

# المدينة المنورة

العدد الثاني والعشرون / رجب - رمضان  
١٤٢٨ هـ ، أغسطس - أكتوبر ٢٠٠٧ م

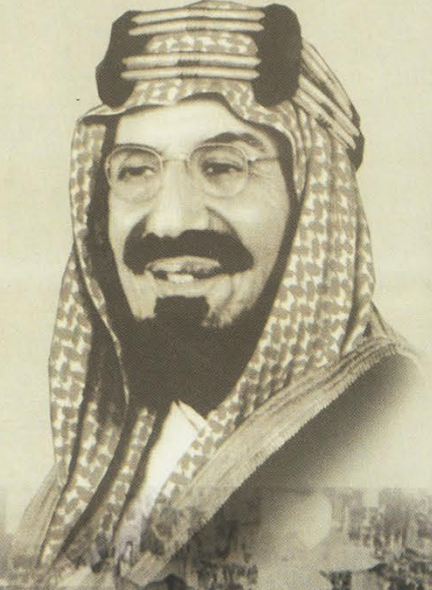
الروضة الشريفة : دراسة تاريخية توثيقية

الحياة الثقافية في المدينة المنورة في عهد الملك عبد العزيز

الدورات قصيرة الأجل للضغط الجوي في منطقة المدينة المنورة .

مخطوطات المدينة المنورة في مكتبة جامعة برنستون .

٢٢



## الدورات قصيرة الأجل للضغط الجوي بالمدينة المنورة

د. حامد موسى الخطيب

أستاذ الجغرافيا الطبيعية المشارك بكلية المعلمين بالمدينة المنورة

### هدف البحث

يهدف هذا البحث إلى الكشف عن الدورات قصيرة الأجل للضغط الجوي السطحي بالمدينة المنورة، ولتحقيق هذا الهدف، تم استخدام المعدلات اليومية لقيم الضغط الجوي السطحي لمحطة مطار الأمير محمد بن عبد العزيز بالمدينة المنورة للفترة الممتدة من ٢٠٠٠ - ٢٠٠٣م، وجرى تطبيق السلاسل الزمنية وذلك باستخراج المتوسطات المتحركة بطول تراوح بين يومين إلى (٢٠) يوماً، ولمعرفة ما إذا كانت الدورات الخاصة بالضغط الجوي بالمدينة المنورة تختلف من فصل إلى آخر، تم استخراج المتوسطات المتحركة أيضاً للفترة الممتدة من شهر أكتوبر إلى مارس، وللفترة الممتدة من إبريل إلى سبتمبر. كما جرى تطبيق معامل ارتباط (بيرسون) بين المتوسطات المتحركة والقيم الحقيقية على مستوى السنة وعلى مستوى الفترة. ولقد تبين أن قيم الضغط الجوي في أشهر الشتاء أعلى من قيم الضغط الجوي في الصيف، وأن المعدلات الشهرية للضغط الجوي في المدينة أقل من مثيلاتها في ينبع، وتراوح طول الدورة الزمنية للضغط الجوي ما بين (٤ - ٦) أيام مع تركيز على الدورة ذات الخمسة أيام، أي أنه يمكن القول بأن الدورة المهيمنة على الضغط الجوي بالمدينة المنورة هي ذات الخمسة أيام. وتعزى هذه الدورة إلى ظاهرة المد والجزر في الغلاف الجوي الناجمة عن

الديناميكا الحرارية<sup>(١)</sup> التي يتميز بها الغلاف الجوي لإعادة التوازن للدورة العامة في الغلاف الجوي بعد عمليات التسخين المتباينة لسطح الأرض، وذلك باستخدام التيارات الهوائية والرياح والتيارات المائية والأمواج. وأوصى البحث بضرورة إجراء دراسات ملحقه لتحديد سبب طول هذه الدورة، وربطها بعناصر الطقس المختلفة وخاصة درجة الحرارة وبعض خصائص الدورة العامة للغلاف الجوي.

### مشكلة البحث

يمثل الضغط الجوي ثقل عمود الهواء على الأرض، فالهواء يغلف الأرض بغلاف تصل سماكته نحو ١٠٠ كم. وهو على شكل طبقات أقربها للأرض طبقة (التربوسفير) وأبعدها طبقة (الثيرموسفير). ويتأثر الغلاف الجوي بدرجة الحرارة، إذ توجد بينهما علاقة عكسية، بسبب تضاعف الهواء وتخلخله الناجم عن تفاوت درجة الحرارة. كما يقل الضغط الجوي بفعل الارتفاع عن سطح البحر. نظراً لقصر عمود الهواء كلما ارتفعنا عن مستوى سطح البحر. كما يتأثر الضغط الجوي بالرطوبة النسبية، فالعلاقة بينهما عكسية، لأن بخار الماء أقل وزناً من الهواء.

ويتوزع الضغط الجوي على سطح الأرض على شكل نطاقات هي: نطاق الضغط الجوي المنخفض الاستوائي، نطاقا الضغط المرتفع شبه المداري، نطاقا الضغط المنخفض شبه القطبي، نطاقا الضغط المرتفع القطبيين. وتتحكم هذه النطاقات الرئيسية بمسار الرياح على سطح الأرض، حيث تنتقل الرياح من مناطق الضغط الجوي المرتفع إلى مناطق الضغط الجوي المنخفض، ونظراً لدورة الأرض حول نفسها تتولد قوة تعرف بالقوة الكارولوية، فتميل الرياح حسب قانون «فرل» إلى يمين اتجاهها في

(١) الديناميكا الحرارية تعني العلم الذي يبحث في الطاقة الحرارية وتغيراتها.

نصف الكرة الشمالي، وإلى يسار اتجاهها في نصف الكرة الجنوبي، لذلك فإن الرياح الدائمة مثل: التجارية والعكسية والقطبية، تصل بين هذه النطاقات، فالرياح التجارية تهب من مناطق الضغط الجوي المرتفع شبه المداري إلى منطقة الرهو الاستوائي، وتهب الرياح العكسية من مناطق الضغط الجوي المرتفع شبه المداري إلى مناطق الضغط الجوي المنخفض شبه القطبي، وتنطلق الرياح القطبية من مناطق الضغط الجوي المرتفع فوق القطبين إلى مناطق الضغط الجوي المنخفض شبه القطبي.

إلا أن هذا التوزيع النظري يعترضه العديد من التشوهات بسبب عدم تجانس سطح الأرض، سواء كان بين اليابس والماء أو بين السهل والجبل والوادي. كما أن لحركة الشمس الظاهرية أثراً بالغاً في تحرك هذه النطاقات شمالاً وجنوباً لتتوافق مع هذه الحركة، ونتيجة لتفاوت حصول أجزاء الأرض المختلفة على كميات ليست متساوية من الطاقة الشمسية، فإن هذا التفاوت يخلق خلافاً في نمط هذه النطاقات.

