطب من قبل كثير من الباحثين لقياس مدى عدم الارتياح الذي يمكن أن يشعر به سكان المناطق المدارية من جراء الارتفاع في درجة الحرارة والرطوبة النسبية. وقد أشارت معظم تلك الدراسات إلى أن الإنسان يبدأ في الشعور بالضيق، وعدم الارتياح عندما تصل درجة حرارة الميزان الرطب إلى ٢٥°م. وقد تبين أيضاً أن الفرق في درجة الحرارة بين الحرارة الفعالة ودرجة حرارة الميزان الرطب يتلاشى تقريباً بعد أن تصل درجة حرارة الميزان الرطب إلى ٢٨°م. وكما عدو من تحليل المعدلات الشهرية لدرجة حرارة الميزان الرطب (شكل ٧)، فإن الفترة الرئيسية التي يشعر الناس فيها بعدم الارتياح تمتد من بداية حزيران، وتستمر حتى نهاية أيلول. والواقع أن الفترة التي يشعر الناس فيها بالضيق خلال النهار خاصة في فترة ما بعد الظهر تمتد - كما هو واضح في الشكل (٧) - من الثلث الأول من شهر أيار وتستمر حتى منتصف تشرين الأول.

١١. Jauregui, E. & Soto, C., "Wet-bulb temperature and discomfort index distribution," *Int. J. Biometeor.* Vol. 11, (1967), No.1, pp. 21-28.
Landsberg, H.E., *The Assessment of Human Bioclimate, A Limited Review of Physical Parameters, Technical Note No. 123, WMO -No. 331, (1973), World Meteorological Organization, Geneva.*

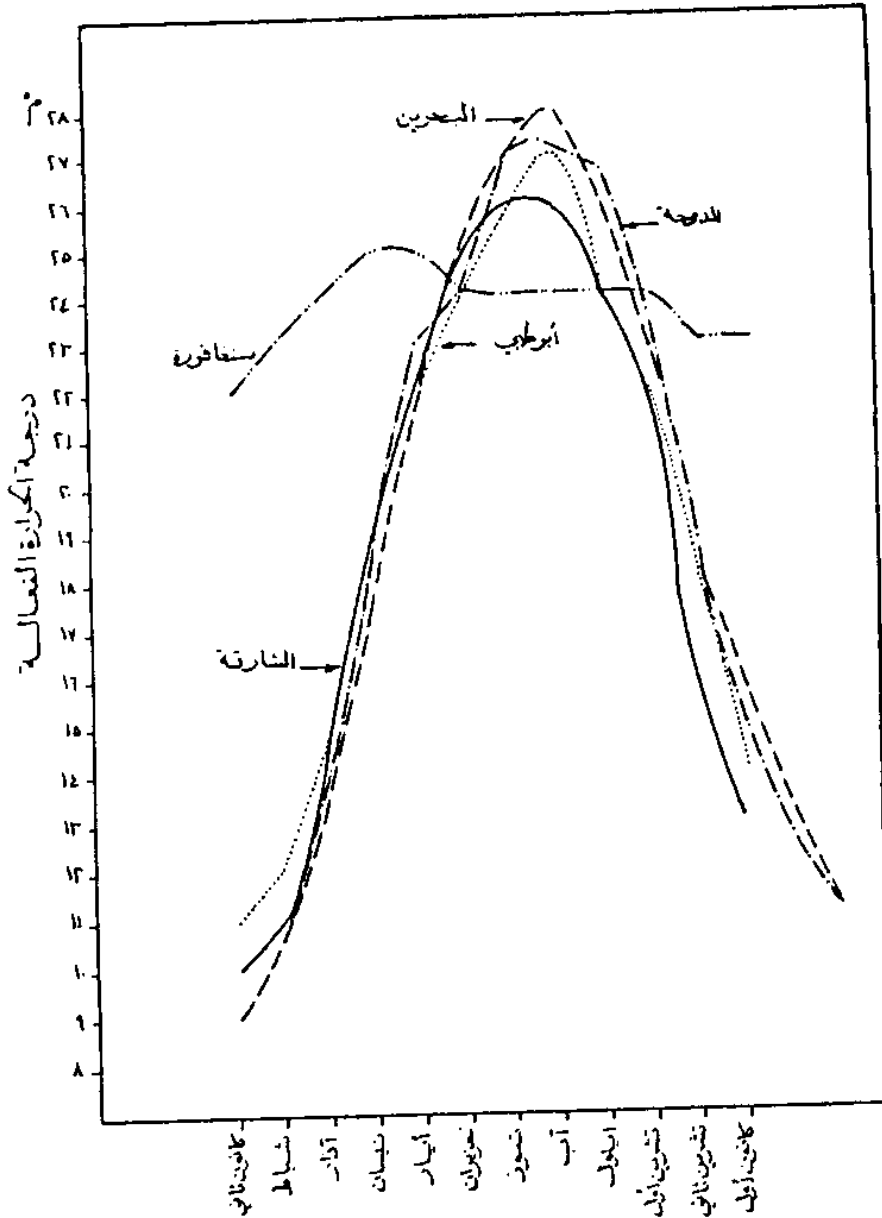


شكل - ٦- المعدل الشهري لسرعة الرياح في مدينة الشارقة
للفترة الزمنية ١٩٧٧ - ١٩٨٠



شكل - ٧- المسارات اليومي والعملي لدرجة حرارة الميزان الرطب في مدينة الشارقة (م)
للفترة الزمنية ١٩٧٧ - ١٩٨٠

يبين الشكل (٨) التالي المعدل الشهري لدرجة الحرارة الفعالة في مدينة الشارقة وفي عدد آخر من المدن الخليجية القريبة منها وفي مدينة سنغافورة^(١٢) وأبرز النتائج التي يمكن استخلاصها من ذلك الشكل هي :-



شكل - ٨ - المعدل الشهري لدرجة الحرارة الفعالة في مدينة الشارقة وبعض المدن الأخرى للفترة الزمنية ١١٧٧ - ١١٨٠

١٢ . لقد تم حساب درجة الحرارة الفعالة لكل من الشارقة وأبو ظبي والدوحة من قبل المؤلف والقصد من ذلك هو تمثيل منطقة واسعة من جنوبي منطقة الخليج العربي، ومقارنة الخصائص العامة للمناخ في مدينة الشارقة مع تلك المدن الخليجية التي تشاركها في الخصائص العامة لمناخها السيء. أما البيانات الخاصة بالبحرين فمأخوذة عن Watt, G.A., Op. Cit. P. 322 وقد أضيفت سنغافورة الى الشكل بقصد الموازنة معها باعتبارها محطة استوائية، يعتبر مناخها من أسوأ أنواع المناخ في العالم. والمرجع الذي أخذت عنه البيانات الخاصة بسنغافورة هو المرجع السابق ص ٣٢٨.

- ١ . مناخ الصيف في منطقة الخليج العربي أسوأ منه في المنطقة الاستوائية بكثير، فبالرغم من ارتفاع المعدل الشهري لدرجة الحرارة الفعالة طوال العام في مدينة سنغافورة، إلا أن المدى السنوي، قليل، ولا يزيد المعدل الشهري في أسوأ الشهور عن ٢٥م°. أما في منطقة الخليج العربي فإن المعدل الشهري لدرجة الحرارة الفعالة يصل في بعض الشهور إلى ٢٨م° كما في جدول (٢) التالي.
- ٢ . يقابل الصيف السيء في منطقة الخليج شتاء لطيف تلائم فيه الظروف المناخية راحة الانسان ملائمة ممتازة. أما في المنطقة الاستوائية فإن المعدل الشهري لدرجة الحرارة الفعالة يبقى مرتفعاً.
- ٣ . مناخ الصيف في الشارقة أفضل بقليل منه في بعض المدن الأخرى القريبة التي تقع على الساحل الجنوبي للخليج العربي، مثل أبو ظبي والبحرين والدوحة وغيرها. ولعل السبب في ذلك هو عوامل محلية خاصة بكل من تلك المدن، فالبحرين جزيرة تقع في وسط الخليج، أما قطر فشبه جزيرة تقع في داخل مياه الخليج، بينما تقع مدينة أبو ظبي على جزيرة مثلثة الشكل تقدر مساحتها بحوالي ١٣٢كم^٢.

جدول (٢) المعدل الشهري لدرجة الحرارة الفعالة في بعض المدن الخليجية^(١٣)

المعدل الشهري لدرجة الحرارة الفعالة (م°)											المدينة		
ك ^١	ت ^٢	ت ^١	ل	ا	ب	ت	ح	ى	ن	ذ	ش	ك ^٢	
١٣	١٦	٢٢	٢٤	٢٦	٢٦	٢٦	٢٥	٢٢	١٩	١٥	١١	١٠	الشارقة
١٤	١٨	٢٢	٢٥	٢٧	٢٦	٢٦	٢٤	٢٢	١٩	١٥	١٢	١١	ابو ظبي
١١	١٨	٢٢	٢٦	٢٨	٢٧	٢٧	٢٥	٢٢	١٨	١٤	١١	٩	البحرين
١١	١٧,٧	٢٢	٢٦,٧	٢٧	٢٧	٢٧	٢٤	٢٣	١٩	١٤	١١	١٠	الدوحة
٢٣	٢٣	٢٢	٢٤	٢٤	٢٤	٢٤	٢٤	٢٥	٢٥	٢٤	٢٣	٢٢	سنغافورة

ويبين الشكل (٩) التالي المسار السنوي لقرينة ثوم للانزعاج من الظروف المناخية في مدينة الشارقة^(١٤). وأهم النتائج التي يمكن استخلاصها من هذا الشكل هي: -

١٣ . الجدول من عمل المؤلف باستثناء البيانات الخاصة بالبحرين وسنغافورة مأخوذة من Watt, G.P., Op. cit., p. 322 & 328

١٤ . تشكل قرينة ثوم Thom أو قرينة الحرارة والرطوبة كما تعرف أحياناً معياراً بسيطاً طوره عالم الأرصاد الامريكى الشهير E.C.Thom سنة ١٩٥٩ لقياس مدى عدم الارتياح الذي يشعر به السكان في بعض جهات الولايات المتحدة خلال فصل الصيف. ويمكن حساب قرينة ثوم وفقاً للمعادلتين التاليتين: -

$$1. \text{THI} = .04 (T + T_d) + 15$$

$$2. \text{THI} = T - .55(1 - .01RH) (T - 58)$$

حيث أن الرموز المستخدمة في هاتين المعادلتين تمثل: -

THI = قرينة ثوم للانزعاج.

