مجلة مركز بحوث ودراسات

المدينة المنورة

العدد الخامس والثلاثون/شوّال - ذو الحجة ١٤٣١هـ . اكتوبر - ديسمبر ٢٠١٠م

٣٥

- أثر العناصر المناخية في نشأة العواصف الرعدية وتطورها في المدينة المنورة
- الشخصية النسائية في روايات الروائيين المدنيين
- رزين بن معاوية: حياته وآثاره
- مدرسة العلوم الشرعية: المؤسس والمؤسسة

أثر العناصر الجوية
في طبقات الجو العليا في نشأة
العواصف الرعدية وتطورها في المدينة المنورة

د. حامد بن موسى الخطيب
كلية الآداب / جامعة طيبة

المقدمة:

مشكلة الدراسة:

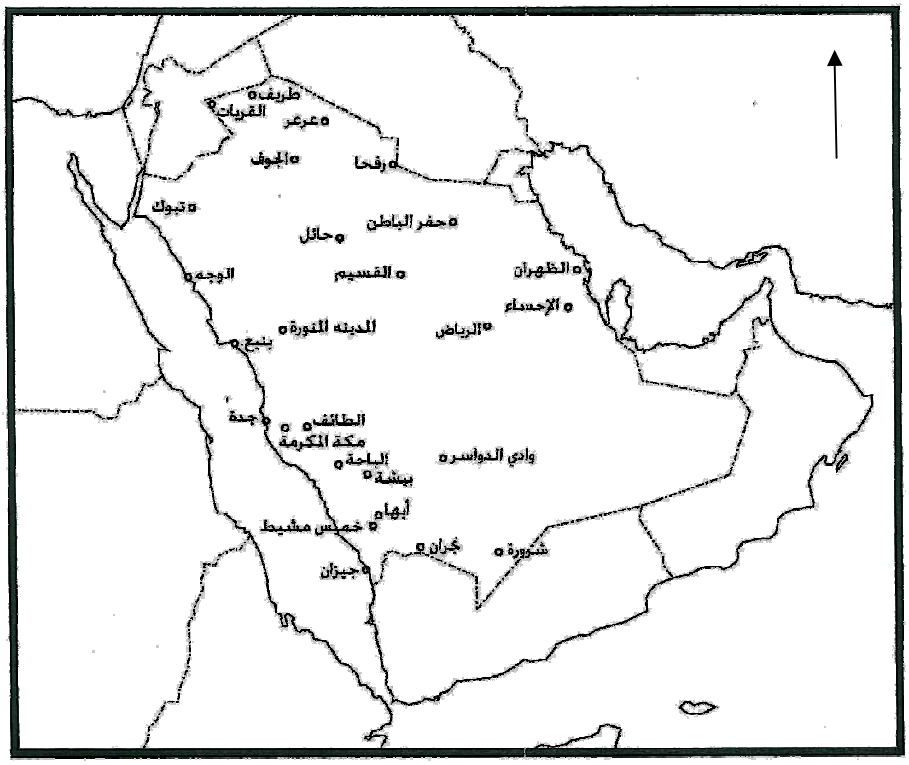
تتعرض المدينة المنورة بين الفنية والأخرى إلى عواصف شديدة مصحوبة بالبرق والرعد وتساقط البرد أحياناً، وتكثر هذه العواصف خلال (الخريف والشتاء والربيع)، وقد تسقط في بعض العواصف أمطارٌ خلال ساعة واحدة أو أقل من ذلك تعادل المتوسط السنوي لسقوط الأمطار في المدينة المنورة ، حيث تدل الإحصاءات المطرية على أن معدل سقوط الأمطار في المدينة السنوي يصل إلى٥٠ ملم فقط.

ونظراً لقلة الاحتياطات اللازمة لصرف مياه الأمطار التي تسقط بغزارة شديدة، فإن مسارب المياه السطحية في الشوارع والأسواق لا تتسع لهذا الكم من المياه؛ مما يساهم في إرباكات مرورية تعجز الجهات المعنية التصرف حيالها، فيبقى الأمر متروكاً حتى تهدأ الحالة الجوية، ويستقر

المستودع الرقمي لمركز بحوث ودراسات المدينة المنورة

حالها، وخير مثال ما حدث عصر يوم ١٢/١ /١٤٢٥هـ، فقد هطل نحو٣٠ ملم خلال نصف ساعة، تبعها نحو ١٥ ملم خلال ساعات الليل الأولى.

ولا غرابة في الأمر، فإن المدينة المنورة تقع ضمن إقليم مناخي صحراوي يغلب عليه الركود وندرة الأمطار، فقد أضفى موقعها الفلكي هذا الواقع، فهي تقع عند تقاطع دائرة العرض ٣٥ً ٢٤ْ شمالاً، وخط طول ٣٦ً ٣٩ْ شرقاً، وهي من أقل مناطق المملكة أمطاراً، ولا يقل عنها إلا الربع الخالي، ويكاد يعادلها بهذا الأمر الإقليم الشمالي الغربي المحاذي لساحل البحر الأحمر (شكل ١).



شكل (١) خارطة المملكة العربية السعودية

المستودع الرقمي لمركز بحوث ودراسات المدينة المنورة

ولعل طابعها الحوضي قد أكّد خصائصها المناخية، فالمدينة المنورة تتوسط حوض تكتوني، مليء بالرواسب التي قد يصل سمكها أحياناً ٨٠ متراً، تعمل هذه الرواسب على خزن مياه الأمطار على صورة مياه جوفية سطحية قليل العمق، ساهمت في جعل المدينة المنورة واحة وارفة عبر مراحلها التاريخية حتى يومنا هذا.

تتولى عدة أودية وشعاب تصريف مياه الأمطار التي تسقط بالمدينة المنورة وما يجاورها، وتلتقي جميعها في منطقة تدعى مجمع الأسيال، حيث يجتمع هناك كل من وادي بطحان، وقنا، والعقيق، مشكلة فيما بعد وادي الحمض، الذي ينتهي بالبحر الأحمر قرب الوجه، وكانت هذه الأودية تشكل خطراً داهماً للأحياء السكنية والأسواق التجارية حتى عهد قريب، ولدرء هذه الأخطار أقيمت سدود مائية على بعض هذه الأودية وبخاصة وادي بطحان ووادي العاقول المؤدي إلى وادي قناة، ويبقى وادي العقيق الذي كان في السابق خارج المنطقة المعمورة من المدينة، وأصبح الآن يتوسطها، وللتخفيف من أثار هذا الوادي أقيم سدّ يدعى (سد عروة)، لم يستطع أن يستوعب فيضانات عام ١٤٢٥هـ، فقررت الجهات المعنية إزالته دون أن تبني بديلاً عنه، ومن المفترض بناء سد آخر في منطقة اليتمة، أو عند النقيع.

والعواصف الرعدية هي أهم أسباب الفيضانات التي تجتاح المدينة المنورة بين الحين والآخر. ولا تدل الوقائع الموثقة حصول أضرار ناتجة عن الصواعق تتعلق بفقدان الأرواح البشرية، إلا أن هذه العواصف قد ساهمت في قطع التيار الكهربائي عن بعض مناطق المدينة المنورة، فضلاً عن الأضرار المادية ببعض المساكن والمحلات التجارية، وإحداث إرباك مؤقت في الاتصالات السلكية واللاسلكية والبث الإذاعي والتلفزيوني.

المستودع الرقمي لمركز بحوث ودراسات المدينة المنورة

وقد أسهبت الأبحاث والدراسات الأجنبية في رصد هذه العواصف وبخاصة في الولايات المتحدة الأمريكية، كما اهتمت في الأضرار الناتجة عنها، والسبل المناسبة التي يجب أن تتبع للحد من أضرارها، وذلك بإيجاد نماذج إحصائية، أو أجهزة خاصة لرصد وتوقع حدوث مثل هذه العواصف، إلا أن المكتبة العربية مازالت تعاني من نقص حاد في معالجة هذا الموضوع.