ويعبر علماء المناخ عن ظاهرة توزيع نطاقات الضغط الجوي وما يتبعها من تشكل الرياح، بالدورة العامة للغلاف الجوي Atmospheric General Circolation. وتتأثر هذه الدورة بشكل عام بحركة الشمس الظاهرة، وتوزيع اليابس والماء، والتيارات المائية المحيطية، وحركة المياه الرأسية، والتضاريس<sup>(١)</sup>.

نالَت الدورة العامة للغلاف الجوي قدراً كبيراً من الدراسات السابقة اهتمام علماء المناخ، الذي تركز على تمثيل هذه الدورة بنماذج رياضية لتفسير سلوكها تفسيراً كميّاً، كما صمموا نماذج تحاكي هذه الدورة، فقاموا بالتحكم بمصادر الطاقة،

(١) البنا، ١٩٦٨، ص ٧٣.

وبسرعة الأرض وتحكموا بالرطوبة النسبية ولا حظوا ماذا سيحصل على مكونات هذه الدورة. وامتد اهتمام العلماء إلى توظيف هذه النماذج في دراسة التلوث الجوي، والتصحر، وانتشار بعض الأوبئة، والحشرات.

واعتبر علماء المناخ أن المصدر الأساسي في إحداث خلل في توازن الدورة العامة للغلاف الجوي هو درجة حرارة سطح البحر. فقد تبين لـ Kumar et.al. (2005م) أن تفاوت درجة حرارة سطح البحر قد فسرت نحو 53% من التباين في حصول ظاهرة النينو<sup>(١)</sup>. كما استخدمت عشرة نماذج إحصائية خاصة بالدورة العامة للغلاف الجوي؛ لدراسة أنماط الغيوم ومقارنة النتائج بصور الأقمار الصناعية (Khairoutdinov, 2005 & Zhang, 2005). وصممت نماذج أخرى لدراسة الأعاصير المدارية (Camargo et.al., 2005)، وأخرى لدراسة التيار النفاث (Kawantani, et.al., 2004)، واهتمت بعض الدراسات بالحالات الشاذة في الدورة العامة للغلاف الجوي. فقد تبين لـ (Kurktin, et.al. 2004) أنه في السنوات التي يظهر فيها أهدود ضعيف من الضغط الجوي المنخفض قرب السواحل الشرقية للقارات شتاءً؛ يناظره أهدود آخر منخفض فوق المحيطات في فصل الربيع، ويرجع سبب ذلك إلى تسخين مفاجئ في المحيطات، ناجم عن شدوذ حصل في الشتاء السابق.

كما حرصت بعض الدراسات على اكتشاف دورات زمنية محددة لمعدلات التلوث الجوي، فقد تبين وجود دورة فصلية للملوثات الجوية في شبه القارة الهندية، حيث يبلغ تركيز الملوثات أقصاه قبل الفصل الموسمي، وأدنى تركيز لها يكون أثناء الفصل نفسه (Chakraborty, et.al., 2003)، كما أثبتت دراسة Strong et.al. (2005م) وجود دورة خاصة لتكون الغيوم

(١) النينو: ظاهرة مناخية، تمثل شدوذاً في الشرط العام للمناخ السائد على السواحل الغربية المدارية للقارات وما يجاورها، ويرافق هذه الحالة اضطرابات عنيفة في الطقس مصحوبة بالعواصف الرعدية الممطرة، تنتج عن شدوذ مفاجئ في درجات حرارة المياه السطحية بسبب ظاهرة انقلاب الطبقات المائية (uplifting)، فإن كان الشدوذ موجباً تدعى الظاهرة عندئذ (النينو) وإن كان سالباً تسمى (نينيا).

ضمن طبقات الغلاف الجوي المنخفضة، ورأى أن هذه الدورة ترتبط بمعدلات انتقال الرطوبة ضمن طبقات الغلاف الجوي.

وتعد دراسة Petenxo and Argentini (٢٠٠٠م) أقرب الأبحاث إلى بحثنا الحالي؛ رغم اختلاف الظروف المناخية بين منطقة المدينة المنورة وبين موضوع ذلك البحث. حيث قام الباحثان بتحليل قيم الضغط الجوي السطحي لإحدى المحطات المناخية بقارة (انتركتيكا)<sup>(١)</sup> Anterctica باستخدام تقنية التحليل الطيفي spectral analysis، وتبين لهما وجود تباين في قيم الضغط الجوي خلال اليوم الواحد، فهناك قمم تتكرر كل نصف يوم، والقمم ذات اليوم الواحد قليلة التكرار، وأن لهذه الدورة تأثيراً مباشراً على اتجاه الرياح المحلية وسرعتها.

والمدينة المنورة إحدى المدن الرئيسية في المملكة العربية السعودية، تتميز أمطارها بالشح وعدم الانتظام، وهي انعكاس مباشر لقيم الضغط الجوي وتوزيعه. ولم يسبق أن درست ظاهرة تقلب أحوالها الجوية بصورة دقيقة. ولعل هذا البحث يسدّ بعض النقص في هذا المجال، حيث يجيب عن بعض التساؤلات الخاصة باضطراب الحالة الجوية في المدينة المنورة من أن إلى آخر. وبناءً عليه فإن هذا البحث يهدف إلى تحديد دورة قصيرة الأجل<sup>(\*)</sup> للضغط الجوي بالمدينة المنورة، ومعرفة ما إذا كان طول هذه الدورة يختلف بين الصيف والشتاء، وذلك بتحليل قيم الضغط الجوي السطحية لمحطة المدينة المنورة الكائنة في مطار الأمير محمد بن عبد العزيز.

(١) - القارة القطبية المتجمدة الجنوبية، مساحتها ١٤ مليون كلم<sup>٢</sup>، تغطيها الثلوج بسماكة مائة متر أحياناً

طوال العام، وتظهر بعض شواطئها في أواخر الصيف لمدة بضعة أسابيع فقط .

(\*) الدورات القصيرة الأجل تتعلق بتكرار ظاهرة ما خلال فترة زمنية محددة يمكن للإنسان أن يدركها، وقد تقاس بالساعة أو اليوم أو السنة. أما طويلة الأجل فتقاس بالسنوات وقد لا يستطيع الإنسان إدراكها لطولها. وقد تصل إلى آلاف السنين.

**منطقة البحث** تقع محطة مطار الأمير محمد بن عبد العزيز على بعد (١٣) كم شمال شرق الحرم النبوي الشريف، وترتفع المنطقة عن سطح البحر نحو (٦٣٣) متراً، وتقع على درجة عرض (٢٤°٤٣') شمال خط الاستواء، وخط طول (٤٢°٣٩') شرق غرينتش، وهناك محطة مناخية أخرى توجد ضمن مزرعة سيدنا عثمان بن عفان على بعد (٥) شمال غرب المسجد النبوي الشريف (شكل ١).