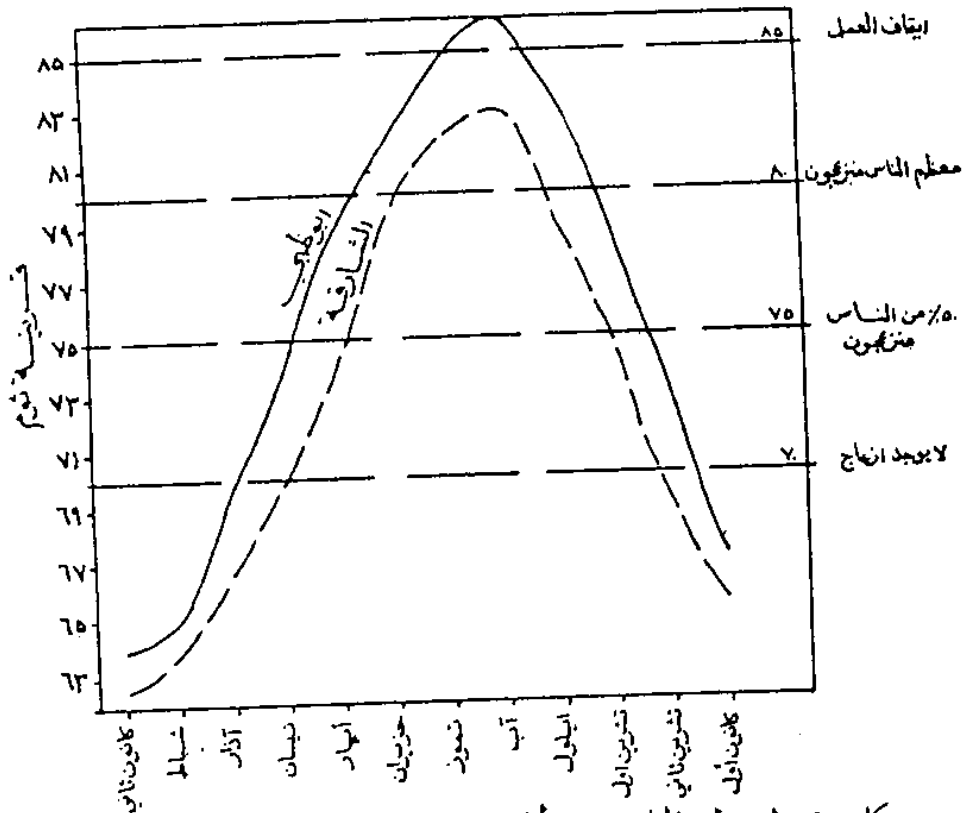
T = درجة حرارة الميزان الجاف.

Td = درجة حرارة الميزان الرطب.

RH = الرطوبة النسبية.

التقلبات القصيرة المدة في درجة الحرارة الفعالة في مدينة الشارقة

- ١ . لا يوجد انزعاج يذكر من حالة الجو في أشهر الشتاء.
- ٢ . يبدأ بعض الناس بالشعور بالانزعاج وعدم الراحة منذ بداية أيار وتستمر فترة الانزعاج حتى نهاية تشرين الأول. ولكن نسبة من يشعرون بعدم الراحة تزداد مع تقدم الصيف، ففي الوقت الذي لا تزيد نسبة المنزعجين في أيار وتشرين الأول عن ٥٠٪ من السكان فانها ترتفع الى ٧٥٪ في حزيران وأيلول، وتزيد عن ٨٠٪ في شهري تموز وآب.
- ٣ . إن المناخ في مدينة أبو ظبي أسوأ من مناخ الشارقة، إذ يشعر أكثر من ٥٠٪ من السكان بالضيق وعدم الارتياح منذ منتصف شهر نيسان ويبقى معظم الناس منزعجين منذ بداية حزيران وحتى نهاية شهر ايلول. وتصل الأمور حداً كبيراً من سوء في شهري تموز وآب، بحيث يصبح من الضروري للتوقف عن الأعمال اليدوية وإلا فإن جسم العامل يصبح معرضاً للإصابة بضربة شمس أو غيرها من الامراض الناتجة عن الحر الشديد.



شكل - ٩ - المعدل الشهري لقرينة ثوم في مدينتي الشارقة وأبو ظبي
للمترة الزمنية ١٩٧٧ - ١٩٨٠

وقد وضع ثوم المقياس التالي لتوضيح العلاقة بين قرينته واحاسيس الناس :-
قرينة ثوم طبيعة أحاسيس الناس

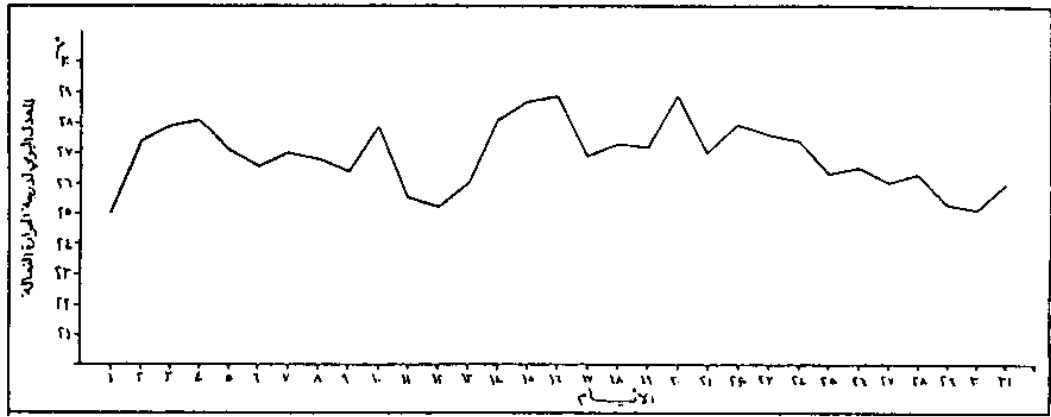
أقل من ٧٠	لا يوجد أي انزعاج أو عدم ارتياح
أقل من ٧٥	٥٠٪ من الناس يشعرون بعدم الارتياح
أقل من ٨٠	معظم الناس منزعجون
٨٥ فأكثر	يجب ان يتوقف العمل.

وقد حسبت في هذه الدراسة - قرينة لكل يوم من أيام الصيف خلال السنوات الأربع التي تشملها الدراسة. ولمزيد من التفصيلات عن قرينة ثوم انظر:

Thome, C.E. "The discomfort index," *Weatherwise*, V. 12, (1959), pp. 57-60.

٣. البيانات المستخدمة في الدراسة :-

استخدم في تحليل التقلبات قصيرة المدة في درجة الحرارة الفعالة المعدلات اليومية لدرجة الحرارة الفعالة خلال المدة الواقعة بين سنة ١٩٧٧ و سنة ١٩٨٠ (شكل ١٠) التالي. وقد استخدمت أيضاً - وللفترة الزمنية نفسها - المعدلات اليومية لكل من درجة الحرارة والرطوبة النسبية وسرعة الرياح، وذلك لتحليل العلاقة بين التقلبات في درجة الحرارة الفعالة والتقلبات في تلك العناصر. وقد استخدم في تحليل بعض الخصائص الرئيسية للمناخ في مدينة الشارقة بيانات يومية عن عناصر مناخية أخرى هي، درجة حرارة الميزان الرطب وضغط بخار الماء الفعلي والضباب، وعدد الساعات الفعلية لسطوع الشمس. وقد استخدمت أيضاً بيانات مناخية يتم جمعها كل ثلاث ساعات عن العناصر المناخية التالية، درجة حرارة الميزان الرطب، ودرجة حرارة الهواء والرطوبة النسبية. وجميع البيانات المستخدمة في هذه الدراسة هي بيانات غير منشورة، ولكنها متوفرة في مكتب الأرصاد الجوية الموجودة في مطار الشارقة الدولي^(١٥). وقد تم جمع كل البيانات والتأكد من تجانسها من قبل المؤلف ومجموعة من العاملين في مكتب الارصاد الجوية بمطار الشارقة.



شكل ١. - تخرج من المعدل اليومي لدرجة الحرارة الشهرية لشرارة عام ١٩٧٧م في مدينة الشارقة (٢٠٠٠م)

منهجية البحث :-

يستخدم هذا البحث أسلوب التحليل الطيفي Spectral Analysis لتحديد التقلبات القصيرة المده في عناصر المناخ التي تشملها هذه الدراسة. والتحليل الطيفي وسيلة من وسائل الإحصاء المتقدم تقوم على استخدام سلاسل فوريير Fourier Series في تحليل التباين Analysis of Variance، الموجود في أية سلسلة زمنية إلى أجزاء متفاوتة، ويفسر كل جزء منها مركباً معيناً يمثل تقلباً ذا مدة زمنية محددة^(١٦). وقد استخدم

١٥ . لا يوجد في دولة الامارات العربية المتحدة دائرة موحدة للأرصاد الجوية ولهذا فإن مكاتب الأرصاد الجوية توجد في المطارات والموانئ وغيرها ويعمل كل منها وحده دون ارتباط بالمكاتب الأخرى.