وبناء عليه، فإن العواصف الرعدية في المدينة المنورة لم تطالها يد الدارسين، رغم الحاجة الملحة لمثل هذه الدراسات، فقد تعرضت المدينة المنورة للعديد من هذه العواصف وأحدثت سيولاً، تدفقت على إثرها المياه إلى الأحياء السكنية والأسواق التجارية. ولعل هذه الدراسة تساهم مساهمة فاعلة في الوصول إلى بعض النماذج الإحصائية التي تمكن المسؤولين من توقع حدوث العواصف الرعدية من خلال قيم بعض العناصر المناخية في طبقات الجو العليا.

الإطار النظري للدراسة:

العاصفة الرعدية Thunderstorm: هي عبارة عن عاصفة يرافقها البرق Lightning، والرعد Thunder، وتكون هذه الظاهرة مرافقة للسحب الركامية Cumulonimbus، والرياح العاصفة Guts، والأمطار الغزيرة، وأحياناً البرق. ولحدوث العاصفة الرعدية يجب أن تتوفر رطوبة كافية، وحالة عدم استقرار Unstable لرفع الهواء والرطوبة؛ لتصبح الفرصة سانحة لتكوين الغيوم، ويحدث الرفع بسبب الجبال والجبهات الهوائية ونسيم البحر، وتحدث العواصف الرعدية بمعدل ١٨٠٠ عاصفة رعدية في العالم كل يوم، ويموت بفعل الصواعق سنوياً ما بين ٧٥ – ١٠٠ شخص (Weather Wizids.com).

ويحدث البرق بسبب سريان الطاقة الكهربائية في الغيمة من أسفل إلى

المستودع الرقمي لمركز بحوث ودراسات المدينة المنورة

أعلى، وتنشأ الطاقة الكهربائية في الغيمة عند انتقال حبيبات الثلج من غيمة إلى أخرى، وهذا يسبب شحن الغيمة بشحنة كهربائية، وعندما تقترب الغيمة من الأرض إلى مسافة معينة تنتقل الشحنة الكهربائية من الغيمة إلى الأرض وترى عملية التفريغ بوضوح، حيث يقوم البرق بفتح ثغرة في طبقة الهواء، وحينما يذهب البرق يرجع الهواء الذي حل محله سهم الكهرباء ليملأ الثغرة الذي أحدثها البرق. يصاحب هذه العملية ما يعرف بالرعد. ويقدر معدل قطر العاصفة الرعدية بنحو ٢٠ كم، ومدتها تتراوح حول ٣٠ دقيقة . ويكون فيها تياران: الأول صاعد Updraft، ويتميز بارتفاع درجة حرارته، وهو الذي يسبب السحب الركامية، والثاني تيار هابط Downdraft، ويتميز بانخفاض درجة حرارته؛ مما يسبب تساقطاً للأمطار أو حدوث ما يدعى بالضباب المطري والشابورة[1].

ولحصول العاصفة الرعدية يجب أن تستمر الغيمة الركامية في الصعود حتى تصل إلى حالة عدم الاستقرار. وإذا استمرت الغيمة في الارتفاع فإن الغيمة الركامية تتحول إلى مزن ركامية، والتي يمكن أن يصل ارتفاعها إلى ٢٠ كم أحياناً.

وتمر العاصفة الرعدية بثلاث مراحل: الأولى تدعى مرحلة التراكم Cumulus، وهي المرحلة التي ترتفع فيها كتلة الهواء إلى أعلى لتكون سحابة بيضاء ركامية، وتتكون الغيمة نتيجة عملية التكأثف؛ مما يسبب انطلاق الطاقات الكامنة التي تجعل وسط الغيمة أكثر حرارة مما حولها، وتظل الغيمة تنمو باستمرار تزودها بالرطوبة من أسفل، وفي هذه المرحلة تكون مرحلة النضج قد بدأت، حيث تنتهي عملية التكأثف لتدخل مرحلة

(١)(Weather wizids.com.٢٠٠٩)

المستودع الرقمي لمركز بحوث ودراسات المدينة المنورة

التشتت بعد نصف ساعة تقريباً من بداية تشكل الغيمة، وبعد ذلك تتحول التيارات الكلية الصاعدة Convective Storm إلى تيارات هابطة Downdrafts؛ لتعويض الهواء الرطب الدافئ في طبقات الجو الدنيا التي استنزفت منه الرطوبة، وفي خلال ساعة تكون العاصفة قد وصلت إلى مرحلة النهاية؛ فيتوقف سقوط الأمطار pidwirngip.www.eoearth.org.com. وهناك من يصنفها إلى مراحل ثلاث ولكن بترتيب مختلف. فالمرحلة الأولى تدعى مرحلة التطور Developing stag، والثانية مرحلة النضج Mature Stage، والثالثة مرحلة التشتت Dissipating stage وهذا التصنيف هو الأقرب للواقع.

ففي المرحلة الأولى تتكون غيمة ركامية تدفع إلى الأعلى بواسطة تيارات حمل صاعدة، وهنا تتخذ الغيمة شكل البرج Towering Cumulus، وفي هذه المرحلة الثانية إمكانية سقوط الأمطار تكون قليلة، ولكن قد يحدث برق. وتستمر هذه الحالة لمدة ١٠ دقائق، وفي المرحلة الثانية تدخل الغيمة مرحلة النضج عندما تستمر عملية الرفع لتغذية العاصفة، لكن الأمطار في هذه المرحلة تبدأ بالسقوط، وهنا تبدأ عملية الهبوط عندما يندفع عمود من الهواء إلى الأسفل، وهنا تظهر جبهة عاصفة، ويحصل تبريد شديد، ويسقط البرد، ويتكرر البرق والرعد، وتصبح الرياح قوية، وفي هذه الحالة تبدو العاصفة سوداء أو خضراء غامقة، وفي المرحلة الثالثة تتغلب حركة الهبوط على حركة الصعود فتبدأ مرحلة التشتت، وفي هذه الحالة تتحرك جبهة العاصفة بعيداً عن مركز العاصفة؛ مما يسبب قطع الإمداد بالهواء المشبع بالرطوبة، وهنا تقلّ الأمطار ويبقى البرق مستمراً وخطراً، ومن الجدير بالذكر أن عملية الرفع يحكمها الأديباتية (التناقص الذاتي) الناشئ عن تباين درجة حرارة البيئة

المستودع الرقمي لمركز بحوث ودراسات المدينة المنورة

للهواء الذي تندفع خلاله التيارات الهوائية الصاعدة، وحرارة التيارات الصاعدة نفسها، حيث تستمر عملية الرفع ما دامت درجة حرارة عمود الهواء الصاعد أعلى من درجة حرارة الهواء المجاور[١].

تقسم العواصف الرعدية إلى عدة أنواع :

أولاً: عاصفة ذات خلية واحدة (Single Cell Storm):

تستمر ما بين ٢٠ – ٣٠ دقيقة وعادة تكون قليلة العنف، ويمكن أن يرافقها طقس سيئ، وتدعى في مثل هذه الحالة، دفعة عاصفية شديدة (A pulse SeverStorm)، وتكون عملية الرفع والهبوط في هذا النوع ضعيفة، وهي نموذجية لسقوط البرد، ويصاحب سقوط البرد أمطار خفيفة، ونادراً ما يصاحبها زوبعية أو الترنادو، وهي تحصل بشكل عشوائي ولا يمكن التكهن بحدوثها.

ثانياً: العاصفة المتعددة الخلايا المتجمعة ((The Multi Cell Cluster Storm):

تحدث هذه العواصف عندما يوجد مجموعة من الخلايا تتحرك وكأنها وحدة واحدة، مع أن كل خلية تختلف عن رفيقتها. وعادة تكون الخلية الناضجة في المنتصف، والخلية التي تمر بمرحلة التشتت تكون من الأطراف، يمكن أن يصاحب هذا النوع برد بصورة معتدلة ذات زوبعية خفيفة، ويصاحبها أيضاً فيضٌ وميضي (Flash Flood)، وتستمر كل خلية من هذا النوع نحو ٢٠ دقيقة، ولكن العاصفة قد تستغرق نحو ٥ ساعات. هذه العواصف عادة ما تكون سلسلة من العواصف المتلاحقة، وتكون بمراحل مختلفة من تطورها، فبعضها بمرحلة التشتت، وما زال

(١) (www.nssll.noaa.gov.com)

المستودع الرقمي لمركز بحوث ودراسات المدينة المنورة

البعض الآخر في مرحلة النضج.