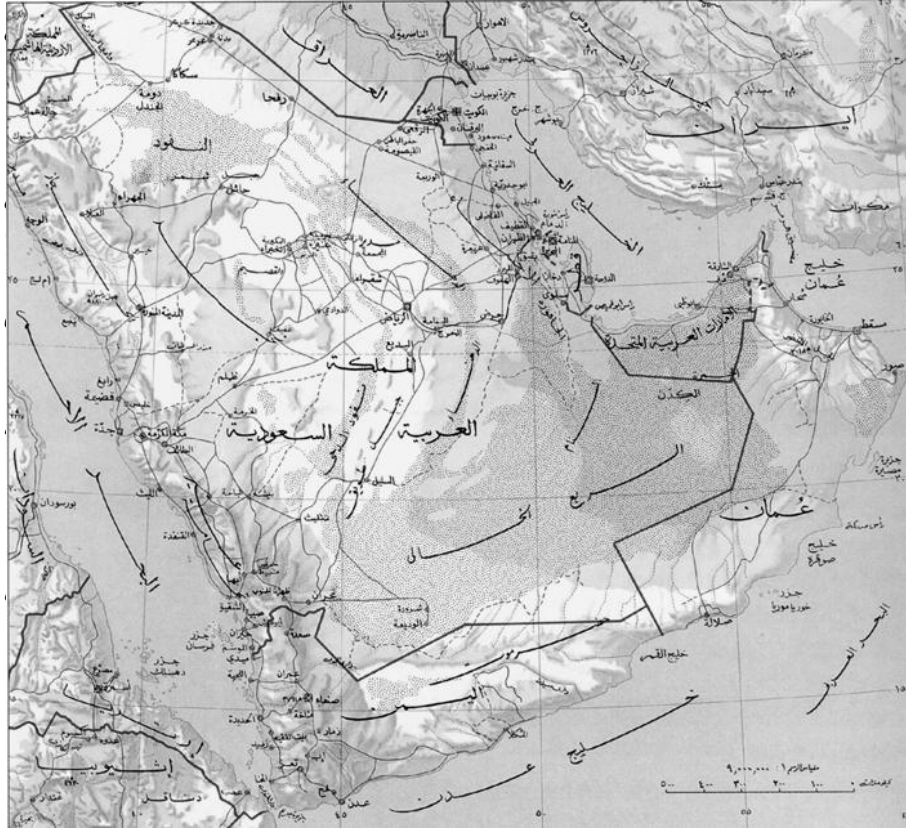
فرض الموقع الفلكي على المدينة المنورة ظروفاً مناخية قاسية، يغلب عليها الجفاف، وارتفاع معدلات الحرارة، وتذبذب سقوط الأمطار، وغلبة المناخ القاري عليها، فتأثير البحر الأحمر عليها يكاد يكون معدوماً. وتعد المدينة المنورة من أفقر مناطق المملكة بالأمطار. إذ لا يتجاوز المعدل السنوي للأمطار (٥٠) ملم، وعدد الأيام الماطرة لا يتعدى معدلها السنوي (١٤) يوماً، وأغلبها يقع في فصلي الربيع والشتاء، وبذلك فإن تركيز الأمطار يكون بشكل واضح في فصل الربيع ثم الشتاء<sup>(١)</sup>.

وتتميز المدينة المنورة بارتفاع المعدل الشهري لدرجة الحرارة عدا أشهر الشتاء (ديسمبر، يناير، فبراير) الذي يتصف بالاعتدال نوعاً ما، حيث يبلغ المعدل السنوي لدرجة الحرارة في المدينة المنورة نحو (٢٨م°)، ويصل أقصى معدل لدرجة الحرارة في شهر تموز (٣٦م°)، وأدنى معدل لها في شهر يناير (١٨م°). يناظر ذلك انخفاض في معدل الرطوبة النسبية، حيث يصل معدلها السنوي (٣٢%) بينما يصل المعدل نفسه في ينبع (٥٨%)<sup>(٢)</sup>.

أما الرياح فيغلب عليها صفة الهدوء، إذ أن المعدل السنوي لسرعة الرياح يصل إلى (١٠.٤) كم/ساعة، وأن الاتجاه الغالب عليها هو الاتجاه الشمالي الغربي، حيث بلغت نسبة هبوبها من هذه الجهة نحو (٢٦%)، تليها

(١) طلبية، ٢٠٠٢، ص ١٠٣.

(٢) المصدر السابق، ص ٩٤.



شكل رقم (١) خريطة المملكة العربية السعودية وتظهر فيها خطوط العرض القريبة من المدينة المنورة

تضم المدينة المنورة نحو مليون نسمة وفق إحصاء عام ١٤٢٥هـ. موزعين على أحياء ينظمها نمط شائع في المدن الإسلامية القديمة وهو النمط الدائري، الذي يحتل فيه المسجد الجامع المركز، ويمثل المسجد النبوي منتصف المدينة تحيط به ثلاث خطوط رئيسية للمواصلات تدعى بالخطوط الدائرية السريعة، وينحصر خط رابع بين الدائري الثاني والأول

(١) المصدر نفسه، ص ٦٥.



يدعى بالحزام أو شارع الأمير عبد المجيد. وتتركز معظم الخدمات التجارية والفندقية ضمن المنطقة المركزية التي يحيطها الدائري الأول ثم الحزام. وتتميز المدينة عن غيرها من المدن الصحراوية بجفاف هوائها ونقائه وقلّة العواصف الغبارية لحماية المناطق المحيطة بها بالحرارة البازلتية والتلال الجرانيتية.

**منهج البحث** استخدمت لهذا البحث المعدلات اليومية لقيم الضغط الجوي السطحي لمحطة مطار الأمير محمد بن عبد العزيز المناخية، التابعة للرئاسة العامة للأرصاد وحماية البيئة، للفترة (٢٠٠٠-٢٠٠٣). واستخرجت المعدلات الشهرية والانحرافات المعيارية، كما استخدمت المتوسطات المتحركة Moving Avarage بفارق زمني (يومين، ثلاثة أيام حتى ٢٠ يوماً)، بهدف اكتشاف دورة زمنية قصيرة الأجل للضغط الجوي بالمدينة المنورة، وجرى تطبيق معامل ارتباط بيرسون Pearson بين هذه المتوسطات مع القيم الحقيقية للضغط الجوي. ومن خلال حساب الفترة التي تتكرر فيها قيم الضغط الجوي الناجمة عن المتوسطات المتحركة، تمّ تحديد طول الدورة الزمنية للضغط الجوي، وتمّ التأكد من هذه الدورة من خلال تغيير نسق قيم معاملات الارتباط. وقد تكررت هذه العملية ثلاث مرات: واحدة لجميع أيام السنة، وأخرى للفترة من (أكتوبر - مارس)، والفترة الثالثة من (إبريل - سبتمبر).

ويستخدم المتخصصون في استنباط الدورات الزمنية لبعض الظواهر الطبيعية وبخاصة المناخية منها عدة طرق، منها: سنة الرجوع أو فترة الرجوع Recurrance Interval، وتستخدم هذه الطريقة للحالات المتطرفة، كما تستخدم السلاسل الزمنية Time Series، والتحليل الطيفي، ويعد استخدام المتوسطات المتحركة شائعاً لدى علماء المناخ والأرصاد الجوية.