١٦ . يمكن تشبيه أسلوب التحليل الطيفي بالانحدار المتعدد Multiple Regression، حيث يساهم عدد من المتغيرات في تفسير نسب متفاوتة من التباين في متغير تابع. والاختلاف الرئيسي بين تجزئة التباين في التحليل الطيفي، وتجزئة التباين في الانحدار المتعدد هو أن المتغيرات التي تفسر التباين في التحليل الطيفي هي تقلبات ذات مدد زمنية مختلفة. وكما هو الحال في الانحدار المتعدد حيث تختلف أهمية أي متغير تبعاً لنسبة التباين التي يفسرها، فإن أهمية أي من التقلبات تقاس في التحليل الطيفي بنسبة التباين التي يفسرها. وبما أن تجزئة التباين بين تلك التقلبات يتم باستخدام سلاسل فوريير، فإن تلك التقلبات تمثل توابع متعامدة مستقلة Independent Orthogonal Functions مما يجعل مشكلة التداخل بين المتغيرات Multicollinearity، والتي تمثل مشكلة كبرى في استخدام وسائل الانحدار المتعدد في الدراسات الإنسانية، غير واردة.

التقلبات القصيرة المدة في درجة الحرارة الفعالة في مدينة الشارقة

أسلوب التحليل الطيفي في الدراسات المناخية لتحليل التقلبات أو الدورات غير المنتظمة Periodic Fluctuations التي توجد في بعض البيانات المناخية^(١٧). وتتكون كل سلسلة زمنية من اتجاه عام General Trend، ومجموعات من التقلبات ذات الأطوال المختلفة^(١٨). وإذا كان بعض التقلبات المناخية يمثل دورات منتظمة Cycles مثل الدورات اليومية والفصلية في معظم عناصر المناخ المرتبطة بدورتي الأرض حول محورها وحول الشمس، فإن معظم تلك التقلبات غير منتظمة الحدوث، ولكن احتمال حدوث بعضها في فترات زمنية محددة أكثر من احتمال حدوثها في فترات زمنية أخرى^(١٩).

يضاف إلى هذا أن مدة تلك التقلبات ومداهما Amplitude غير ثابتين في الغالب، بل يعتريهما قدر من التباين. وكلما كان ذلك التباين أقل كانت تلك التقلبات أكثر انتظاماً، وأكبر نفعاً في مجالات التنبؤ والتحليل. ويمتاز أسلوب التحليل الطيفي عن الأسلوب التقليدي للتحليل الهارموني Harmonic Analysis في معالجته للتقديرات الطيفية Spectral Estimates باعتبارها تمثل متغيراً متصلًا Continuous Variable. ولهذا فإنه يمثل نموذجاً إحصائياً متطوراً يصلح لدراسة وتحليل التقلبات المنتظمة وغير المنتظمة على حد سواء. أما التحليل الهارموني فإنه يجرى المنحنى الطيفي إلى تقديرات طيفية منفصلة Discrete، وبالتالي فإنه لا يصلح إلا لتحديد الدورات المنتظمة ذات المدة المعروفة التي تتفق مدة كل منها مع مدة الهارمون المستخدم في التحليل (شكل ١٢).

وإذا كانت السنوات الأخيرة قد شهدت تنوعاً كبيراً في الصيغ التي تطبق بها وسائل التحليل الطيفي، فإن الصيغة التي استخدمت في هذه الدراسة هي الصيغة الشائعة التي طورها توكي Tukey، والتي تقوم

١٧ . استخدمت وسائل التحليل الطيفي بكثرة في دراسات المناخ التفصيلي التي تبحث في التقلبات المجهرية Microfluctuations التي تبلغ مدة بعضها عدة ثوان أو دقائق. أما استخدام وسائل التحليل الطيفي في الدراسات المناخية التي تلجج سلاسل زمنية طويلة فقد جاء متأخراً، انظر: -

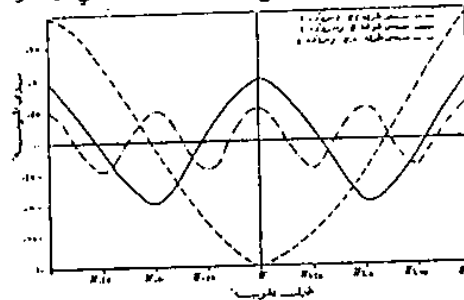
Panofsky, H.A., *Some Applications of Statistics to Meteorology*, University Park, Pennsylvania, 1968, pp. 140-161.

Rayner, J.N., *An Introduction to Spectral Analysis*, Plon Limited, London, 1971, pp. 1-11.

Muller, F.B., "Notes on meteorological applications of power spectrum analysis", *Meso-Meteorology and Short-Range Forecasting, Report No. 1*.

١٨ . يستخدم في تمثيل التقلبات المناخية عند استعمال وسائل التحليل الطيفي منحنى جيب تمام Cosine Curve ذو أطوال مختلفة. ويتناسب مدى كل منحنى مع نسبة التباين التي يفسرها (انظر شكل ١١).

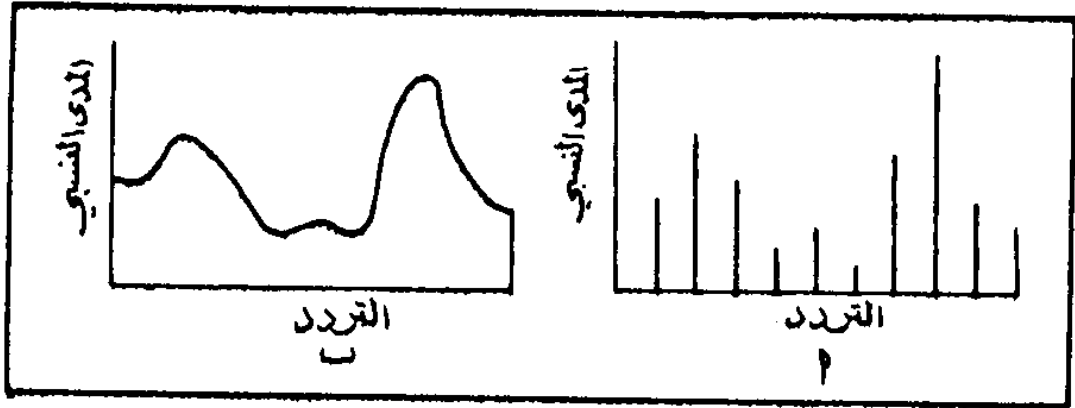
شكل ١١- منحنيات جيب تمام ذات الأطوال مختلفة



١٩ . فشلت العديد من الدراسات المناخية التي كانت تسعى إلى الكشف عن دورات منتظمة Cycles في عناصر المناخ، فشلاً ذريعاً. ولعل السبب في فشلها هو أن الغلاف الجوي نظام مفتوح، تتأثر العمليات الجوية التي تحدث فيه بالكثير من المتغيرات المتداخلة Interrelated Variables التي تؤثر عليها. يضاف إلى هذا أن العلاقات المتبادلة بين تلك المتغيرات هي علاقات على درجة عالية من التعقيد. والغلاف الجوي يتأثر بالنظم البيئية الأخرى، ويؤثر عليها، فضلاً عن أن العلاقات المتبادلة بين الغلاف الجوي وتلك النظم معقدة، ولا تزال غير مفهومة تماماً، فالدور الذي تلعبه العلاقة بين الغلاف الجوي والمساحات المائية من حيث اختزان الطاقة وتبادلها، وهي علاقة ثبتت مؤخراً أهميتها البالغة لا تزال غير مفهومة تماماً. ولهذا كله فإن الاتجاه الحديث في البحث عن الدورات التي قد تكون موجودة في العديد من عناصر المناخ هي اعتبارها تقلبات غير منتظمة يتطلب البحث عنها استخدام نموذج إحصائي احتمالي مثل أسلوب التحليل الطيفي الذي يعمل على تحديد الدور الذي تلعبه تلك التقلبات في تفسير التباين الموجود في السلسلة الزمنية. ولمزيد من التفاصيل انظر: -

Craddock, J.M. *Statistics in the Computer Age. The English Universities Press Limited, London, 1968, pp. 133 - 194*

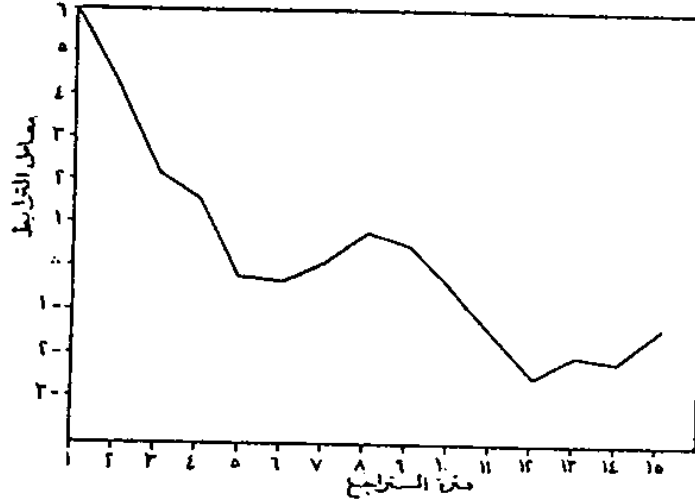
على حساب التقديرات الطيفية من معاملات الارتباط الذاتي Autocorrelation Coefficients^(٢٠). وهذه



شكل ١٢- تقديرات طيفية منفصلة (ب) ومنحنى طيفي متصل (ا)

(Rayner, J.N., P.3)

٢٠. تمتاز معاملات الارتباط الذاتي عن معاملات الارتباط العادية التي تقيس درجة الارتباط بين متغيرات مختلفة في أنها تقيس درجة الارتباط الموجودة في البيانات التي تتكون منها السلسلة الزمنية نفسها، فمعامل الارتباط الذاتي الثاني لسلسلة زمنية مكونة من المعدلات اليومية لدرجة الحرارة الفعالة في شهر تموز في مدينة الشارقة يقيس درجة الارتباط الموجودة بين معدل درجة الحرارة الفعالة في اليوم الأول من شهر تموز واليوم الذي يليه أي اليوم الثاني، ويقاس معامل الارتباط الذاتي الثالث درجة الارتباط بين اليوم الأول والثالث وهكذا، (شكل ١٣).