ثالثاً: العواصف المتعددة الخلايا ذات الشكل الخطي The Multi Cell Line Strom أو (Squall Line):

يضم هذا النوع خطّاً طويلاً من الخلايا أو العواصف، مع استمرار تطور جبهات عاصفة على طول حافة هذا الخط، ويمكن أن يكون هذا الخط متصلاً، وقد يكون هناك فتحات Gaps أو قطع Breaks بينها، ويمكن أن يصاحب هذا النوع برد بحجم كرة الجولف، كما تصاحبه أمطار غزيرة وزوبعية خفيفة، ويصاحب هذا النوع حركة هبوط عنيفة، وأحياناً تحدث انفجارات قوية Strong Downburst التي تسبب نهاية متسارعة لخط العواصف هذا، ينجم عنه ما يدعى صدى الصوت (Bow echo). وخاصة في الخلايا المعزولة، ويمكن متابعة هذه العواصف بالرادار أو بواسطة العين المجردة.

رابعاً: العواصف العملاقة (The Super Cell Storm):

وهي عالية التنظيم، نادرة الحدوث، إلا أنها تهدد الحياة والممتلكات، وهي تشبه ذات الخلية الواحدة؛ لأن كليهما تحتويان على حركة رفع واحدة، والفرق بينهما في العنف، حيث تتراوح سرعة الرياح المصاحبة لهذا النوع ما بين ١٥٠ – ١٧٠ كم / ساعة، وأهمّ ما يميزها هو وجود حركة دورانية متوسطة المقياس (Rotation/mesocyclone)، وغالباً ما تكون فيها الرياح هوجاء، والبرد عملاق (قطر الحبة الواحدة تصل نحو ٥سم)، وهبوط حاد في التيارات الهابطة بسرعة تصل نحو ١٠٠ كلم / ساعة، وزوبعية شديدة، والرياح تأتي من مختلف الجهات مما يسبب الحركة

المستودع الرقمي لمركز بحوث ودراسات المدينة المنورة

الدورانية أو الزوبعية، ويتميز هذا النوع بالعمر الطويل[١].

تعمل العواصف الرعدية على تبادل الطاقة بين سطح الأرض والغلاف الجوي؛ ولذلك تساعد في المحافظة على الشحنة الكهربائية السالبة للأرض، حيث إن طبقة الأيونوسفير ذات شحنات موجبة وسالبة يمكنها أن تقضي على الشحنة السالبة لسطح الأرض في فترة زمنية محدودة جداً لولا التيارات المعاكسة الصادرة عن سطح الأرض بواسطة التفريغ الكهربائي الذي يرافق هذه العواصف[٢].وقد تبين أن متوسط الطاقة المنبعثة من الصواعق الرعدية تعادل (١٠,٠٠٠,٠٠٠) كيلواط / ساعة، أي (٣,٦ × ١٠١٣ جول)، وإن درجة حرارة البرق تعادل درجة حرارة سطح الشمس.

إن أكثر مناطق العالم تكراراً لحدوث العواصف الرعدية هي المناطق الواقعة في الإقليم الاستوائي، ففي مدينة كمبالا عاصمة أوغندا تحصل يومياً، وإن جميع مناطق العالم معرضة لهذه الظاهرة حتى في المناطق القطبية التي يندر حدوث تيارات حمل صاعدة فيها. وتعدّ كمبالا وتورودو في أوغندا الأكثر رعدية، يليها جزيرة جاوا في إندونيسيا ثم سنغافورة، كما تشاهد في المناطق الموسمية، ومناطق مرور المنخفضات المدارية، أما المناطق المعتدلة فأكثر أوقات تكرارها في فصلي الربيع والصيف[٣].

وكما تمّ تصنيف العواصف الرعدية فهناك تصنيف آخر للبرق، فقد تمّ تصنيف البرق إلى سبعة أنواع هي:

١- Intra - Cloud Lightning - برق داخل الغيمة.

---

(١) (en.wikipedia.org/wiki ٢٠٠٩). (www.nssl.noan.gov.com. ٢٠٠٩).

(٢) (شحادة، ١٩٨٨، ص ١٦٨).

(٣) (en.wikipedia.org.wik. ٢٠٠٩).

المستودع الرقمي لمركز بحوث ودراسات المدينة المنورة

٢- Cloud to Ground Lightning - عندما ينتقل من الغيوم إلى الأرض.

٣- Ground to Cloud Lightning – عندما ينتقل من الأرض إلى الغيوم.

٤- Cloud To Cloud Lightning – عندما يتنقل من غيمة إلى أخرى.

٥- BallLightning – كرة بقطر يتراوح ما بين ٢٠ – ٢٥ سم. بدون سبب معروف.

٦- Cloud To Air Lightning عندما يكون الهواء ذو شحنة مختلفة عن شحنة الغيمة.

٧- dry Lightning عندما لا يصاحب البرق مطراً.

الدراسات السابقة:

لم تحظ العواصف الرعدية بالاهتمام اللازم في الوطن العربي كما لقيته هذه الظاهرة من اهتمام لدى علماء المناخ والأرصاد الجوية، رغم اهتمام العديد من المتخصصين في هذا المجال في الوطن العربي بالحالات الاستثنائية التي شكلت تهديداً للأرواح والممتلكات بفعل الفيضانات الوميضية الناجمة عنها، وكان جلّ اهتمامهم ينصبّ على تحليل الخرائط السطحية للطقس، وخرائط الطقس لطبقات الجو العليا دون تحليل مركّز لبيانات التيفيغرام الناجم عن رصد الراديوساوند من قبل بعض محطات الرصد الجوي.

وتمّ الحصول على دراسة وحيدة في هذا الشأن بالمملكة العربية السعودية:

المستودع الرقمي لمركز بحوث ودراسات المدينة المنورة

بعنوان: (تحديد حالة الجو الرأسية والاستقرار الجوي في مدينة الرياض)[١]، وقد استعرض الباحث العديد من المؤشرات والقرائن المستخدمة في دراسة العواصف الرعدية وحالات عدم الاستقرار مثل: مؤشر: Total Total، ومؤشر شوتر Showter Index، ومؤشر الارتقاء أو قرينة الرفع Lifted Index، ومؤشر K. Index، وقرينة نسبة المزج Mixing Ratio، ومقاييس الرطوبة النسبية R.H. وقد استخدم الباحث بيانات مستخدمة من نموذج Skew. Tlog. P Diagram ليوم عاصف رعدي غير مستقر ١٩٩٧/١٠/٢٣م ويوم آخر جاف ١٩٩٨/١٠/٢٣م، ولاحظ الفرق بين خصائص طبقات الجو العليا في كلا اليومين. وخلصت الدراسة إلى أنه بالإمكان استخدام بعض القرائن والمؤشرات لتحديد مدى استقرار الجو من عدمه. مثال ذلك: مؤشر T.T، ومؤشر K ومؤشر شوتر.

وتعد الولايات المتحدة الأمريكية من أكثر دول العالم اهتماماً بدراسة ظاهرة العواصف الرعدية؛ لما تمثله من أخطار على الأرواح والممتلكات، ونتيجة لهذا الاهتمام فقد أنشأت شبكة لرصد حالات البرق والرعد تدعى The National Lightning Network NLDN)، وتشتمل هذه الشبكة على ١٠٠٠ جهاز حساس Sensor موزعة في مساحات حددت من تقسيم الدولة إلى مربعات ($٢^{٥}$ عرض × $٢^{٥}$ طول). ومن خلال هذه الشبكة يمكن استخراج معدل الوميض البرقي لكل كم٢، وذلك بقسمة عدد الومضات على المساحة، ولقد تبين من خلال دراسة قام بها (G.Huffinen١٩٩٩) أن الولايات المتحدة الأمريكية شهدت خلال الفترة ١٩٨٩ – ١٩٩٢ نحو ١٠ – ١٣ مليون ومضة، وكانت فلوريدا الأعلى

(١) الدغيري(٢٠٠٤).