بيدو من الجدول الآتي رقم (١) أن معدل قيم الضغط الجوي في المدينة المنورة خلال فترة البحث (٢٠٠٠-٢٠٠٣م) يصل إلى (١٠٠٨.٠٧) مليبار، بينما يصل المعدل نفسه للفترة المحصورة ما بين (١٩٧٠ - ١٩٩٥م) نحو (١٠١٠.٨٠) مليبار<sup>(١)</sup>. وتتفاوت قيم الضغط الجوي من شهر إلى آخر، حيث تسجل أشهر الشتاء أعلى القيم، بينما تسجل أشهر الصيف أدنى القيم، ويعود سبب ذلك إلى ارتفاع درجة الحرارة خلال تلك الأشهر، مما يساهم في تخلخل الهواء، وتكوين تيارات حمل تخفف من قيم الضغط الجوي السطحية، وبينما يحصل العكس شتاء حين يبرد الهواء فيتضاغط، وتقل معدلات تكون تيارات الحمل كما هو الحال في الصيف. ويجب أن لا يغيب عن بالنا أن هذه القيم تمثل قيم الضغط في الطبقات الدنيا للغلاف الجوي الملازمة لسطح الأرض، وبمقارنة المعدلات الشهرية لقيم الضغط الجوي للمدينة مع القيم نفسها لمحطة ينبع، نجد أن معدلات محطة ينبع أقل بشكل عام، ولكنها تتخذ النمط نفسه، ويعود سبب ذلك إلى ارتفاع الرطوبة النسبية في ينبع بالمقارنة بالمدينة المنورة.

ومن الجدير ملاحظته من هذا الجدول أيضاً ارتفاع قيم الانحراف المعياري في أشهر الشتاء وانخفاضها في أشهر الصيف، وذلك لنشاط الدورة العامة للغلاف الجوي بنصف الكرة الشمالي شتاءً، وغلبة الاستقرار النسبي على المنطقة صيفاً. ولا يعني ارتفاع الضغط الجوي شتاءً أن الطقس أميل للاستقرار، حيث أن هذه القيم قد تكون أقل مما حولها مما يسبب خلافاً في الاستقرار النسبي للطقس خلال فصل الشتاء. أما الانخفاض الظاهر لقيم الضغط الجوي صيفاً، فقد يكون أعلى من تلك القيم بالمناطق المجاورة لذلك يغلب على فصل الصيف الاستقرار.

(١) طلبية، ٢٠٠٢، ص ٥٥.

الجدول (١) المعدل الشهري لقيم الضغط الجوي بالمدينة المنورة خلال فترة البحث وخلال الفترة (١٩٧٠ - ١٩٩٥) بالمليبار

الرقم	الشهر	المتوسط/فترة البحث ٢٠٠٠ - ٢٠٠٣	التكرار	الانحراف المعياري	المتوسط/المدينة ١٩٧٠ - ١٩٩٥	المتوسط/ينبع <sup>(٥)</sup> ١٩٧٠ - ١٩٩٥
١	يناير	١٠١٦.٨٤	١٢٤	٦.٧٨٨	١٠١٨.١٠	١٠١٥.٣٠
٢	فبراير	١٠١٣.٨١	١١٣	٣.٤٤٨	١٠١٦.٧٠	١٠١٣.٠٠
٣	مارس	١٠١٠.٦٤	١٢٤	٣.٣٣٠	١٠١٣.١٠	١٠١١.٠٠
٤	إبريل	١٠٠٧.١٠	١٢٠	٢.٤٥٨	١٠١٠.٣٠	١٠٠٩.١٠
٥	مايو	١٠٠٤.٦٢	١٢٤	١.٨٤٣	١٠٠٨.٠٠	١٠٠٧.٨٠
٦	يونيه	١٠٠١.٣٧	١٢٠	١.٦٦٣	١٠٠٤.٨٠	١٠٠٤.٠٠
٧	يوليه	١٠٠٠.٠٢	١٢٤	١.٨٦٤	١٠٠٢.٧٠	١٠٠٣.٠٠
٨	أغسطس	٩٩٩.٧١	١٢٤	١.٦٧٨	١٠٠٣.٥٠	١٠٠٣.٤٠
٩	سبتمبر	١٠٠٤.٣٨	١٢٠	١.٧٩٥	١٠٠٥.٩٠	١٠٠٦.٥٠
١٠	أكتوبر	١٠٠٨.٨٩	١٢٤	٢.٠٤٥	١٠١٠.١٠	١٠١٠.٣٠
١١	نوفمبر	١٠١٢.٩٢	١٢٠	٢.٤٩٥	١٠١٥.٩٠	١٠١٣.٢٠
١٢	ديسمبر	١٠١٤.٧٨	١٢٤	٢.٨٥٧	١٠١٨.٩٠	١٠١٥.٥٠
	المعدل السنوي	١٠٠٨.٠٧	١٤٣٠	٦.٤١٩	١٠١٠.٨٠	١٠٠٩.٨٠

(٥) المعدلات الخاصة بالفترة ما بين ١٩٧٠ - ١٩٩٥ تعود إلى: (طلبة، ٢٠٠٢م، ص ٥٥).  
والمعدلات ما بين ٢٠٠٣ - ٢٠٠٢م فهي بيانات غير منشورة من الرئاسة العامة للأرصاد وحماية البيئة.



إبريل - سبتمبر، ويمثل الفصل الثاني الفترة الممتدة من شهر أكتوبر - مارس،  
ثم حسبت المتوسطات الحسابية.

الجدول (٢) المتوسطات المتحركة لقيم الضغط الجوي في المدينة المنورة خلال  
الفترة (٢٠٠٠ - ٢٠٠٣) بالمليبار

التكرار	الانحراف المعياري	المتوسطات المتحركة	طول الفترة
١٤٢٩	٤.١٠٨	١٠٠٨.٠٧٣	سنتين
١٤٢٨	٤.٥٣٨	١٠٠٨.٠٧٣	٣
١٤٢٧	٤.٨١٦	١٠٠٨.٠٧٤	٤
١٤٢٦	٤.٨٦٧	١٠٠٨.٠٧٤	٥
١٤٢٥	٤.٩١٠	١٠٠٨.٠٧٥	٦
١٤٢٤	٥.٠١٢	١٠٠٨.٠٧٥	٧
١٤٢٣	٥.٠٨٦	١٠٠٨.٠٧٦	٨
١٤٢٢	٥.١٤٢	١٠٠٨.٠٧٦	٩
١٤٢١	٥.١٧٤	١٠٠٨.٠٧٦	١٠
١٤٢٠	٥.١٩٢	١٠٠٨.٠٧٦	١١
١٤١٩	٥.١٥٤	١٠٠٨.٠٧٥	١٢
١٤١٨	٥.٢٢٦	١٠٠٨.٠٧٥	١٣
١٤١٧	٥.٢٥٩	١٠٠٨.٠٧٥	١٤
١٤١٦	٥.٢٥٦	١٠٠٨.٠٧٥	١٥
١٤١٥	٥.٢٨٤	١٠٠٨.٠٧٥	١٦
١٤١٤	٥.٣٣٨	١٠٠٨.٠٧٦	١٧
١٤١٣	٥.٣٥١	١٠٠٨.٠٧٦	١٨
١٤١٢	٥.٣٦٥	١٠٠٨.٠٧٧	١٩