شكل ١٣- معامل الارتباط الذاتي لدرجة الحرارة الفعالة في شهر تموز في مدينة الشارقة
للفترة الزمنية ١١٧٧ - ١١٨٠

ولزيد من التفصيلات عن معاملات الارتباط الذاتية انظر :-

Panofsky, H.A., *Op. Cit.* pp. 138-140.

Craddock, J.M., *Op. Cit.* pp. 157-160.

Conrad, B. and L. Pollack. *Methods in Climatology*, Harvard University Press, Cambridge Massachusetts, 1962, pp. 413-438.

التقلبات القصيرة المدة في درجة الحرارة الفعالة في مدينة الشارقة

الصيغة من صيغ التحليل الطيفي مشروحة في أكثر من موضع، وهي من أكثر صيغ التحليل الطيفي شيوعاً في الدراسات المناخية^(٢١). وتساوي القمم الطيفية في هذه الحالة نسبة التباين الذي تفسره التقلبات التي تمثلها تلك القمة. ولهذا فإن مجموع التقديرات الطيفية يساوي واحداً، وتصبح المساحة التي يحتلها أي منحني طيفي تساوي واحداً مهما كان عدد فترات التراجع التي استخدمت في حسابه، ومهما بلغ عدد القيم الطيفية التي يتكون منها^(٢٢). وإذا كانت بعض القمم الطيفية عن عامل الصدفة، ولا تدل على وجود تقلبات طيفية حقيقية فإنه قد تم في هذه الدراسة اختبار الدلالة الإحصائية للقيم الطيفية باستخدام اختبارين إحصائيين هما اختبار مربع كاي Chi-Square (X^2) واختبار (ف) F-Test.

أما الاختبار الأول وهو الأكثر شيوعاً، ويصلح لاختبار الدلالة الإحصائية للقيم الطيفية، فإنه يقوم على الموازنة بين توزيع فعلي للقيم الطيفية وتوزيع نظري لتلك القيم يعرف في علم التحليل الطيفي بال (White noise)، وهو توزيع متساو Even distribution، يفترض أن المنحنى الطيفي يخلو من القمم الطيفية الحقيقية. أي أنه توزيع عشوائي تتساوى فيه القيم الطيفية كلها. ويتم في هذا الاختبار تقدير الحد المطلوب للثقة Confidence level وذلك بضرب التوزيع النظري للقيم الطيفية في قيمة مربع كاي مقسوماً على درجات الحرية ($\frac{X^2}{d.f}$). أما درجات الحرية فيتم حسابها وفقاً للمعادلة التالية :-

$$d.f = \frac{2N - m/2}{m}$$

حيث أن (N) تمثل عدد القيم التي تتكون منها السلسلة الزمنية أو حجم العينة. وتمثل (m) عدد نقاط التراجع Frequency التي استخدمت عند حساب معامل الترابط الذاتي^(٢٣).

وتقدر قيمة (F) في الاختبار الثاني الذي يمتاز عن اختبار مربع كاي في أنه يستخدم في اختبار الدلالة الإحصائية للقمم الطيفية Spectral Peaks، وذلك بقسمة متوسط التقديرات الطيفية للقيم التي تشملها القمة (nA) على المتوسط العام لكل التقديرات الطيفية التي يتكون منها المنحنى الطيفي. وتحدد درجات الحرية التي تستخدم في استخراج قيمة (F) من الجداول الإحصائية بحيث أن (n₂) تساوي حجم العينة، وتقدر قيمة (n₁) وفقاً للمعادلة التالية :-

$$n_1 = N \times \Delta f / 5$$

حيث أن (Δf) تساوي مجال التردد Frequency للقيم الطيفية، وهو يساوي الفرق بين تردد القيمة الطيفية الأولى، التي تبدأ عندها القمة الطيفية والقيمة الطيفية الأخيرة التي تنتهي عندها. ويتم تحديد تلك النقطتين بحيث تزيد قيمة أي منهما عن ثلث القيمة الطيفية التي تمثل رأس القمة الطيفية^(٢٤).

٢١ . استخدم هذا الأسلوب عدد كبير من الباحثين وهو مشروح في أكثر من موضع، انظر :-

Tyson, P.D., Spatial variation of rainfall spectra in South Africa, *Annals, Assoc. Am. Geog.* Vol. 61, 1971, pp. 711-721.

Panofsky, H.D., *Op. Cit.*, pp. 140-144.

٢٢ . يحتوي الملحق (١) على جميع المعادلات التي استخدمت في حساب التقديرات الطيفية في هذه الدراسة.

٢٣ . لمزيد من التفاصيل عن هذا الاختبار الإحصائي انظر :-

Panofsky, H.A., *Op. Cit.*, pp. 145-145.

Tyson, P.D., *Op. Cit.*, p. 714.

Flexer, J.R., *Spectrum Analysis of the Mean Dailly Temperature for five Washington Stations*, Unpublished Masters Thesis, University of Washington, Department of Atmospheric Sciences, 1960, pp. 12-13.

٢٤ . استخدم هذا الاختبار تيبوني R.C. Tabony في تحليله للمنحنيات الطيفية للأمطار في إنجلترا وويلز، انظر :-

Tabony, R.C., A Spectral and filter analysis of long period rainfall records in England and Wales, *The Meteorological Magazine*, Vol. 108 (1979), No. 1281, pp. 97-118.

وقد تم في هذه الدراسة أيضاً قياس درجة الارتباط بين التقلبات ذوات الدلالة الإحصائية في درجة الحرارة الفعالة، ونظيرها من التقلبات في كل من درجة الحرارة والرطوبة النسبية وسرعة الرياح. والقصد من هذا تحديد الأدوار التي تلعبها تقلبات تلك العناصر في تقلب درجة الحرارة الفعالة وتغيرها. وقد تم قياس الارتباط بين التقلبات في درجة الحرارة الفعالة ودرجة حرارة الميزان الرطب التي تقدم معياراً آخر لقياس مدى تأثير الظروف الجوية على أحاسيس الناس وشعورهم بعدم الارتياح. والقياس الذي يستخدم لقياس الترابط بين التقلبات المناخية يعرف بمعامل الترابط *Coherence Coefficient* وهو شبيه بمعامل التفسير *Coefficient of Determination* المستخدم في وسائل الانحدار المتعدد^(٢٥). وقد تم اختبار الدلالة الإحصائية لمعاملات الترابط على مستوى الثقة ٩٥٪ بموازنته مع قيمة (B) في المعادلة التالية: -

$$B=1-P (1/d.f-1)$$

وتمثل (P) في المعادلة السابقة مجال الخطأ (α) وهو يساوي في هذه الدراسة ٠.٠٥. وتحسب درجات الحرية باستخدام المعادلة التي سبق ذكرها^(٢٦).

٤. نتائج الدراسة: -

لقد تم في هذه الدراسة حساب المنحنيات الطيفية لدرجة الحرارة الفعالة على ثلاث مراحل، فقد حسب في المرحلة الأولى منحني طيفي لكل شهر من أشهر الصيف على حده^(٢٧). وقد تبين بعد إجراء عدد من التجارب لتحديد التأثير الذي يتركه تغيير عدد فترات التراجع على شكل المنحنيات الطيفية الشهرية أن المنحنيات المحسوبة باستخدام خمس عشرة فترة تراجع هي أفضل تلك المنحنيات. ولهذا فإن كل المنحنيات الطيفية الشهرية المستخدمة في هذه الدراسة مبنية على استخدام خمس عشرة فترة تراجع^(٢٨) وقد جمعت أشهر الصيف في كل سنة على حدة، وحسبت في المرحلة الثانية منحنيات طيفية لكل فصل من فصول الصيف الأربعة التي تشملها هذه الدراسة. ولاختبار مدى تأثير التغير الذي يمكن أن يتركه اختلاف عدد فترات التراجع على أشكال المنحنيات الطيفية فقد تم حساب منحنيات طيفية باستخدام خمس عشرة فترة تراجع، ومنحنيات ثانية باستخدام خمس وعشرين فترة تراجع، ومنحنيات ثالثة باستخدام أربعين فترة تراجع.

وللتأكد من دقة الناتج التي تم التوصل إليها فقد حسبت في المرحلة الأخيرة منحنيات طيفية لصيف ١٩٧٧ باستخدام البقايا المتخلفة عن خط الانحدار *Residuals* بدلاً من البيانات الأصلية التي تمثل المعدلات اليومية لدرجة الحرارة الفعالة في ذلك الفصل. وقد استخدم في استخراج بقايا الانحدار خط انحدار من الدرجة الثانية يمكن تمثيله بالمعادلة التالية^(٢٩): -

$$Y_0 = a_0 + a_1 X_1 + a_2 X_1^2$$

٢٥. يقيس معامل الترابط بين تقلبين متناظرين نسبة التباين في تقلب المتغير التابع التي يفسرها تقلب المتغير المستقل.

٢٦. *Panofsky, H.A., Op. Cit., p. 158.*

٢٧. تتكون بيانات درجة الحرارة الفعالة في هذه الحالة من المعدلات اليومية لدرجة الحرارة الفعالة لكل شهر خلال أربع

سنوات متتالية هي ١٩٨٠-٧٧ وبالتالي فإن حجم العينة لكل شهر يساوي ١٢٠ أو ١٢٤

٢٨. أفضل وسيلة لتحديد الشكل الأمثل للمنحنى الطيفي هي التجربة باستخدام اعداد مختلفة من فترات التراجع انظر: -

٢٩. *Tyson, P.D., Op. Cit., p. 714.*

ويفضل *Blackman* و *Tukey* ألا تقل درجات الحرية عن ٣٠ درجة، إذ أن حساب عدد كبير من القيم الطيفية يؤدي الى زيادة احتمال بروز بعض القيم الطيفية نتيجة لعامل الصدفة بينما يؤدي التقليل من عدد القيم الطيفية الى طمس بعض القيم التي قد تكون مهمة أو لها دلالة إحصائية. انظر المرجع السابق ص ٧١٤.