المستودع الرقمي لمركز بحوث ودراسات المدينة المنورة

تكراراً، حيث بلغ تكرارها خلال الفترة ١٩٨٩ – ١٩٩٩ ١١ ومضة / كم٢ / السنة، بينما يصل المعدل العام في الولايات المتحدة الأمريكية إلى ٣٠ ومضة / كم٢ / السنة، ويعدّ الساحل الغربي للولايات المتحدة الأقل تكراراً فضلاً عن ولاية ايداهو وولاية مين.

وقد أشار (Smith. J. A. *et. al.*٢٠٠١) في الحالات المتطرفة غير الاعتيادية للطقس إلى العواصف الرعدية من نوع الخلايا العملاقة Super Cell، وهي إحدى مصادر تطور ظاهرة الترنادو المدمرة، أنه في يوم ١٩٩٥/٥/٥ تسببت عاصفة رعدية من هذا النوع بقتل ١٦ شخص، وبخسائر مادية قدرت ببليون دولار في دلاس. وقد تسببت عاصفة أخرى ضربت تكساس في يوم ١٩٣٥/٥/٣١ بسقوط ٥٥٩ ملم خلال فترة زمنية ٢,٧٥ساعة، وهذا يفوق الرقم القياسي المسجل لتلك الفترة. أما عاصفة دلاس المشار إليها آنفاً فقد سببت جرياناً عنيفاً في المنطقة، حيث سجلت إحدى محطات قياس الجريان المائي في وقت الذروة ٤٠٠م٣/ث لحوض مائي مساحته ٢٠ كم٢.

وقد أشارت الدراسة نفسها التي أوردت تلك المعلومات بأنه قد سقط من الأمطار بسبب هذا النوع من العواصف الرعدية على أورلاندو بتاريخ ٢٦/مارس/١٩٩٢م نحو ٣١٣ ملم / الساعة، وفي نبراسكا للسبب نفسه في ٢٠ يونيو ١٩٩٦ مرت عليها أربع من الخلايا العملاقة، وفي بنسلفانيا سقط من الأمطار في ١٨/يونيو/١٩٩٦ نحو ٦٨٣ ملم في ساعتين وعشر دقائق.

نظراً لما تسببه العواصف الرعدية من آثار على مسار الحياة الطبيعية فقد حرص العلماء بميدان الرصد الجوي على ابتكار العديد من النماذج التي بموجبها يمكن توقع حدوث العواصف الرعدية، فقد أثبتت التجارب بأن ضعف المؤشرات على حدوث طقس عاصف ليس من الضروري ترجمته

المستودع الرقمي لمركز بحوث ودراسات المدينة المنورة

إلى حالة جوية ضعيفة. ويجب أن تكون التوقعات دقيقة جداً، وتعود دقة التوقعات إلى دقة تغذية النماذج المستخدمة، فسعر حراري واحدٌ على ارتفاع ٧٠٠ هكتوباسكال سيؤدي إلى حصول تغير مفاجئ في حصول عاصفة قوية من النوع العملاق، أو عدم حصولها، والشيء نفسه إذا تم تغذية هذه النماذج خطأ بسمك طبقة المزج، وحدود الطبقات، وعند حساب معامل المزج ± ١ سعر حراري.

وقد استعرض (Kimberly,L.et.al.٢٠٠٢) عدداً من النماذج المستخدمة في التنبوء بحصول الصواعق الرعدية منها:

(D, Slab-Symmetric, Cloud-Scale ٢) ونموذج (٣ D numerical Cloud) ونموذج (٩٥Storm tipe - herein after st-٩٥) ونموذج- Commas (Collaborative For Mesoscale Atmospheric Simulation)، وركز الباحث اهتمامه على كيفية استخدام النموذج: (Ensemble Cloud Model Application To Forcasting Thunder Storm).

تتعرض الولايات المتحدة الأمريكية إلى خطر بيئي مقلق هو حريق الغابات، فعام ٢٠٠٠ كان عاماً مميزاً في حرائق الغابات، حيث أضرم ٢٢ ألف حريق التهم ٣,٢ مليون هكتار، تبين أن ٦٠٪ منها ناجم عن حدوث البرق، وخاصة البرق الجاف Dry Lightning الذي لا يصاحبه تساقط للأمطار، يزيد عن ٢,٥ ملم، وقد حاول الخبراء التوصل إلى نماذج إحصائية يتوقعون من خلالها حصول الحرائق بفعل البرق الجاف، فقد قامت Roring (L. *et. al.*;٢٠٠٢) باستخدام التحليل العنقودي لتمييز الأيام التي حصل فيها برق جاف والأيام التي لم يحصل بها؛ لتتعرف على الظروف المثلى لحصول البرق الجاف، وقد تبين خلال التحليل أن نقطة الندى dew point،

المستودع الرقمي لمركز بحوث ودراسات المدينة المنورة

والفرق بين درجة الحرارة على مستويات مختلفة، والرطوبة عند مستويات مختلفة أيضاً قد لعبت دوراً كبيراً في تمييز الأيام العادية من الأيام المبرقة برقاً جافاً، وقد استخدم لهذا الغرض بيانات مناخية مستمدة من رصد الراديوساوند خلال الفترة ٥/١ ـ ٢٠٠/٩/٢٠م، وقد تم تمييز ٥٧٠ يوماً مبرقاً ومحرقاً.

كما تبين أن معدل الوفيات بالولايات المتحدة الأمريكية بفعل العواصف الرعدية والصواعق في تزايد، ففي دراسة تمت بغرض المقارنة بين عدد الوفيات بسبب العواصف الرعدية خلال ١٠٠ سنة (١٨٩١ – ١٩٩١)، تبين أن هناك تزايداً في الأضرار وإزهاق الأرواح، وإلحاق الضرر بالصحة العامة، ويعزو الباحث هذا الأمر إلى هجر السكان الريف والسكن بالمدن (Raul, R. L. *et. al.* ٢٠٠٥).

وفي تطور ملفت للنظر في مجال قياس عدم استقرار الجو فقد استخدم (Haan٢٠٠٥) تقنية ـ GPS في قياس الاستقرار الجوي، وقد تبين وجود علاقة قوية بدلالة إحصائية بين البيانات المستمدة من الراديوساوند وبين البيانات المأخوذة من نظام الـ ـ GPS.

يتأثر معدل حدوث العواصف الرعدية بمعدلات التحضر Urbanization حيث تزداد إمكانية حصول الصواعق الرعدية بنمو المدينة، وقد تبين للباحث (Chang T. *et. Al.* ٢٠٠٦) أن معدلات حدوث العواصف الرعدية بمدينة تايبه Taipei عاصمة تايوان تزداد بنحو ٦٧٪ كلما زاد معدل درجة حرارة المدينة درجة مئوية واحدة بتأثير ما يعرف بالجزيرة الحرارية Heet Island ، كما اتضح بأن ٥٧٪ من العواصف الرعدية التي تحدث مساءً تعود إلى تلك الظاهرة.

واستكمالاً لدراسة سابقة للباحثة (Roring.M. et.al ٢٠٠٦) حول

المستودع الرقمي لمركز بحوث ودراسات المدينة المنورة

حدوث البرق الجاف وأثره على إحداث الحرائق في الولايات المتحدة، فقد قامت الباحثة باستخدام بيانات مستمدة من محطات الرصد الجوي الأرضية، وقد عزت حدوث العواصف الرعدية الجافة إلى ارتفاع درجة الحرارة في الطبقات الدنيا للغلاف الجوي، وتدني مستوى الرطوبة، حيث تتبخر الأمطار قبل وصولها إلى سطح الأرض، كما أثبتت دراستها باحتمال حدوث الحرائق في الأيام التي تحدث فيها العواصف الرعدية الجافة أكبر من احتمال حدوثها في العواصف الماطرة، إذ ثبت أن ٥٨٪ من الحرائق تعود للعواصف الرعدية في إقليم مدينة بلتمور التي تم توقع حدوثها بنسبة ٩٠٪، وأن ٤٠٪ من الحرائق قد حصلت عندما تم التنبؤ بحدوث عواصف رعدية جافة بنسبة ٧٥٪، علماً بأن هذه الدراسة قد شملت ٢٤٠ حالة حصل بها برق جاف.