## الدورات قصيرة الأجل للضغط الجوي بالمدينة المنورة

١١٣

١٤١١	٥.٣٩٣	١٠٠٨.٠٧٧	٢٠
١٤٣٠	٦.٤١٨	١٠٠٨.٠٧٣	المتوسط العام

المتحركة والانحرافات المعيارية لكل فترة على حدة، واتباع طول الدورة الافتراضية كما طبق على السنة كلها (يومين، ثلاثة، ..... ١٩ يوماً، ٢٠ يوماً). ويوضح الجدول التالي رقم (٣) ملخصاً لنتائج هذه العمليات الإحصائية.

الجدول (٣) المتوسطات المتحركة لقيم الضغط الجوي السطحي في المدينة المنورة خلال فصل الصيف (أبريل - سبتمبر) وفصل الشتاء (أكتوبر - مارس) بالمليبار.

التكرار	الانحراف المعياري	المتوسطات المتحركة المتحركة أكتوبر - مارس	التكرار	الانحراف المعياري	المتوسطات المتحركة المتحركة إبريل - سبتمبر	طول الفترة
٧٢٨	٤.٦٦٠	١٠١٢.٩٤٨	٧٠٠	٣.٠٣٠	١٠٠٣.٠٠٠	يومين
٧٢٧	٤.٦٨١	١٠١٢.٩١٦	٦٦٩	٣.٣٣٦	١٠٠٣.٠١٩	٣
٧٢٦	٤.٧٠٧	١٠١٢.٨٨٠	٦٦٨	٣.٣٨٢	١٠٠٣.٠٤٩	٤
٧٢٥	٤.٧٤١	١٠١٢.٨٤٣	٦٦٧	٣.٤٤١	١٠٠٣.٠٨٥	٥
٧٢٤	٤.٧٧٠	١٠١٢.٨١٤	٦٦٦	٣.٤٩٥	١٠٠٣.١١٧	٦
٧٢٣	٤.٧٩٢	١٠١٢.٨٠٠	٦٦٥	٣.٥٣٥	١٠٠٣.١٤٢	٧
٧٢٢	٤.٨٠٠	١٠١٢.٧٧٥	٦٦٤	٣.٥٦٠	١٠٠٣.١٥٣	٨
٧٢١	٤.٨٠٨	١٠١٢.٧٦٢	٦٦٣	٣.٥٦٨	١٠٠٣.١٦٠	٩
٧٢٠	٤.٨١٥	١٠١٢.٧٤٧	٦٦٢	٣.٥٨٩	١٠٠٣.١٧١	١٠
٧١٩	٤.٨٣٧	١٠١٢.٧٢٣	٦٦١	٣.٦١٠	١٠٠٣.١٩٠٢	١١
٧١٨	٤.٨٦٥	١٠١٢.٦٨٩	٦٦٠	٣.٦٤١	١٠٠٣.٢١٦	١٢
٧١٧	٤.٨٩٩	١٠١٢.٦٥١	٦٥٩	٣.٦٨٣	١٠٠٣.٢٥٠	١٣
٧١٦	٤.٩٢٧	١٠١٢.٦٢٠	٦٥٨	٣.٧١٩	١٠٠٣.٢٧٨	١٤
٧١٥	٤.٩٤٩	١٠١٢.٦٠٣	٦٥٧	٣.٧٣٦	١٠٠٣.٢٩٥	١٥
٧١٤	٤.٩٥٨	١٠١٢.٥٩٥	٦٥٦	٣.٧٤٦	١٠٠٣.٣٠٢	١٦
٧١٣	٤.٩٨٠	١٠١٢.٥٧٩	٦٥٥	٣.٧٥٨	١٠٠٣.٣١٧	١٧
٧١٢	٥.٠١٧	١٠١٢.٥٤٧	٦٥٤	٣.٧٩٢	١٠٠٣.٣٤٩	١٨
٧١١	٥.٠٤٥	١٠١٢.٥١١	٦٥٣	٣.٨٣٨	١٠٠٣.٣٨٢	١٩
٧١٠	٥.٠٧٦	١٠١٢.٤٧١	٦٥٢	٣.٨٨٧	١٠٠٣.٤١٩	٢٠
٧٢٩	٤.٦٤٤	١٠١٢.٩٦٨	٧٠١	٣.٢٨٠	١٠٠٣.٩٨١	المتوسط العام

يتضح من الجدول السابق (٣) أن متوسط قيم الضغط الجوي السطحي في الفترة الأولى (إبريل- سبتمبر) أقل من الفترة الثانية (أكتوبر- مارس) وبمستوى ثقة قدره ٩٩٪ وفق اختبار (t)، كما أن متوسط قيم الانحرافات المعيارية للفترة الثانية أعلى من متوسط قيم الانحرافات المعيارية للفترة الأولى. بمستوى ثقة قدره ٩٩٪ وفق اختبار (t).

وإذا تتبعنا المتوسطات الخاصة بالفترة الأولى والفترة الثانية، نجد ثبات القيم على يسار الفاصلة العشرية، وإن التغير بدأ في الرقم الذي يقع مباشرة بعد الفاصلة العشرية، علماً بأن هذا الأمر يختلف عما ورد في الجدول (٢)، إذ أن التغير حصل في الخانة العشرية الثالثة. نظراً لوجود تفاوت واضح بين أيام السنة مجتمعة يفوق التباين بين قيم الفترتين كل على حدة، واتضح هذا الأمر من خلال ارتفاع قيمة متوسط الانحرافات المعيارية السنوية (٦.٤١٨) عن متوسط الانحرافات المعيارية للفترة الأولى (٣.٢٨٠)، وللفترة الثانية أيضاً (٤.٦٤٤).

وتبين وجود دورتين لقيم الضغط الجوي السطحي بالمدينة المنورة في الفترة الأولى (إبريل- سبتمبر)، الدورة الأولى وطولها ستة أيام، (من ٦ ذات المعدل ١٠٠٣.١١٧ إلى ١١ ذات المعدل ١٠٠٣.٠٨٥)، ثم (من ١٢ ذات المعدل ١٠٠٣.٣٠٢ إلى ١٩ ذات المعدل ١٠٠٣.٣٨٢)، باعتبار أن التغير قد حصل في أول خانة عشرية بعد الفاصلة أي أن متوسط هاتين الدورتين هو خمسة أيام.