٢٩. شبة الشكل العام للمعدلات اليومية لدرجة الحرارة الفعالة خلال الصيف منحني قوسياً به انحناء حاد عند شهري تموز وأب. ولهذا فإن أنسب خطوط الانحدار التي تمثله هو خط انحدار من الدرجة الثانية. والرموز المستخدمة في المعادلة هي: -

Y_0 = المعدلات اليومية المقدرة لدرجة الحرارة الفعالة.

X_1 = المعدلات اليومية لدرجات الحرارة الفعالة.

X_1^2 = المعدلات اليومية لدرجات الحرارة الفعالة مربعة.

$1/d.f$ = معاملات الانحدار.

التقلبات القصيرة المدة في درجة الحرارة الفعالة في مدينة الشارقة

ولتحليل العلاقة بين التقلبات في درجة الحرارة الفعالة والتقلبات النظرية لها في عناصر المناخ التي تؤثر عليها فقد تم حساب منحنيات طيفية مماثلة لكل من درجة حرارة الميزان الجاف ودرجة حرارة الميزان الرطب وسرعة الرياح والرطوبة النسبية. وقد استخدمت وسائل التحليل الطيفي المشترك Cross Spectral Analysis لتحليل معاملات الترابط بين التقلبات في درجة الحرارة الفعالة وتقلبات كل من العناصر الأخرى (٣٠).

أولاً: المنحنيات الطيفية لمجموعة البيانات الشهرية:

تبين الأشكال (١٤، ١٥، ١٦) التالية المنحنيات الطيفية لدرجة الحرارة الفعالة في كل شهر من أشهر الصيف خلال الفترة ١٩٧٧ - ١٩٨٠. وأبرز النتائج التي يمكن استخلاصها من تلك الأشكال هي (٣١) -

١. وجود قمة بارزة في جميع المنحنيات الطيفية الستة، ويمثل مركز تلك القمة تقلبات قصيرة مدتها ٢,٣ يوماً.
٢. تختلف مدة التقلبات التي تمثلها تلك القمة من شهر لآخر اختلافاً طفيفاً، فهي تمثل في شهري أيار وتشيرين الأول تقلبات مدتها ٢,٥-٢,١٤ يوماً. أما في حزيران وتموز وأيلول فتقتصر على التقلبات التي تبلغ مدتها ٢,١٤ و ٢,٥ يوماً. وقد انعكس ضمور تلك القمة وتناقص التقلبات التي تمثلها على نسبة التباين الذي تفسره والذي يتناقص من ٣٩٪ في تشيرين الأول و ٣٠٪ في أيار إلى ١١٪ في كل من حزيران وتموز وأيلول.
٣. تتراوح نسبة التباين الذي تفسره التقلبات التي تقل مدتها عن ثلاثة أيام بين ٤٧٪ في حزيران و ٥٦٪ في تشيرين الأول (جدول ٣).
٤. تشكل التقديرات الطيفية التي تتراوح مدتها بين ٤,٣-٧,٥ يوماً ثغرة بارزة في المنحنى الطيفي لمعظم الأشهر. ويدل هذا على أن التقلبات التي يمكن أن تحدث ضمن تلك المدة ليس لها أية دلالة إحصائية.
٥. تخلو بقية التقديرات الطيفية من أية قيم أو ثغرات بارزة.

٣٠. تقوم وسائل التحليل الطيفي المشترك على استخدام سلاسل فورير في تحليل التقلبات المشتركة بين السلاسل الزمنية المعنية. ويستخدم في حسابها بدلاً من معامل الارتباط الذاتي معاملات ارتباط عادية تحسب بين السلاسل الزمنية باستخدام فترات تراجع مختلفة. والمعادلات المستخدمة في حساب التقديرات الطيفية المشتركة في الملحق (١). ولمزيد من التفاصيل انظر:

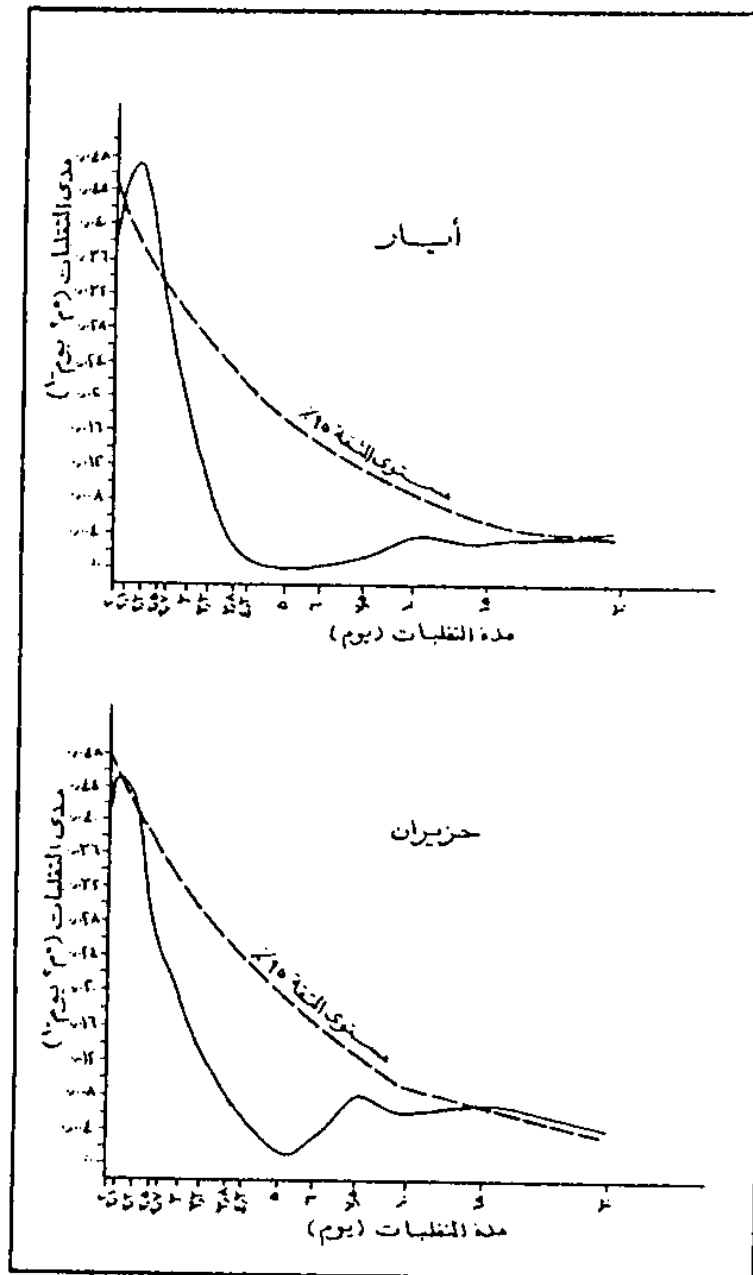
Panofsky, H.A., *Op. Cit.* pp. 155-158.

٣١. الطريقة الشائعة في رسم المنحنيات الطيفية هي أن يمثل على المحور السيني لوغريتم مدتها، وأن يمثل على المحور الصادي حاصل ضرب القيم الطيفية في تردداتها. وبهذه الوسيلة فإن المساحة المحصورة بين أي قيمتين تساوي نسبة التباين التي تفسرها، وقد اتبعت هذه الطريقة في رسم الأشكال ١٣ و ١٤ و ١٥ واستخدمها من قبل باحثون كثيرون، انظر: -

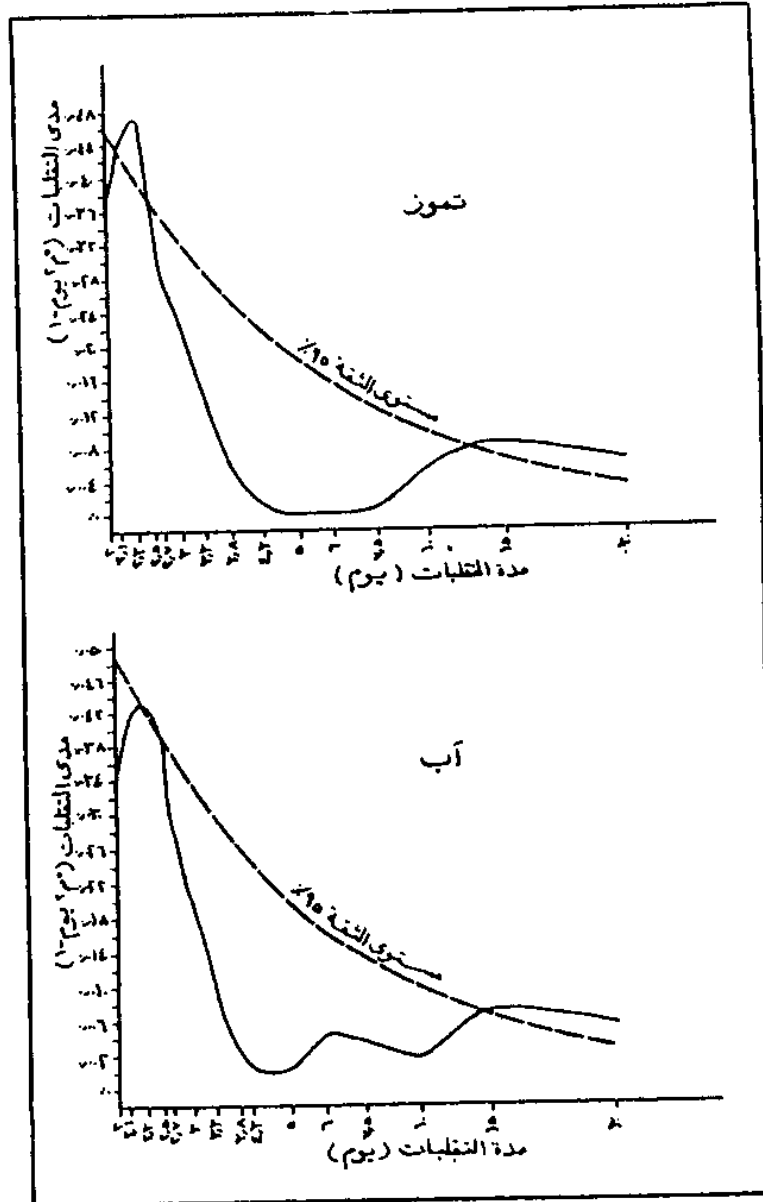
Welser, E.V., "Temperature and Precipitation Spectra, Seasonal Variations of Temperature Spectra, and Asymmetry Indices for Selected Stations in Pennsylvania", Unpublished Masters Thesis (Penn. State University, Dept. of Met. 1964), p.12.