وفي دراسة للباحث (Ntelkos, A. A. et. al ٢٠٠٧.) ربط خلالها بين حدوث الفيضانات الوميضية وبين الصواعق الرعدية في مدينة Baltimore، تبين له بأن هناك علاقة قوية بين حصول هذه الفيضانات وبين حدوث العواصف الرعدية بدلالة إحصائية قدرها ٩٥٪.

أما الباحث (Davis, S. et.al ٢٠٠٨) فلم يؤكد في دراسته على أن لظاهرة الغازات الدفيئة التي زاد تركزها في الغلاف الجوي في الآونة الأخيرة أثر على زيادة معدلات حدوث العواصف الرعدية في أستراليا، حيث إن معظم الدراسات التي أجريت في مختلف دول العالم قد ركزت جهدها على ديناميكية حدوث العواصف الرعدية، ولم تركز على الاتجاه العام لتكرار حدوثها، فلم يتضح حتى الآن وجود اتجاه ثابت لهذه الظاهرة المناخية.

يبدو من خلال استعراض الدراسات السابقة التي أمكن الحصول

المستودع الرقمي لمركز بحوث ودراسات المدينة المنورة

عليها، بأن العواصف الرعدية ظاهرة طبيعية تمثل خطراً محدقاً في بعض المناطق، وبخاصة في المناطق الرطبة، وأحياناً الجافة، فهي تسبب الحرائق وتسبب الفيضانات، وتقتل الناس، وهناك محاولات جادة لإيجاد سبل ناجعة لتوقع حدوثها عبر التقدم في سبر أغوار طبقات الجو العليا، واستخدام أعقد النماذج الإحصائية، وقد نجحت بعض الدراسات في ذلك عندما استخدمت بعض المتغيرات المناخية وحصر القرائن والمؤشرات للتكهن بحدوث هذه الظاهرة.

إلا أن الدراسات العربية في هذا المجال مازالت تحتل مرتبة لا تحسد عليها، ولعل هذه الدراسة تكون إحدى اللبنات الموفقة في هذا السياق.

منهجية الدراسة:

أولاً: البيانات والمعلومات:

بدأت محطة الأرصاد الجوية بمطار الأمير محمد بن عبد العزيز قياس خصائص الطبقات العليا للغلاف الجوي بواسطة الراديوساوند بواقع مرتين في اليوم الواحد، الساعة ١٢ ظهراً، والساعة الثانية عشر ليلاً (٠٠) منذ عام ٢٠٠١م، وترسل البيانات مباشرة بواسطة طرق الاتصال الحديثة إلى مقر الرئاسة العامة للأرصاد وحماية البيئة في جدة، وتسجل خلال عملية القياس في ١٧ مستوى: (قيم الضغط الجوي، وارتفاع أو منسوب مستوى الضغط الجوي مقدرة بما يعرف بمتر جهد أرضي (Geopotential)، كما تسجل درجات الحرارة، ونقطة الندى، واتجاه الرياح، وسرعة الرياح، أما المستويات التي تقاس بها هذه المتغيرات هي: ٦٤٨ ميليبار، ١٠٠٠ ميليبار، ٩٢٥ ميليبار، ٨٥٠ ميليبار، ٧٠٠ ميليبار، ٥٠٠ ميليبار، ٤٠٠ ميليبار، ٣٠٠ ميليبار، ٢٥٠ ميليبار، ٢٠٠ ميليبار، ١٥٠ ميليبار، ١٠٠ ميليبار، ٥٠ ميليبار، ٣٠ ميليبار، ١٠ ميليبار.

المستودع الرقمي لمركز بحوث ودراسات المدينة المنورة

وقد تم الحصول على جميع البيانات المتوفرة في الرئاسة العامة، واقتصرت فقط على الفترة (٢٠٠٣ – ٢٠٠٧)، حيث تعذر الحصول على البيانات الخاصة بالسنوات (٢٠٠١، ٢٠٠٢) لأسباب فنية، أما محطة الأرصاد الجوية في مطار الأمير محمد بن عبد العزيز فقد قامت بتزويد الباحث (مشكورة) بكل البيانات الخاصة بعناصر الطقس خلال الفترة الممتدة من (٢٠٠١ – ٢٠٠٧). تم من خلالها التعرف على الأيام التي يحصل بها برق، وقد بلغ عددها ٤١ يوماً، ألغي منها ٧ أيام؛ لعدم توفر بيانات لقياسات العناصر المذكورة في طبقات الجو العليا، كما تم استخلاص بيانات بعض المتغيرات من المحطة تتعلق بكون العاصفة الرعدية رطبة أم جافة. أي هل وافق معدل البرق مطر أم لم يصاحب هذا البرق مطر؟، كما تم تسجيل عدد الساعات التي وجد خلالها نوع معين من السحب وهي: المزن الركامي، Cb، والركامي Cu، والركام الطبقي Sc، والطباقية المتوسطة Sc، والركامية المتوسطة AC، وقد تم اعتماد البيانات الخاصة بساعات الرصد التي تتم عند الساعة ١٢ منتصف الليل أو الساعة (صفر).

ولكن عند مرحلة التحليل الإحصائي تبين بأن بيانات الرصد العلوي غير متوفرة لجميع الأيام التي حصل بها برق وعددها ٤١ يوماً، والمتوفر فقط هو ٢٦ ستة وعشرون يوماً فقط، ولغايات المقارنة، ولإمكانية تطبيق النموذج الإحصائي المزمع تطبيقه على البيانات اختير ٢٥ يوماً من الأيام القريبة من الأيام التي حصل بها برق، على أن تكون هذه الأيام بدون فعاليات جوية نشطة. وبذلك ستكون الأيام التي ستخضع للتحليل هي ٥١ يوماً فقط.

ونظراً لضخامة البيانات؛ لأن كل يوم يسجل له في الرصدة الواحدة (١٧ / مستوى × ٥ متغيرات = ٨٥ متغير)، يضاف إليها ستة أنواع من السحب،

المستودع الرقمي لمركز بحوث ودراسات المدينة المنورة

فيصبح عدد المتغيرات ٩١ متغير، فقد تم اللجوء إلى التحليل العاملي لتقليص هذه المتغيرات بعوامل Factors محددة، ثم يختار المتغير الذي يحوز على أعلى تشبع Louding مع العوامل المتحصل عليها. إلاّ أن هذا الأمر لم يتوافق مع خصائص نموذج الإحصائي الذي سوف يستخدم. ولكن هذا التحليل قد أوضح بأن معظم مستويات الغلاف الجوي ليس لها تأثير على تطور العواصف الرعدية، حيث تتم الفعاليات الجوية بالمستويات الدنيا.

وبذلك ألغيت فكرة التحليل العاملي على مستوى البيانات الشاملة بينما استخدم للغرض نفسه للمستويات التي تم اختيارها لاحقاً، واختيرت عدة مستويات مبتاعدة لتدخل في عملية التحليل هي: (المستوى الأول، والخامس، والعاشر، والخامس عشر، والسابع عشر،) لتشمل المتغيرات التالية: ارتفاع / منسوب الضغط الجوي، نقطة الندى، سرعة الرياح، اتجاه الرياح، درجة الحرارة، ثم عدد ساعات الغيوم، المزن الركامية، والركامية، والركام الطبيقية، والطباقية المتوسطة، والركامية المتوسطة، إلا أن نتائج التحليل لم تكن مقنعة، حيث تم تطبيق نموذج الإحصائي لكل مستوى على حدة، باستخدام جميع المتغيرات المذكورة آنفاً، كما أضيف متغيران آخران هما قرينة TT وقرينة LI. وتحسب قرينة TT كما يلي:

(Total Total = (٨٥٠ temp + ٨٥٠ td) - ٢ (٥٠٠temp

حيث إن:

temp٠ ٨٥ = درجة الحرارة عند منسوب ٨٥٠ ميليبار.

td ٠٨٥ = درجة حرارة نقطة الندى عند ٨٥٠ ميليبار.