أما الفترة الثانية (أكتوبر- مارس) فقد تبين وجود دورة واحدة طولها أربعة أيام باعتبار أن التغير حصل في الخانة العشرية الأولى التي تتبع الفاصلة، وهذه الدورات يمكن ملاحظتها: (من ٤ ذات المعدل ١٠١٢.٨٨٠ إلى ٧ ذات المعدل ١٠١٢.٨٠٠) ثم (من ٨ ذات المعدل ١٠١٢.٧٢٣) ثم (من ١٢ ذات المعدل ١٠١٢.٦٨٩ إلى ١٥ ذات المعدل ١٠١٢.٦٠٣) ثم (من ١٩ ذات

المعدل ١٠١٢.٥٩٥ إلى ١٩ ذات المعدل (١٠١٢.٥١١). أي أن طول الدورة في الفترة الأولى (إبريل - سبتمبر) أطول من طول الدورة في الفترة الثانية (أكتوبر - مارس).

الدورة من خلال معاملات الارتباط

وللتأكد من صحة ما تمّ التوصل إليه من خلال المتوسطات المتحركة، جرى تطبيق معامل ارتباط بيرسون بين هذه المتوسطات والقيم الحقيقية للضغط الجوي السطحي. وقد طبق هذا الأمر ثلاث مرات مرة كل أيام السنة، ومرة أخرى لأيام الفترة (إبريل - سبتمبر) ثم لأيام الفترة الثانية (أكتوبر - مارس). ويبين الجدول التالي رقم (٤) نتائج هذا التحليل.

جدول (٤)

قيم معاملات الارتباط بين المتوسطات المتحركة والقيم الحقيقية حسب السنة وحسب الفترة (٢٠٠٠ - ٢٠٠٠ م)

أكتوبر - مارس			إبريل - سبتمبر			السنة			طول الفترة
العدد	مستوى الثقة	الارتباط	العدد	مستوى الثقة	الارتباط	العدد	مستوى الثقة	الارتباط	
٧٢٩	٠.٠٠	١.٠٠	٧٠١	٠.٠٠	١.٠٠٠	١٤٣٠	٠.٠٠	١.٠٠٠	١
٧٢٨	٠.٠٠	٠.٦٢٨	٧٠٠	٠.٠٠	٠.٩١٠	١٤٢٩	٠.٠٠	٠.٨٨٩	٢
٧٢٧	٠.٠٠	٠.٤٤٠	٦٦٩	٠.٠٠	٠.٧٨٧	١٤٢٨	٠.٠٠	٠.٨٢٢	٣
٧٢٦	٠.٠٠	٠.٣٩١	٦٦٨	٠.٠٠	٠.٧٣٣	١٤٢٧	٠.٠٠	٠.٨٠١	٤
٧٢٥	٠.٠٠	٠.٣٨٩	٦٦٧	٠.٠٠	٠.٧٣٠	١٤٢٦	٠.٠٠	٠.٨٠٠	٥

(\*) يعتبر الارتباط مقبول إحصائياً في هذا البحث عند مستوى الثقة (٠.٠١) وفق اختبار (t).



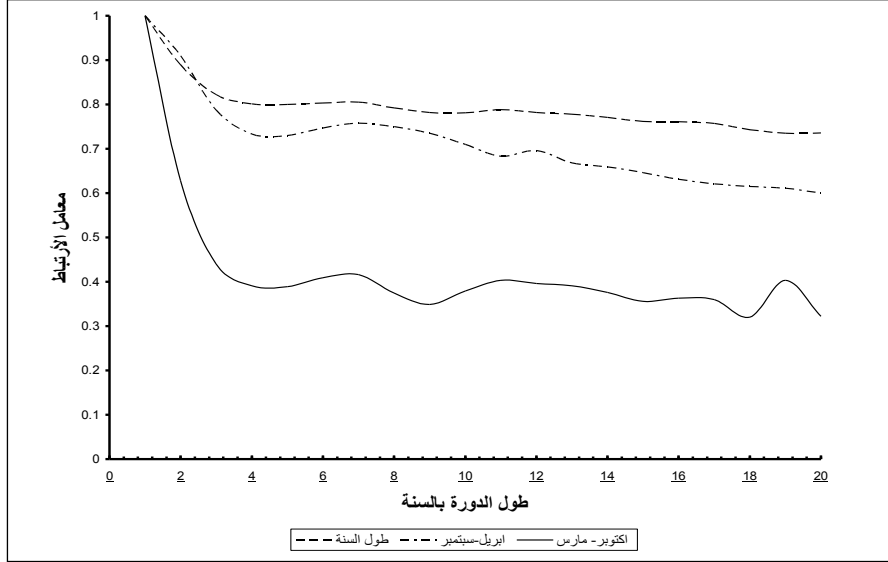
٧٢٤	٠.٠٠	٠.٤٠٩	٦٦٦	٠.٠٠	٠.٧٤٧	١٤٢٥	٠.٠٠	٠.٨٠٣	٦
٧٢٣	٠.٠٠	٠.٤١٦	٦٦٥	٠.٠٠	٠.٧٥٨	١٤٢٤	٠.٠٠	٠.٨٠٥	٧
٧٢٢	٠.٠٠	٠.٣٧٥	٦٦٢	٠.٠٠	٠.٧٥٠	١٤٢٣	٠.٠٠	٠.٧٩٢	٨
٧٢١	٠.٠٠	٠.٣٤٩	٦٦٣	٠.٠٠	٠.٧٣٥	١٤٢٢	٠.٠٠	٠.٧٨٢	٩
٧٢٠	٠.٠٠	٠.٣٧٩	٦٦٢	٠.٠٠	٠.٧١٠	١٤٢١	٠.٠٠	٠.٧٨١	١٠
٧١٩	٠.٠٠	٠.٤٠٣	٦٦١	٠.٠٠	٠.٦٨٣	١٤٢٠	٠.٠٠	٠.٧٨٨	١١
٧١٨	٠.٠٠	٠.٣٩٦	٦٦٠	٠.٠٠	٠.٦٦٩	١٤١٩	٠.٠٠	٠.٧٨٢	١٢
٧١٧	٠.٠٠	٠.٣٩١	٦٥٩	٠.٠٠	٠.٦٦٨	١٤١٨	٠.٠٠	٠.٧٧٨	١٣
٧١٦	٠.٠٠	٠.٣٧٦	٦٥٨	٠.٠٠	٠.٦٥٩	١٤١٧	٠.٠٠	٠.٧٧١	١٤
٧١٥	٠.٠٠	٠.٣٥٦	٦٥٧	٠.٠٠	٠.٦٤٦	١٤١٦	٠.٠٠	٠.٧٦٢	١٥
٧١٤	٠.٠٠	٠.٣٦٣	٦٥٦	٠.٠٠	٠.٦٣١	١٤١٥	٠.٠٠	٠.٧٦١	١٦
٧١٣	٠.٠٠	٠.٣٦٠	٦٥٥	٠.٠٠	٠.٦٢١	١٤١٤	٠.٠٠	٠.٧٥٧	١٧
٤١٢	٠.٠٠	٠.٣٢٠	٦٥٤	٠.٠٠	٠.٦١٥	١٤١٣	٠.٠٠	٠.٧٤٣	١٨
٧١١	٠.٠٠	٠.٤٠٣	٦٥٣	٠.٠٠	٠.٦١١	١٤١٢	٠.٠٠	٠.٧٣٥	١٩
٧١٠	٠.٠٠	٠.٣٢٢	٦٥٢	٠.٠٠	٠.٦٠٠	١٤١١	٠.٠٠	٠.٧٣٦	٢٠