Griffith, H.L., "The Variance Spectrum of Daily Temperature at State College, Pennsylvania," Unpublished Masters Thesis (Penn. State University, Dept. of Met., 1955), pp. 12-13.

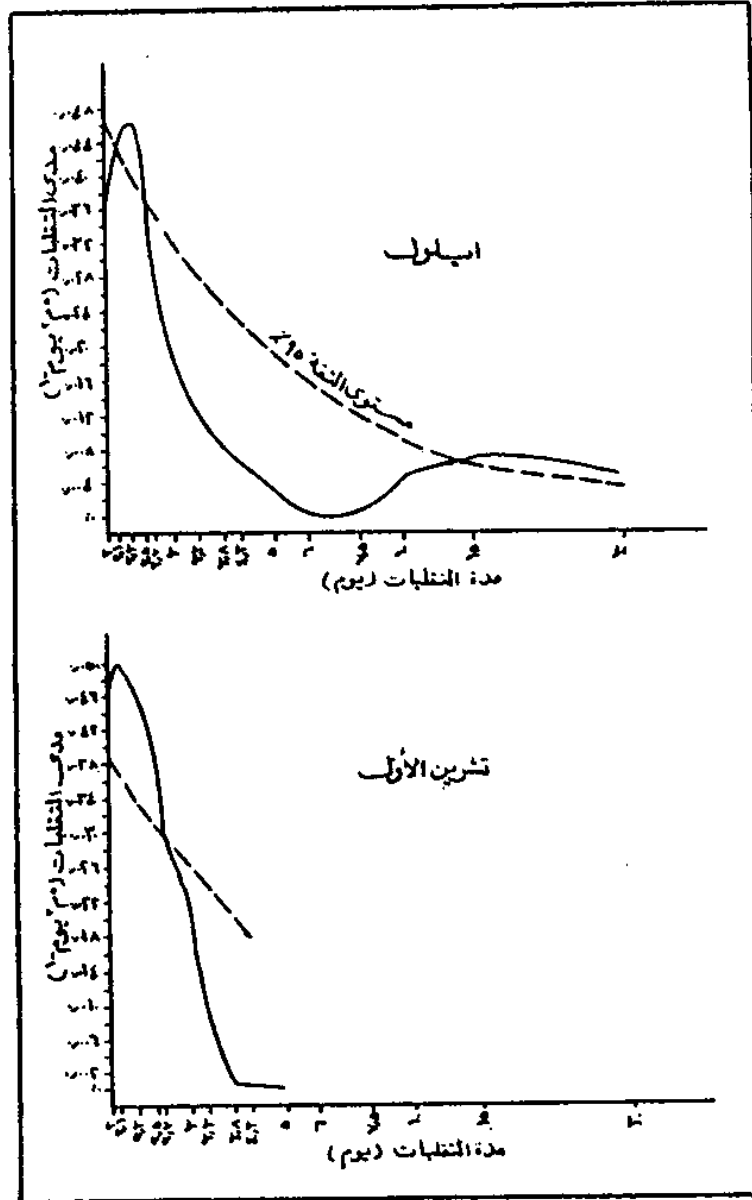
Panofsky, H.A., *Op. Cit.*, p. 145.



شكل-٤- المنحنى الطبيعي لكل من أبيار وحزيران
للمترة الزمنية ١٩٧٧ - ١٩٨٠



شكل-١٥- المنحني الطبيعي لكل من تموز وأب
للمنطقة الزمنية ١٩٧٧ - ١٩٨٠



شكل ١٧- للنسخ المطبوع لكل من ايلول وتشرين الأول
 للفترة الزمنية ١٩٧٧ - ١٩٨٠

التقلبات القصيرة المدة في درجة الحرارة الفعالة في مدينة الشارقة

جدول (٣) نسبة التباين الذي تفسره التقلبات التي تقل مدتها عن ثلاثة أيام (%).

العنصر المناخي	أيار	حزيران	تموز	آب	ايلول	تشرين الأول
درجة الحرارة الفعالة	٥١	٤٧	٥٠	٥١	٤٨	٥٦
الرطوبة النسبية	٥٣	٥٢	٥١	٥٣	٥٠	٥١
درجة الحرارة	٥١	٤٨	٥٢	٥٠	٤٧	٥٤
درجة حرارة الميزان الرطب	٥٠	٥٠	٤٩	٥١	٤٨	٥٣
سرعة الريح	٥١	٥٠	٥١	٥٠	٤٩	٥٤

وقد تبين من تحليل المنحنيات الطيفية لكل من درجة الحرارة وسرعة الرياح والرطوبة النسبية ودرجة حرارة الميزان الرطب أنها تشبه الى حد كبير المنحنيات الطيفية لدرجة الحرارة الفعالة. وهذه النتيجة متوقعة لأن التقلبات في درجة الحرارة الفعالة ما هي في الواقع الا انعكاس للتقلبات في كل من درجة الحرارة والرطوبة النسبية وسرعة الرياح، أما درجة حرارة الميزان الرطب فهي معيار آخر يشبه درجة الحرارة الفعالة، ويقاس أحاسيس الناس، ومدى تأثرهم بالأحوال الجوية، ويتأثر بالعوامل نفسها التي تؤثر على درجة الحرارة الفعالة.

ويبين الجدول (٤) التالي معاملات الترابط بين القيم الطيفية ذات الدلالة الإحصائية في درجة الحرارة الفعالة، والقيم الطيفية المقابلة لها في عناصر المناخ الأخرى.

إن أبرز النتائج التي يمكن استخلاصها من جدول (٤) هي :-

١ . تفسر تقلبات درجة الحرارة وحدها الجزء الأكبر من التباين في درجة الحرارة الفعالة، وتتراوح نسبة التباين الذي تفسره التقلبات الحرارية بين ٥١٪ في أيلول وأكثر من ٧٠٪ في أيار وتشرين الأول.

٢ . لا يوجد ارتباط ذو دلالة إحصائية بين تقلبات الحرارة الفعالة وتقلبات الرطوبة النسبية وسرعة الرياح .
٣ . يوجد ارتباط قوي بين تقلبات الحرارة الفعالة وتقلبات درجة حرارة الميزان الرطب، وهذا ناتج - كما سبق أن ذكرنا - عن تأثير كل من العنصرين بالتقلبات في درجة الحرارة والرطوبة النسبية وسرعة الرياح. ولا شك أن وجود هذا الارتباط القوي بين تقلبات درجة الحرارة الفعالة وتقلبات درجة حرارة الميزان الرطب يجعل استخدام الأخيرة بدلاً من درجة الحرارة الفعالة في قياس طبيعة أحاسيس الناس ممكناً خاصة وأنه يمكن قياسها بسهولة ولا تحتاج الى عمليات حسابية مطولة لاستخراجها.

وتعطي معاملات الترابط بين القيم الطيفية التي تمثل كل التقلبات التي تقل مدتها عن ٣,٣ يوماً في كل من درجة الحرارة الفعالة وعناصر المناخ الأخرى مدلولات أكثر واقعية من معاملات الترابط بين القيم الطيفية عندما تكون منفصلة عن بعضها بعضاً. فكما يبدو واضحاً في الجدول (٥) التالي فإنه يوجد ترابط قوي بين التقلبات في درجة الحرارة الفعالة ودرجة الحرارة في كل الأشهر، أما تقلبات الرطوبة النسبية فإن تأثيرها كبير وذو دلالة إحصائية في تموز وآب. ويبدو تأثير تقلبات سرعة الرياح كبيراً وذا دلالة إحصائية في حزيران وآب، وهما من الأشهر التي تمتاز برياح قوية.

جدول (٤) معاملات الترابط بين القيم الطيفية لدرجة الحرارة الفعالة والقيم الطيفية المطلقة في درجة حرارة الميزان الجاف والرطوبة النسبية وسرعة الرياح ودرجة حرارة الميزان الرطب^(٣٦).

السيور	اليلول			أب			تغوز			حزيران			يار		
	٢,٥	٢,٣	٢,١٤	٢,٥	٢,٣	٢,١٤	٢,٥	٢,٣	٢,١٤	٢,٥	٢,٣	٢,١٤	٢,٥	٢,٣	٢,١٤
حدة القيم الطبيعية															
العنصر المناخي															
درجة حرارة الميزان الجاف	٠,٧٠	٠,٧٥	٠,٨٢		٠,٤٣	٠,٢٨		٠,٤٣		٠,٣٥		٠,٥٥	٠,٥٤	٠,٧٠	
الرطوبة النسبية	٠,١٥	٠,٢٤	٠,٥٥		٠,١٦	٠,٢٣		٠,٢٦		٠,١٠		٠,١١	٠,٠٠	٠,٠٩	
سرعة الرياح	٠,١٥	٠,١٧	٠,١٣		٠,٣٤	٠,٣٠		٠,٢٩		٠,٣٩		٠,٥٧	٠,٣٣	٠,٠٨	
درجة حرارة الميزان الرطب	٠,٥٧	٠,٥٧	٠,٥٩		٠,٦١	٠,٥٨		٠,٦٤		٠,٤٧		٠,٤٧	٠,٤٩	٠,٦٣	

٣٢. معاملات الترابط التي تزيد عن ٠,٤٢ لها دلالة إحصائية (لمزيد من التفصيلات عن كيفية حساب الدلالة الإحصائية انظر الملحق الموجود في نهاية البحث).