٢ = ثابت.

temp ٥٠٠ = درجة الحرارة عند ٥٠٠ ميليبار(الدغيري، ٢٠٠٤).

المستودع الرقمي لمركز بحوث ودراسات المدينة المنورة

أما قرينة الارتقاء LI فتم حسابها في هذه الدراسة بواسطة طرح درجة الحرارة عند مستوى ٧٠٠ ميليبار من درجة الحرارة عند منسوب ٥٠٠ ميليبار[١].

المعالجة الإحصائية:

أولاً: التحليل العاملي Factor Analysis:

استخدم هذا التحليل كما ذكر سابقاً للتقليل من عدد المتغيرات وحصرها في عوامل محددة، بالإضافة إلى تحديد أي المتغيرات التي لها تأثير في ظاهرة العواصف الرعدية، ومن ثم إدخالها في التحليل القادم من أجل الوصول إلى نماذج خاصة بالتنبوء. وقد تم تحديد ٤١ متغيراً من أجل هذا التحليل، انحصرت بين المستوى الأول والعاشر، فضلاً عن أربعة أنواع من الغيوم.

ثانياً: الانحدار اللوجستي Logistic Regression:

يستخدم هذا النوع من الانحدار عندما يكون المتغير التابع متغيراً منفصلاً عكس الانحدار الخطي أو المتعدد، حيث يكون المتغير التابع كمياً متصلاً. ويصبح هذا الانحدار قابلاً للتطبيق إذا كان المتغير التابع ثنائياً Binary، أو رتبياً Ordinal، أو متعدداً Multinomial. ولكن الشائع والأفضل أن يكون المتغير التابع ثنائياً ذا علاقة متممة، مثل: يحدث أو لا يحدث، يجتاز أو لا يجتاز، موافق وغير موافق، وفي هذه الحالة يرمز للحدوث بالرمز (١)، ولعدم الحدوث بالرمز (٠). وفي دراستنا هذه رمز للحالة التي يحدث فيها برق ورعد بالرقم (١)، واليوم الذي لا يحصل به

(١) Davis, S. SK. and K. Walsh, (٢٠٠٨).

المستودع الرقمي لمركز بحوث ودراسات المدينة المنورة

برق ورعد بالرقم (٠)[١].

ويتميز هذا النوع من الانحدار عن الانحدار الخطي والمتعدد بكونه يستخدم الترجيح الأعظم Maximum likel Hood بدلاً من المربعات الصغرى Least Square، ويقوم الانحدار على فهم الأسس التالية:

١- الاحتمالات Probability:

هي عملية تقدير نسبة حدوث شيء معين أو عدم وقوعه، وتنحصر النسبة بين الصفر والمئة، أو الصفر والواحد صحيح. كأن نقول: يتوقع أن تحدث عاصفة رعدية بنسبة ٩٠٪، أو بنسبة ٠,٩٠.. وهكذا... واحتمال عدم حدوث عاصفة رعدية ١٠٪، أو ٠,١٠.. وهكذا.

معامل الترجيح Odds:

هو حاصل قسمة احتمال وقوع الحدث إلى احتمال عدم وقوعه، وهنا يمكن أن يكون أكثر من واحد صحيح، فلوا فرضنا بأن احتمال وقوع عاصفة رعدية هو ٩٠٪ (٠,٩٠)، فإن احتمال عدم حدوثها ١٠٪ (٠,١٠)، ففي هذه الحالة تكون قيمة معامل ترجيح حصول العاصفة الرعدية =

$$\text{Logit (P)} = \text{Log} \frac{P}{(١- P)}$$

الدالة الرأسية Exponential:

وهي معكوسة دالة اللوغريتم الطبيعي، ويتم حسابها وفقاً للمعادلة التالية:

$$\text{Exp. (X)} = e^{x}$$

أي أن الدالة الأساسية لأي رقم هي وضع ذلك الرقم كأساس للأساس

(١)(الجضعي، ٢٠٠٥، ص ٣٨٨).

المستودع الرقمي لمركز بحوث ودراسات المدينة المنورة

(e)، فالدالة الأسية للرقم (٨) = ٢٩٨٠,٩٦ وهذا يعني $e^{٨}$ ٢,٧١٨٢٨١ = ٢٩٨٠,٩٦[١].

علماً بأن الانحدار اللوجستي لا يتطلب أن يكون المتغير التابع متجانساً، ولا يجب أن يكون المتغير المستقل على شكل فئتين أو بلا حدود، وليس بالضرورة أن تكون العلاقة بين المتغير التابع والمستقل علاقة خطية، وليس مطلوباً أن يكون المتغير التابع ذا توزيع معتدل، ولكن يجب أن يوافق أحد التوزيعات المعروفة، ويجب أن لا تزيد عدد الحالات المدروسة عن حاصل ضرب عدد المتغيرات في ١٠ (أي لكل متغير ١٠ حالات) كما أن هذا النموذج يتأثر بالحالات المتطرفة، كما يتأثر بـ Multicollinearity[٢].

وبناء عليه، ونظراً لكثرة عدد المتغيرات التي أفرزها التحليل العاملي (٤١) متغيراً، فقد تم تطبيق هذا النموذج على عدة مراحل، بحيث تم تطبيقه على المستويات من (١ – ١٠)، ثم طُبق على أنواع الغيوم، ثم على القرائن المناخية TT، و TI. فكل ما لدينا (٥١) حالة دراسية، فيجب أن لا يتجاوز عدد المتغيرات المستقلة الخمسة متغيرات. إذ لا يحبذ استخدام حالات أو متغيرات كثيرة في هذا النموذج الإحصائي.

نتائج الدراسة ومناقشتها

تدل البيانات الصادرة غير المنشورة من محطة الأرصاد الجوية بأن عدد الأيام التي حصل بها برق خلال فترة الدراسة الممتدة من ٢٠٠١ – ٢٠٠٧ هو

(١) (المصدر السابق نفسه، ص ٣٩١).

(٢)لمزيد من التفاصيل حول الانحدار اللوجستي يمكن الرجوع إلى موسوعة (وكيبيديا) تحت عنوان Logistic Regression

المستودع الرقمي لمركز بحوث ودراسات المدينة المنورة

٤١ يوماً، سقطت الأمطار في ١٦ يوم منها فقط، بمعدل ٣,٩ ملم / اليوم، وإذا أخذنا بما جاء بدراسة (Roring, M. et. Al.٢٠٠٢) التي تميز اليوم الماطر إذا تجاوزت كمية الأمطار فيه ٢,٥ ملم، فإن عدد الأيام الماطرة تصل إلى ثمانية أيام فقط، وما تبقى من أيام يمكن اعتبارها ذات برق جاف Dry Lightning، أما أغزر الأيام المبرقة ـ المرعدة مطراً فهو اليوم الذي صادف ٢٠٠٥/١/١٢م، فقد سجلت المحطة في ذلك اليوم ٤١,٣ ملم، وهذا اليوم صادف حج موسم عام ١٤٢٥هـ، حيث فاضت الأودية في مكة المكرمة والمدينة المنورة بصورة اعتبرت استثنائية، يلي هذا اليوم يوماً آخر هو ٢٠٠٥/٤/٢٥م بكمية أمطار بلغت ١٤,٣ ملم.