ولتوضيح فكرة استخدام معامل الارتباط بين القيم الحقيقية للضغط الجوي والقيم الناتجة عن المتوسطات المتحركة للحصول على دورات زمنية للضغط الجوي في المدينة المنورة، فإن الأمر يتلخص بمايلي:

نفرض أن البيانات الحقيقية للضغط الجوي احتلت العمود (A) في مصفوفة البيانات، وأن القيم الناتجة عن المتوسطات المتحركة لمدة يومين تحتل

الشكل رقم (٢)

معامل الارتباط بين القيم الحقيقية للضغط الجوي و المتوسطات المتحركة في المدينة المنورة



العمود (B)، والقيم الناتجة عن المتوسطات المتحركة لمدة ثلاثة أيام تحتل العمود (C)، والقيم الناتجة عن المتوسطات المتحركة لمدة أربعة أيام تحتل العمود (D)، وهكذا حتى نصل إلى (٢٠) عموداً تمثل متوسطات متحركة لفترات زمنية يتفاوت طولها من سنتين إلى عشرين سنة. ثم يتلو ذلك تطبيق معامل ارتباط بيرسون بين العمود (A) والأعمدة الأخرى كل على حدة. ونحصل بذلك على (٢٠) معامل ارتباط. وبالتأكيد سيكون معامل الارتباط بين (A) و (B) هو الأعلى لأن الفترة الزمنية متقاربة وكلما طالت الفترة الزمنية يصبح معامل الارتباط أقل، وعندما يبدأ معامل الارتباط بالارتفاع فإن هذا يدل على حدوث دورة زمنية للضغط الجوي، وعندما تأخذ قيم معامل الارتباط بالهبوط، فإن هذه الدورة قد انتهت وستبدأ دورة جديدة. ولتسهيل فهم هذا النسق فإن الشكل رقم (٢) والجدول رقم (٤) يوضحان هذه الفكرة بشكل جلي.

فمن خلال الجدول (٤) تم تحديد دورة زمنية يبلغ طولها خمسة أيام، ويمكن ملاحظة هذا الشيء إذا تتبعنا قيم معامل الارتباط في هذا الجدول

الخاصة بالسنة: (فمن ٢ ذات القيمة ٠.٨٨٩ إلى ٦ ذات القيمة ٠.٨٠٣ فإن عدد أيامها خمسة). ثم: (من ٧ ذات القيمة ٠.٨٠٥ إلى ١١ ذات القيمة ٠.٧٨٨). والشيء نفسه يمكن ملاحظته بقيم معامل الارتباط الخاصة بالفترة الأولى (إبريل - سبتمبر): (فمن ٢ ذات القيمة ٠.٩١٠ إلى ٦ ذات القيمة ٠.٧٤٧). وبقيت قيم معامل الارتباط متقاربة جداً من: (٦ ذات القيمة ٠.٧٤٧ إلى ١٠ ذات القيمة ٠.٧١٠). كما لوحظ طول هذه الدورة أيضاً بالعمود الذي يمثل قيم معاملات الارتباط بالنسبة للفترة الثانية (أكتوبر - مارس): (فمن ٢ ذات القيمة ٠.٦٢٨ إلى ٦ ذات القيمة ٠.٦٦٦) ثم (من ٧ ذات القيمة ٠.٤١٦ إلى ١١ ذات القيمة ٠.٤٠٣) ثم (من ١٧ ذات القيمة ٠.٣٦٠ إلى ٢٠ ذات القيمة ٠.٣٢٢).

ومن الشكل (٢) يتضح كما في الجدول (٤) أن قيم معاملات الارتباط بين أيام السنة أعلى من قيم معاملات الارتباط خلال الفترتين أنفتي الذكر، وقد سجلت الفترة الثانية (أكتوبر - مارس) أقل القيم الخاصة بمعاملات الارتباط، وهذا ناجم عن عدم استقرار الجو خلال فترة الشتاء وازدياد وتيرة تقلبه في المدينة المنورة. كما يلاحظ أن الدورات الخاصة بالفترة الثانية أكثر وضوحاً وتعددًا وقد تم توقع طول الدورة الثانية من خلال تكملة المنحنى إلى يوم (٢١)، حتى أصبح طول الدورة خمسة أيام.

يتضح مما سبق وجود دورة زمنية لقيم الضغط الجوي السطحي في المدينة المنورة يتراوح طولها ما بين أربعة أيام إلى ستة أيام مع تركيز شديد عند الرقم (٥ أيام). وقد تفاوتت قيم معامل الارتباط بين المتوسطات المتحركة وبين القيم الحقيقية بين فترة وأخرى. كما كانت الدورات أكثر وضوحاً وحدة في الفترة الثانية (أكتوبر - مارس).

فما سبب هذه الدورات؟ وما سر هذا الطول؟ ولماذا هذا التباين بين الفترات الزمنية؟ فمن المعروف أن هناك دورة يومية لقيم الضغط الجوي

Diurnal Cycle ناجمة عن ظاهرة المد والجزر في الغلاف الجوي Tidal Effects. وإن هذه الذبذبات في قيم الضغط الجوي ناجمة عن النظام الشامل للرياح على الأرض A global Wind System ، فعندما يتم امتصاص أشعة الشمس من قبل الأوزون وبخار الماء في الغلاف الجوي فإن هذا الأمر هو المسؤول عن حصول المد والجزر في طبقات الغلاف الجوي، وقد تعرضت ظاهرة المد والجزر هذه إلى العديد من الدراسات (Petenko et al. 2000).

ولعل الأمر عائد أيضاً إلى ما يدعى بالديناميكا الحرارية Thermo Dynamic<sup>(\*)</sup> التي تعيد التوازن الحراري لسطح الأرض. حيث تتفاوت أجزاء الأرض المختلفة في حصولها على الطاقة الشمسية، وتتولى التيارات الهوائية والرياح، والتيارات المائية والأمواج نقل الطاقة من أماكن الوفرة إلى الأماكن الأقل وفرة، ويعبر البعض عن ظاهرة التوازن الحراري بالمد والجزر Therma Tide ، وتلعب الطبوغرافيا دوراً مهماً في هذا الشأن، عندما تخلق شذوذاً في مسار قيم الضغط الجوي، والحرارة والرياح. (Petenko et.al. 2000).