التقلبات القصيرة المدة في درجة الحرارة الفعالة في مدينة الشارقة

جدول (٥) معاملات الترابط بين القمة الطيفية في درجة الحرارة الفعالة والقمة الطيفية المقابلة في عناصر المناخ الأخرى

العنصر المناخي	ايار	حزيران	تموز	آب	ايلول	تشرى الأول
درجة الحرارة	,٦١	,٣٦	,٤٣	,٣٩	,٢٥	,٦٨
الرطوبة النسبية	,٥٧	,١٢	,٣٢	,٢٣	,١٥	,١٩
سرعة الرياح	,١٥	,٢٩	,٥٨	,٢٧	,٥٧	,١١
حرارة الميزان	,٦٥	,٥٧	,٦٨	,٥١	,٤٦	,٥٣
الرطب						

ثانياً: المنحنيات الطيفية الفصلية:

تظهر في الجدولين (٦ و ٧) التقلبات ذوات الدلالة الإحصائية في درجة الحرارة الفعالة، وعناصر المناخ الأخرى التي تؤثر عليها، ونسبة التباين التي تفسرها تلك التقلبات. وأهم النتائج التي يمكن استخلاصها من هذين الجدولين هي:

١. تساهم التقلبات التي تتراوح مدتها بين يومين وثلاثة أيام في تفسير أكثر من ٥٠٪ من التباين العام في درجة الحرارة الفعالة. وهذه النسبة من التباين المفسر تزيد كثيراً عن النسبة التي كانت تلك التقلبات تفسرها في المنحنيات الطيفية الشهرية.
٢. لا يختلف طول تلك التقلبات اختلافاً كبيراً من سنة لأخرى، فهي أطول وأكثر استقراراً مما كانت تبدو عليه في المنحنيات الطيفية الشهرية. وقد ساعد هذا على تقارب نسبة التباين الذي تفسره تلك التقلبات من سنة لأخرى.
٣. تزيد نسبة التباين الذي تفسره هذه التقلبات عن النسبة التي كانت تفسرها في المنحنيات الطيفية الشهرية.
٤. تشترك درجة حرارة الميزان الرطب مع درجة الحرارة الفعالة في التقلبات نفسها، ولا تختلف نسبة التباين التي تفسرها تلك التقلبات في كليهما إلا اختلافاً طفيفاً.
٥. تقترن التقلبات في درجة الحرارة الفعالة ودرجة حرارة الميزان الرطب بتقلبات مماثلة في درجة الحرارة والرطوبة النسبية.

جدول (٦) أطوال التقلبات (أيام) التي تظهر في المنحنيات الطيفية لكل من درجة الحرارة الفعالة ودرجة حرارة الميزان الرطب ودرجة حرارة الهواء والرطوبة النسبية وسرعة الرياح.

السنة	درجة الحرارة الفعالة	درجة حرارة الميزان الرطب	درجة حرارة الهواء	الرطوبة النسبية	سرعة الرياح
الأولى	٢,٧-٢	٢,٧-٢	٢,٧-٢	٢,٧-٢	٢,٥-٢,١٤
الثانية	٣-٢	٢,٥-٢	٢,٧-٢	٢,٥-٢	٢,٥-٢,١٤
الثالثة	٢,٧-٢	٢,٧-٢	٣-٢	٢,٧-٢	٢,٥-٢,١٤
الرابعة	٢,٥-٢	٢,٧-٢	٢,٧-٢	٢,٧-٢	٢,١٤

٦ . بالرغم من أن معظم التقلبات في سرعة الرياح تتفق في موعدها مع التقلبات في بقية العناصر الأخرى، إلا أنه يبدو أن مدة التقلبات في سرعة الرياح أقصر منها في بقية العناصر الأخرى، كما أن النسبة التي تفسرها من التباين العام لسرعة الرياح لا تزيد عن ٢٩٪.

جدول (٧) نسبة التباين التي تفسرها التقلبات ذات الدلالة الإحصائية في درجة الحرارة الفعالة ودرجة حرارة الميزان الرطب ودرجة حرارة الهواء والرطوبة النسبية وسرعة الرياح٪

السنة	درجة الحرارة الفعالة	درجة حرارة الميزان الرطب	درجة حرارة الهواء	الرطوبة النسبية	سرعة الرياح
الأولى	٥١	٥١	٥٠	٥١	٢٨
الثانية	٥٩	٣٧	٥١	٤١	٢٧
الثالثة	٤٩	٤٩	٥٨	٤٩	٢٩
الرابعة	٣٩	٤٩	٥٢	٥١	١٠

وتأكد عند تحليل الجدول (٨) النتائج التي تم التوصل إليها في الجدول (٤) الذي يبين معاملات الترابط بين القيم الطيفية في البيانات الشهرية لدرجة الحرارة الفعالة وعناصر المناخ التي تؤثر عليها، فالتقلبات اليومية في درجة الحرارة هي العنصر الرئيسي الذي يفسر معظم التباين في درجة الحرارة الفعالة. أما تقلبات الرطوبة النسبية وسرعة الرياح فلا يوجد بينها وبين تقلبات الحرارة الفعالة ارتباط ذو دلالة إحصائية.

ثالثاً: نتائج المنحنيات الطيفية المبنية على فترات تراجع مختلفة.

للتأكد من دقة النتائج التي تم الحصول إليها في هذه الدراسة فقد حسبت لكل من درجة الحرارة الفعالة وبقية عناصر المناخ المرتبطة بها منحنيات طيفية أخرى تقوم على استخدام عدد أكبر من فترات التراجع. ويبين الجدولان (٩، ١٠) نتائج تحليلي منحنيات طيفية مبنية على استخدام ٤٠ فترة تراجع. ويبين الجدول (١١) نتائج تحليل منحنيات أخرى لصيف ١٩٧٧ مبنية على استخدام ٢٥ فترة تراجع. أما الجدول (١٢) فيبين نتائج تحليل منحنيات طيفية لبقايا خط انحدار من الدرجة الثانية. وأهم النتائج التي يمكن استخلاصها من تلك الجداول هي:

- ١ . بالرغم من الاختلافات الطيفية التي يتركها تغيير عدد فترات التراجع التي تستخدم عند حساب المنحنيات الطيفية على طول مدة التقلبات ذات الدلالة الإحصائية في درجة الحرارة الفعالة، فإن مركز تلك التقلبات يبقى شبه ثابت وتتراوح أطوالها بين يومين وثلاثة أيام. أما نسبة التباين الذي تفسره تلك التقلبات فشبه مستقرة من سنة لأخرى، ويتراوح بين ٣٩٪ إلى ٥١٪.
- ٢ . تظهر في كل من درجة حرارة الهواء، ودرجة حرارة الميزان الرطب تقلبات مشابهة للتقلبات التي تظهر في درجة الحرارة الفعالة. وتتراوح نسبة التباين التي تفسرها في درجة الحرارة بين ٤٣٪ و ٥٨٪ وفي درجة حرارة الميزان الرطب بين ١٨٪ و ٥١٪.
- ٣ . تظهر في الرطوبة النسبية تقلبات مشابهة ولكنها أقل طولاً ونسبة التباين التي تفسرها أقل، كما أنها تتذبذب كثيراً من سنة لأخرى.

التقلبات القصيرة المدة في درجة الحرارة الفعالة في مدينة الشارقة

جدول (٨) معاملات الترابط بين التقلبات في درجة الحرارة الفعالة وعناصر المناخ التي تؤثر عليها (منحنيات طيفية فصلية) (٢٠١)

السنة	١٩٧٧				١٩٧٨				١٩٧٩				١٩٨٠			
	٢٠١	٢٠٣	٢٠٥	٢٠٧	٢٠١	٢٠٣	٢٠٥	٢٠٧	٢٠١	٢٠٣	٢٠٥	٢٠٧	٢٠١	٢٠٣	٢٠٥	٢٠٧
درجة حرارة الهواء	٢٠	١٨	٢٢	١٣	١٥	١٣	١٥	١٥	١٥	١٥	١٥	١٥	١٥	١٥	١٥	١٥
الرطوبة النسبية	١١	١١	١١	١٠	١١	١١	١١	١١	١١	١١	١١	١١	١١	١١	١١	١٠
سرعة الرياح	٣٤	٣٠	٣١	٣٠	٣٠	٣١	٣١	٣١	٣١	٣١	٣١	٣١	٣١	٣١	٣١	٣١
حرارة الميزان الرطب	٤٧	٤٣	٤٤	٥٠	٤٣	٤٣	٤٥	٤٧	٥٥	٤٥	٤٥	٤٥	٤٥	٤٥	٤٥	٤٥

- ٤ . لا تظهر في سرعة الرياح تقلبات شبه منتظمة مثلما تظهر في عناصر المناخ الاخرى . وقد ظهر ذلك واضحاً في المنحنيات الطيفية المبنية على فترات تراجع كثيرة، اذ تناقص عدد القيم الطيفية ذوات الدلالة الإحصائية واختفت في بعض السنوات كلياً . أما نسبة التباين الذي تفسره تلك التقلبات فقد تناقص إلى ٤٪ فقط .
- ٥ . يلاحظ من الجدول (١١) أن طول التقلبات ذوات الدلالة الإحصائية في درجة الحرارة الفعالة وبقيّة عناصر المناخ الاخرى المرتبطة بها يتراوح بين ٢,٥-٢,١٤ يوماً، وأن نسبة التباين الذي تفسره تتراوح بين ٢٧٪ - ٣٨٪ وهي نسبة لا بأس بها ادا ما قورنت بنسبة التباين الذي يفسره خط الانحدار .