طبق على جميع المتغيرات الخاصة بخصائص الغلاف الجوي لسبعة عشر منسوباً التحليل العاملي لتحديد أي المتغيرات التي يمكن تطبيق نموذج الانحدار اللوجستي عليها، واستخدام بعضها بعد ذلك في التنبوء بحدوث العواصف الرعدية. وأفرزت نتائج التحليل العاملي على إبراز تسعة عوامل استطاعت أن تفسر نحو ٨٣٪ من التباين الموجود في مصفوفة البيانات الداخلة في عملية التحليل، وقد استحوذ العاملان الأول والثاني على تفسير أكثر من نصف التباين، ولذلك سيقتصر ذكر المتوسطات والانحراف المعيارية للمتغيرات التي اختارها التحليل العاملي وهي على النحو التالي:

المستودع الرقمي لمركز بحوث ودراسات المدينة المنورة

جدول (١) المتوسطات والانحرافات المعيارية لعدد من المتغيرات للأيام المبرقة – المرعدة والأيام الصافية

الرقم		اسم المتغير	المتوسط	الانحرافات المعياري	الرقم		اسم المتغير	المتوسط	الانحراف المعياري
١	غ	غيوم نوع CB	٠,٦٨	١,٩	٢٢	غ	درجة الحرارة عند مستوى ٦	ـ ٨,٧	٣,٠
	م		٥,٧	٣,٠		م		ـ ٩,٩	٢,٦
٢	غ	غيوم نوع CA	١,٧	٢,٧	٢٣	غ	نقطة القوى عند مستوى ٦	١٦,٩	١١,٩
	م		٤,٤	٣,٠		م		١١,٥	١١,١
٣	غ	غيوم نوع Sc	٢,١	٤,٤	٢٤	غ	اتجاه الرياح عند مستوى ٦	٢١٧,٦	٦٥,٤
	م		١١,٢	٥,٣		م		١٩٣,٨	٧٦,٧
٤	غ	غيوم نوع AS	٠,٢	١,٢	٢٥	غ	سرعة الرياح عند مستوى ٦	٢٨,٠	١٦,١
	م		١,٩	٣,٢		م		٢٤,٥	١٥,٦
٥	غ	غيوم نوع AC	٤,٩	٥,٦	٢٦	غ	درجة الحرارة عند مستوى ٧	١٦,٢	٨,١
	م		٨,٠	٥,٢		م		١٥,٦	٦,٩
٦	غ	درجة الحرارة عند المنسوب ١	٣٥,٨	٥,٧	٢٧	غ	نقطة الندى عند مستوى ٧	١٦,٢	٨,١
	م		٣٥,٩	٧,٣		م		١٥,٦	٩,٩
٧	غ	نقطة الندى عند المنسوب ١	٣٥,٣	٦,٩	٢٨	غ	اتجاه الرياح عند مستوى ٧	٢١٩,٤	٧٣,٩
	م		٢٧,٣	١٠,٢		م		٢٠٧,٧	٧٢,٨
٨	غ	اتجاه الرياح عند المنسوب ١	١٧٩,٤	١٠٥,٠	٢٩	غ	سرعة الرياح عند مستوى ٧	٣٩,٤	١٩,٦
	م		١٧٤,٦	٩٧,٠		م		٣١,٥	٢١,٢
٩	غ	سرعة الرياح عند مستوى١	١٢,٥	٧,٦	٣٠	غ	درجة الحرارة عند مستوى ٨	ـ ٣٤,٩	٤,٤
	م		١٤,٢	٩,٩		م		ـ ٣٥,٨	٣,٧
١٠	غ	درجة الحرارة عند مستوى ٣	٣٣,١	٦,٠	٣١	غ	نقطة الندى عند مستوى ٨	١٧,٠	٦,٩
	م		٣٣,٢	٧,٠		م		١٤,٥	٧,٥
١١	غ	نقطة الندى عند مستوى ٣	٣٢,٩	٨,٢	٣٢	غ	اتجاه الرياح عند مستوى ٨	٢٢٢,٦	٧٠,٦
	م		٣٥,٢	٨,٤		م		٣٢٤,٦	٥٧,٩
١٢	غ	اتجاه الرياح عند مستوى ٣	١٨٩,٠	٩٣,٤	٣٣	غ	سرعة الرياح عند مستوى ٨	٤٧,٨	٢٨,٢
	م		١٦٠,٦	٩٢,٤		م		٤٠,٥	٢٢,٧
١٣	غ	سرعة الرياح عند مستوى ٣	١٠,٦	٥,٥	٣٤	غ	درجة الحرارة عند مستوى ٩	ـ ٤٣,٠	٤,٤
	م		١١,٥	٩,٩		م		ـ ٤٥,٣	٣,١
١٤	غ	درجة الحرارة عند مستوى ٤	٢٥,٧	٥,٩	٣٥	غ	نقطة الندى عند مستوى ٩	١٨,٢	٧,٩
	م		٢٦,٣	٦,٢		م		١٢,٩	٦,٢
١٥	غ	نقطة الندى عند مستوى ٤	٢٧,٥	٧,٢	٣٦	غ	اتجاه الرياح عند مستوى ٩	٢٢٠,٠	٧٢,٨
	م		٢٠,٧	٧,٠		م		٢٢٦	٥٨,٥
١٦	غ	اتجاه الرياح عند مستوى ٤	٢٠٥,٢	٨٢,٤	٣٧	غ	سرعة الرياح عند مستوى ٩	٥٣,٦	٣٠,٩
	م		١٨٧,٥	٩٤,٧		م		٤٧,٠	٢٩,١
١٧	غ	سرعة الرياح عند مستوى ٤	٨,٨	٤,١	٣٨	غ	درجة الحرارة عند مستوى ١٠	ـ ٥٢,٧	٣,٣
	م		٨,٦	٦,٣		م		ـ ٥٢,٠	٣,٨
١٨	غ	درجة الحرارة عند مستوى ٥	١١,١	٣,٨	٣٩	غ	نقطة الندى عند مستوى ١٠	١٨,٢	٧,٠
	م		٩,٢	٨,٠		م		١٦,٨	٧,٨
١٩	غ	نقطة القوى عند مستوى ٥	٢٠,٨	٨,٦	٤٠	غ	اتجاه الرياح عند مستوى ١٠	٢٢٠,٦	٦٣,٦
	م		١١,٥	٥,٢		م		٢٢٣,٧	٦٦,٦
٢٠	غ	اتجاه الرياح عند مستوى ٥	٢١٤,٦	٦١,٠	٤١	غ	سرعة الرياح عند مستوى ١٠	٥٨,٢	٢٧,٠
	م		١٨٢,٥	٦٧,٤		م		٥٤,٥	٢٩,٢
٢١	غ	سرعة الرياح عند مستوى ٥	١٩,٠	١٠,١					
	م		١٣,٨	١١,٥					

❖ غ – يوم غير مرعد ❖ الغيوم – قيست بالساعة.

❖ م – يوم مرعد ❖ سرعة الرياح – قيست: عقدة/ساعة.

المستودع الرقمي لمركز بحوث ودراسات المدينة المنورة

❖ اتجاه الرياح – حسب بالدرجة.

❖ لم تتوفر بيانات من الراديو ساوند للمستوى الثاني.

يتضح من الجدول السابق رقم (١) ما يلي:

أولاً: درجة الحرارة:

١- بلغت درجة الحرارة في الأيام العادية عند المستوى الأول ٣٥,٩°، وفي الأيام المرعدة ٣٥,٩° أيضاً، بينما بلغت الحرارة عند المستوى العاشر في الأيام العادية ـ ٥٢,٧° و -٥٣,٠° في الأيام المرعدة، أي أن الفارق في درجات الحرارة ليس كبيراً.

٢- إن الفروق في درجات الحرارة بين الأيام المرعدة والأيام العادية تبدو بشكل أوضح في المستويات التي تتراوح بين المستوى السابع حتى المستوى التاسع، ويبدو أن السبب في ذلك عائد إلى أن بداية الاضطراب الجوي ليس في الطبقة الملامسة للأرض مباشرة وإنما في الطبقات الأعلى من ذلك، أما عند المستوى العاشر فيبدو أن الفعاليات الجوية تكون هناك في مراحلها النهائية، حيث وصل الفرق بين درجات الحرارة في الأيام العادية بين المستوى الرابع والمستوى التاسع نحو ٥٧°م، وفي الأيام العاصفة ٥٩° م، بينما وصل الفرق في درجة الحرارة بين المستوى السابع والعاشر إلى ٦١°م في الأيام العادية و٦٨°م في الأيام المرعدة.

٣- لو أهملنا أول ثلاثة مستويات وآخر ثلاثة مستويات لكان الفرق في درجة الحرارة بين المستوى الرابع والمستوى السابع في الأيام العادية ٩,٥ درجة، بينما يصل الفرق نفسه في أيام العواصف الرعدية إلى ١٠,٧ درجة، أي أن معدل التناقص في درجات الحرارة في الطبقات النشطة أكبر في الأيام الرعدية منه في الأيام العادية.