أما عن سبب طول هذه الدورة والبالغ «بشكل عام» خمسة أيام فإن الأمر يحتاج إلى دراسة أخرى تربط بين هذه الدورة ومعدلات درجة الحرارة اليومية، لأن درجة الحرارة هي العنصر الأكثر فعالية في التأثير على عناصر الطقس. أما سبب تفاوت الطول «نوعاً ما» وتفاوت الوضوح بين فترة وأخرى. فإن الأمر يعود إلى الدورة العامة للغلاف الجوي، ففي فصل الصيف وفي السنوات الأقل أمطاراً واضطراباً تكون الدورة العامة للغلاف الجوي ضعيفة في النصف الشمالي من الكرة الأرضية، وتكون خطوط الضغط الجوي المتساوي في طبقات الجو العليا سلسلة، والعكس يحدث عندما يكون الفصل شتاءً وبخاصة إذا كانت هذه السنة مطيرة. (الخطيب، ٢٠٠١)، لذلك نجد وضوحاً في دورة الضغط الجوي بالمدينة المنورة التي

(\*) الديناميكا الحرارية: هو العلم الذي يبحث في الطاقة الحرارية وتغيراتها.

تمثل فصل الشتاء «نوعاً ما»، أكثر منه في فصل الصيف.

### الخلاصة

استخدمت المعدلات اليومية لقيم الضغط الجوي السطحي لمحطة المدينة المنورة المناخية الكائنة بمطار الأمير محمد بن عبد العزيز للفترة الزمنية الممتدة من عام ٢٠٠٠ - ٢٠٠٣م، بهدف الكشف عن دورة زمنية قصيرة الأجل للضغط الجوي، وتحقيقاً لهذا الهدف قسمت السنة إلى فترتين زمنيتين، تمتد الأولى من (إبريل - سبتمبر) وتمتد الثانية من (أكتوبر - مارس). واستخرجت المتوسطات المتحركة بطول يتراوح من يومين إلى ٢٠ يوماً .

وطبق معامل ارتباط بيرسون بين قيم المتوسطات المتحركة وبين القيم الحقيقية للضغط الجوي للسنة كلها ولكل فترة زمنية على حدة. وقد تبين أن قيم الضغط الجوي ترتفع شتاءً وتقل صيفاً، وأن أعلى قيمة للضغط في يناير وأقلها في أغسطس، وتميزت أشهر الشتاء بارتفاع قيم الانحراف المعياري مقارنة بقيم أشهر الصيف، وخلصت البحث إلى أن هناك دورة زمنية قصيرة الأجل للضغط الجوي في المدينة المنورة تتراوح ما بين ٤ - ٦ أيام مع تركيز شديد حول العدد (٥). أي أن الدورة المهيمنة على الضغط الجوي في المدينة هي بطول خمسة أيام. واتضح أن الدورة في فصل الشتاء (الفترة الثانية) أكثر وضوحاً وشدة من دورات الفترة الأولى (إبريل - سبتمبر). وقد توافقت نتائج تحليل السلاسل الزمنية مع نتائج تطبيق معامل الارتباط رغم انخفاض قيم معاملات الارتباط في فترة فصل الشتاء كثيراً عن قيم الضغط الجوي في فصل الصيف. وعزي أمر هذه الدورات الزمنية إلى الديناميكا الحرارية التي يتميز بها الغلاف الجوي، والتي تؤدي إلى حركة مدّ وجزر في الغلاف الجوي تعيد التوازن الحراري للككرة الأرضية بفعل التيارات الهوائية والرياح والتيارات المائية والأمواج. ويوصي الباحث بضرورة ربط هذه الدورة بغيرها من دورات عناصر الطقس وخصائص

الدورة العامة للغلاف الجوي، ومحاولة كشف سر طول هذه الدورة، من خلال إجراء دراسات علمية معمقة.

### قائمة المراجع

#### المراجع العربية:

- الخطيب، حامد موسى، ٢٠٠١م، "مقارنة في منظومة الغلاف الجوي على ارتفاع (٥٠٠) مليون بين سنين واحدة مطيرة والأخرى جافة (١٩٩١ / ١٩٩٢م) - (١٩٩٨ / ١٩٩٩م)"، دراسات، العلوم الإنسانية والاجتماعية، المجلد ٢٨، العدد ٢، ص ٤٦٣ - ٤٧٨. الجامعة الأردنية، عمان.
- طلبة، شحاتة سيد أحمد، ٢٠٠٢م، "مناخ المدينة المنورة وآثاره الاقتصادية"، النادي الأدبي بالمدينة المنورة، المدينة المنورة.
- الرئاسة العامة للأرصاد وحماية البيئة، بيانات غير منشورة.

#### المراجع الأجنبية:

- Camargo, S.J., Barnston, A.Q., Zabiak, S.E., 2005 "A Statical Assessment of Tropical Cyclone Activity in Atmospheric General Cirulation Models". Tellus, series A: Dynamic Meteorology and Oceanography. vol. 57, pp. 589 – 604.
- Chakraborty A., S.K. Satheesh, R.S. Nanjundiah, J. Srinivasan, 2004, "Impact of Absorbing Aerosols on the Simulation of Climate Over the Indian Region an Atmospheric General Circulation Model", Annales Geophysicae, vol. 22. pp. 1421 – 1434
- Kawatani, y., Tahashi, M., Tokioka, T., 2004, "Gravity Waves Arund the Subtropical Jet of the Southern Winter in an Atmospheric General Circulation Model", Geophysical Research letters, vol. 31, pp. 1-4.
- Khairoutdinov, M. , Randall , D. , Demott , C. , 2005 , "Simulations of the Atmospheric General Circulation Using a Cloud – Resolving Model as a superparameteization of physical

- processes", Journal of Atmospheric sciences, vol. 62, pp. 2136 – 2154.
- Kumar, A., Zhang, Q., Peng, P., Jha, B., 2005, "SST – Forced Atmospheric variability in an Atmospheric General Circulation Model, Journal of climate, vol. 18, pp. 3953- 3967.
  - Kurbatin, G.P., Degtyarev, A.I., Korotkova, E.A., "Detemining the Interseasonal Evolution of some Anomalies in the Atmospheric General Circulation", Ivestiya – Atmospheric Ocean physics, vol. 40, pp. 520 – 526.
  - Petenko, I.V.,S. Argentini, 2001 , " The Daily Behavior of pressure and its Influence on the Wind Regime in East Antarctica During the Winter of 1993 and 1994", American Meteorological Society, vol. 40, pp. 1255 – 1264.
  - Strong, C., J. D. Fuentes , M. Garstang, A.K. Bets , 2005 , "Dytime Cycle of Low – Level Clouds and the Trobical Convective Boundary Layer in Southern Amazonia", American Meteorological Society, vol. 44, pp. 1607 – 1619.
  - Zhang, M.H., Lin, W.Y., klein, S.A., Bacmeister, J.T. Bony, S., Cender wall, R.T., Genio, A. D., Zhang, J. H., 2005, " Comparing Clouds and Their Seasonal Variations in 10 Atmospheric General Circulation Models With Satellite Measurements, " Journal of Geophysical Research D:Atmospheres, vol. 110, pp.1-18.