جدول (٩) اطوال التقلبات التي تظهر في دجرة الحرارة الفعالة وعناصر المناخ الاخرى عند استخدام ٤٠ فترة تراجع لحساب المنحنيات الطيفية

السنة	درجة الحرارة الفعالة	درجة حرارة الميزان الرطب	درجة حرارة الهواء	الرطوبة النسبية	سرعة الرياح
الاولى	٢,٦٧-٢	٢,٥٨-٢	٢,٦٧-٢	٢,٥٨-٢	لا توجد
الثانية	٢,٧٦-٢	٢,٦٦-٢	٢,٦٧-٢	٢,٢٢-٢,١	٢,١٦-٢,١
الثالثة	٢,٧٦-٢	٢,٣٥-٢,١	٢,٧٦-٢	٢,٣٥-٢,١	٢,١٦
الرابعة	٢,٧٦-٢	٣,٥٨-٢,٠٥	٢,٧٦-٢	٢,٣٥-٢,١٥	٢,١

جدول (١٠) نسبة التباين الذي تفسره التقلبات ذات الدلالة الإحصائية في درجة الحرارة الفعالة وعناصر المناخ الاخرى عند استخدام ٤٠ فترة تراجع لحساب المنحنيات الطيفية٪

السنة	درجة الحرارة الفعالة	درجة حرارة الميزان الرطب	درجة حرارة الهواء	الرطوبة النسبية	سرعة الرياح
الاولى	٤٤	٤٢	٤٣	٤١	لا توجد
الثانية	٤٨	٤٤	٤٥	١٣	٨
الثالثة	٤٢	١٨	٤٨	١٧	٥
الرابعة	٤٦	٣٦	٤٦	١٧	٤

جدول (١١) تقلبات المنحنيات الطيفية لبقايا خط الانحدار لصيف ١٩٧٧

طول التقلب	درجة الحرارة الفعالة	درجة حرارة الميزان الرطب	درجة حرارة الهواء	الرطوبة النسبية	سرعة الرياح
٢,٥-٢,١٤	٢,٥-٢,١٤	٢,٥-٢,١٤	٢,٥-٢,١٤	٢,٥-٢,١٤	٢,٥-٢,١٤
نسبة التباين المفسر٪	٢٧	٢٩	٢٧	٣٨	٢٨
نسبة التباين الذي يفسره خط الانحدار	٥٢	٤٦	٦٢	٢٣	١٠

الخلاصة :

عالجت هذه الدراسة طبيعة التقلبات قصيرة المدة في درجة الحرارة الفعالة في مدينة الشارقة خلال الفترة الزمنية الممتدة بين ١٩٧٧-١٩٨٠. وقد اختيرت مدينة الشارقة لهذه الدراسة نظراً لموقعها المتوسط بين الامارات العربية، مما يجعل مناخها يمثل تمثيلاً جيداً مناخ المنطقة الساحلية في دولة الامارات العربية المتحدة. يضاف الى هذا ان البيانات المناخية المطلوبة لحساب الحرارة الفعالة متوفرة فيها أكثر من غيرها. وقد عولجت بالاضافة الى درجة الحرارة الفعالة التقلبات قصيرة المدة في كل من درجة حرارة الميزانيين الجاف والرطب والرطوبة النسبية وسرعة الرياح وهي جميعها عناصر مناخية تؤثر تأثيراً مباشراً على درجة الحرارة الفعالة. وقد كانت ابرز النتائج التي تم التوصل اليها في هذه الدراسة هي :-

- ١ . تظهر في المعدلات اليومية لدرجة الحرارة الفعالة تقلبات تتراوح مدتها بين يومين وثلاثة أيام وتساهم في تفسير أكثر من ٤٠٪ من التباين العام لدرجة الحرارة الفعالة .
- ٢ . تساهم تلك التقلبات في تفسير أكثر من ٤٠٪ من التباين العام في درجة الحرارة الفعالة. ولهذا فإن من الممكن الاستفادة من تلك التقلبات في تخطيط استهلاك الطاقة الكهربائية سواء في التكييف المركزي أو غيره من النشاطات التي ترتبط بتقلبات درجة الحرارة إلا أن من الواجب ذكره أن التباين العام في درجة الحرارة خلال فصل الصيف ضئيل عند مقارنته مع التغير في درجة الحرارة بفعل الاتجاه العام لها خلال ذلك الفصل .
- ٣ . تظهر تقلبات مشابهة تساهم في تفسير نسبة أكبر من التباين العام للمعدلات اليومية لدرجة حرارة الميزان الرطب .
- ٤ . تظهر في كل من درجة حرارة الهواء والرطوبة النسبية وسرعة الرياح تقلبات مشابهة، إلا أن طول مدة التقلبات التي تظهر في درجة الحرارة شبه مستقر من سنة لأخرى، كما أن نسبة التباين الذي تفسره تصل الى ٥٨٪ أما تقلبات الرطوبة النسبية وسرعة الرياح فغير مستقرة وتتغير نسبة التباين الذي تفسره من سنة لأخرى وهي على العموم أقل بكثير من نسبة التباين الذي تفسره في كل من درجة الحرارة الفعالة ودرجة حرارة الميزان الرطب ودرجة حرارة الهواء .
- ٥ . أكثر التقلبات أهمية في تفسير التباين اليومي في درجة الحرارة الفعالة هي التقلبات التي تحدث في درجة الحرارة. أما الدور الذي تلعبه تقلبات الرطوبة النسبية فأقل أهمية ولا يكون له دلالة احصائية في بعض الشهور. أما التقلبات الموجودة في سرعة الرياح فهي أقل التقلبات أهمية في تفسير التباين اليومي في درجات الحرارة الفعالة ولا تكون لها دلالة إحصائية سوى في بعض الشهور التي تمتاز بمعدلات مرتفعة لسرعة الرياح .
- ٦ . لا توجد في المنحنيات الطيفية لعناصر المناخ سابقة الذكر جميعاً أية تقلبات اخرى ذوات دلالة إحصائية

ملحق (١) حساب التقديرات الطيفية

١. حساب معامل الارتباط الذاتي وفقاً للمعادلة التالية :-

$$r_1 = \frac{\sum (x_{i+1} - \bar{x})(x_i - \bar{x})}{\xi \times N}$$

حيث أن :

- r_1 = معامل الارتباط الذاتي عند فترة التراجع (L). وتتراوح قيمة (L) في هذه الدراسة بين صفر إلى ١٥. وقد تغيرت عند حساب المنحنيات الطيفية السنوية بحيث تراوحت بين صفر و ٢٥ ومرة أخرى بين صفر و ٤٠.
- x_i = المعدلات اليومية لدرجة الحرارة الفعالة أو غيرها من العناصر المناخية الأخرى.
- \bar{x} = الوسط الحسابي للسلسلة الزمنية.
- x_{i+1} = المعدلات اليومية لدرجة الحرارة الفعالة عند فترات تراجع متعاقبة.
- s_{11} = التباين Variance للسلسلة الزمنية المدروسة.
- N = عدد الأزواج من القيم.

٢. حساب التقديرات الطيفية وفقاً للمعادلة التالية :

$$s_h = \frac{r_0}{m} + \frac{2}{m} \sum_{l=1}^{m-1} |r_l| \cos \frac{\pi lh}{m} + \frac{r_m}{m} (-1)^h$$

حيث أن :

- s_h = التقديرات الطيفية عند (h) حيث ان (h) تتراوح بين واحد و (m-1)
 - r_0 = معامل الارتباط الذاتي عند فترة التراجع (صفر).
 - m = قيمة فترة التراجع العظمى اي الحد الأقصى من فترات التراجع وهو في حالة حساب التقديرات الطيفية للبيانات الشهرية يساوي ١٥.
 - \cos = جيب تمام الزاوية.
 - r_m = معامل الارتباط الذاتي عند فترة التراجع m.
 - l = متغير تتراوح قيمته بين صفر و m.
٣. تعديل التقديرات الطيفية السابقة باستخدام المعادلة التالية :-

$$SI = 2.25s_{-1} + .50s_1 + .25s_{+1}$$

حيث أن :

- s_i = التقديرات الطيفية المعدلة
- s_{i-1} = التقدير الطيفي السابق للتقدير
- s_{i+1} = التقدير الطيفي اللاحق للتقدير

4. حساب التقديرات الطيفية المشتركة .

تتكون التقديرات الطيفية المشتركة من تقديرات طيفية مبنية على معاملات تباين مشترك متقابلة $Co(l)$ وتقديرات طيفية أخرى مبنية على معاملات تباين مشترك غير متقابلة $(Q_{(l)})$. أما الأولى فيتم حسابها وفقاً لمعادلة التقديرات الطيفية السابقة ولكن باستخدام معاملات تباين مشترك Covariance متقابلة. وتحسب تلك المعاملات أولاً بتثبيت السلسلة الزمنية الأولى (X) وتغير فترات التراجع في السلسلة الثانية (Y) من صفر إلى (L) . وتحسب تلك المعاملات مرة أخرى بتثبيت السلسلة الزمنية الثانية (Y) وتغيير فترات التراجع في السلسلة الأولى (X) من صفر إلى $(-L)$. نستخرج بعد ذلك معدلات معاملات الترابط المشترك فالمعامل الثالث مثلاً يساوي معدل معامل الترابط المشترك عندما تكون (L) تساوي 3 وعندما تكون (L) تساوي (-3) .

أما التقديرات الطيفية المشتركة المبنية على معاملات تباين مشترك غير متقابلة فيتم حسابها وفقاً للمعادلة التالية:

$$Q(l) = \frac{2}{m} \sum_{L=1}^{m-1} |D(L)| \cdot \sin\left(\frac{\pi L l}{m}\right)$$

حيث أن:

$Q_{(l)}$ = التقديرات الطيفية.

$D_{(L)}$ = معاملات تباين مشترك عندما تكون السلسلة الزمنية الأولى ثابتة أما السلسلة الزمنية الثانية فمتأخرة برقع حجمها.

بعد حساب التقديرات الطيفية في الخطوة السابقة فإنها تعدل كما هي الحال في الخطوة الثالثة.

5. حساب معامل الترابط.

أكثر عناصر التقديرات الطيفية المشتركة استعمالاً هو معامل الترابط ويتم حسابه وفقاً للمعادلة التالية:

$$CH(l) = \frac{Q^2(l) + Co^2(l)}{Sx(l) SY(l)}$$

حيث أن:

$CH(l)$ = معامل الترابط.

$Sx(l)$ = التقديرات الطيفية للسلسلة الزمنية الأولى (x) .

$SY(l)$ = التقديرات الطيفية للسلسلة الزمنية الثانية (Y) .