المستودع الرقمي لمركز بحوث ودراسات المدينة المنورة

ثانياً: اتجاه الريح:

١- بلغ متوسط درجة اتجاه الرياح في كل المستويات في الأيام العادية ٢٠٩,٨° (أي رياح جنوبية غربية)، أما في أيام العواصف الرعدية فوصل المعدل إلى ١٩٨,٨ (أي رياح جنوبية جنوبية غربية)، أي أنها أقرب للجنوبية.

٢- لا توجد فروق كبيرة بين اتجاه الريح في المستويات (الثامن، والتاسع، والعاشر) حيث تسيطر الرياح الجنوبية الغربية في الأيام المرعدة والأيام العادية.

٣- تبدو الفروق بشكل أوضح في المستويات (الثالث، الرابع، الخامس، السادس، السابع)، وهي المستويات ذات الفعاليات النشطة، كما أكدته الاختلافات في درجات الحرارة.

٤- تميل الرياح في الأيام المرعدة لأن تكون أقرب إلى الرياح الجنوبية منها إلى الرياح الجنوبية الغربية. علماً بأن الرياح فوق هذه المستويات تصبح رياحاً غربية، والمسماة بالرياح الجيوستروفية، أو الغربيات، أي أن حالة عدم الاستقرار قد أخلت بالاتجاه العام للرياح السائدة، فكلما كانت جنوبية كانت الحالة الجوية أعنف.

ثالثاً: سرعة الرياح:

١- إن الرياح بشكل عام في الأيام المرعدة أسرع من الأيام العادية، فقد بلغ متوسط سرعة الرياح في الأيام العادية ولجميع المستويات ٢٤,٥ عقدة / الساعة، وفي الأيام المرعدة بلغ المعدل ٢٧,٤ عقدة / الساعة.

٢- إن معدل تزايد سرعة الرياح بالارتفاع أعلى في الأيام العادية منه في الأيام المرعدة، فقد بلغ الفرق بين سرعة الرياح في المستوى الأول والعاشر ٤٥,٩ عقدة في الأيام العادية، بينما وصل الفرق نفسه ٤٠,١ عقدة في الأيام المرعدة.

٣- الرياح في المستويات الثلاثة الأول أسرع في الأيام المرعدة من الأيام

المستودع الرقمي لمركز بحوث ودراسات المدينة المنورة

العادية، وتكاد تتعادل في المستوى الرابع، وبعد ذلك تكون الرياح في بقية المستويات في الأيام العادية أسرع من الأيام المرعدة؛ ولعل السبب في ذلك هو الخلل الذي حصل في الطبقات الدنيا من الغلاف الجوي؛ مما أدى إلى التأثير على مبدأ انتشار الهواء، ومن ثم قلت سرعتها مقارنة بسرعتها في الأيام العادية.

رابعاً: نقطة الندى:

١- إن درجة الحرارة التي يبدأ عندها بخار الماء بالتكاثف (نقطة الندى) أقلّ بنحو ٥,٣ درجة مئوية في الأيام المرعدة عنها في الأيام العادية، حيث بلغ متوسط نقطة الندى في الأيام العادية ٢٢,٦°م وفي الأيام المرعدة ١٧,٣°م.

٢- إن معدل تناقص نقطة الندى بالارتفاع أعلى بنحو ٧ درجات مئوية في الأيام العادية عنه الأيام المرعدة، حيث بلغ الفرق بين نقطة الندى عند المستوى الأول في الأيام العادية ١٧,١°م، وبلغ الفرق نفسه في الأيام المرعدة ١٠,٥°م.

٣- ما سبب هذا التناقص؟ إذ إن الأيام المرعدة مصحوبة بالغيوم والأمطار، فلماذا تحتاج درجة الحرارة إلى الهبوط في الأيام المرعدة حتى تصل إلى نقطة الندى أكثر من الأيام العادية؟ فمن المفروض نظرياً أن الرطوبة في تلك الأيام المرعدة متوفرة أكثر في الأيام العادية، فهل السبب سرعة الرياح ونشاط تيارات تحمل الصاعدة التي تستهلك الرطوبة في الأيام المرعدة أكثر من الأيام العادية؟.

خامساً: الغيوم:

١- سيطرت الغيوم الركامية بأنواعها الثلاثة على مسرح الفعاليات الجوية أثناء العواصف الرعدية بالمدينة المنورة.

٢- كان الأغلب أثناء العواصف الرعدية سيادة الغيوم الطباقية الركامية، فقد بلغ متوسط ظهورها في سماء المنطقة خلال العواصف الرعدية

المستودع الرقمي لمركز بحوث ودراسات المدينة المنورة

نحو ١١ ساعة في اليوم، تليها غيوم المزن الركامي بمعدل يقارب الست ساعات في اليوم، ثم الركامي المتوسط بمعدل يقارب الأربع ساعات في اليوم.

٣- لا غرابة في ذلك فإن جميع الدراسات قد أجمعت بأن هذه الظاهرة الجوية لا تحصل إلاّ إذا تكونت السحب الركامية بمختلف أنواعها، وبخاصة المزن الركامي، وهي تصاحب نشاط تيارات تحمل الصاعدة التي تساهم في تكاثف بخار الماء على شكل غيوم يغلب عليها اللون الأسود، وشكلها كالقلاع؛ نظراً لسرعة خطورتها، فإنها تكتسب شحنات كهربائية أكثر من الغيوم الأخرى، وبذلك يصاحبها البرق والرعد وتساقط الأمطار والبرد.

النتائج المتعلقة بالتحليل العاملي:

أفرز تطبيق التحليل العاملي في هذه الدراسة تسعة عوامل بناء على مبدأ قيمة الجذر الكامن Eigenvalues، حيث يستثني البرنامج أي عامل يقل فيه جذره الكامن عن واحد صحيح. ولتوضيح العوامل بشكل أفضل، ولسهولة التعرف عليها طبق النموذج الخاص بالتحليل العاملي والمعروف بالتدوير Rotation.

جدول (٢) مقدار تفسير العوامل من مجمل التباين

العامل	الجذر الكامن	قبل التدوير		بعد التدوير	
		مقدار التفسير ٪	التفسير المتراكم ٪	مقدارالتفسير ٪	التفسيرالمتراكم ٪
الأول	١٣,٣	٣٢,٥	٣٢,٥	١٩,٥	١٩,٥
الثاني	٥,٣	١٣,٠	٤٥,٥	١٩,٤	٣٨,٩
الثالث	٤,٢	١٠,٣	٥٥,٨	١٠,٧	٤٩,٦
الرابع	٣,٣	٨,٠	٦٣,٨	٧,٥	٥٧,١
الخامس	٢,٥	٦,١	٦٩,٩	٦,٧	٦٣,٨
السادس	١,٧	٤,١	٧٤,٠	٥,٦	٦٩,٤
السابع	١,٣	٣,٢	٧٧,٢	٤,٧	٧٤,١
الثامن	١,٢	٣,٠	٨٠,٢	٤,٦	٧٨,٧
التاسع	١,٠	٢,٦	٨٢,٨	٤,١	٨٢,٨

المستودع الرقمي لمركز بحوث ودراسات المدينة المنورة

يبدو من الجدول (٢) أن نحو نصف التباين قد تم تفسيره من قبل العوامل الثلاثة الأولى، فقد استطاعت أن تستحوذ على ٦٠٪ من التباين الذي تم تفسيره من قبل العوامل التسع، والتي استطاعت تفسير ما يعدل ٨٣٪ تقريباً من مجمل التباين الموجود في مصفوفة البيانات الخاصة بهذه الدارسة، والتي شملت جميع المتغيرات المناخية لجميع المستويات أو المناسيب، وفيما يلي يتضح أي المتغيرات الجوية التي لها أهمية كبرى في هذا المجال.

جدول (٣) تشبع المتغيرات مع العوامل

العامل / المتغير	المستوى	١	٢	٣	٤	العامل / المتغير	المستوى	٥	٦	٧	٨	٩
سرعة الرياح	٥	٠,٧٣				سرعة الرياح	٣	٠,٨٤				
	٦	٠,٨٨					٤	٠,٨٢				
	٧	٠,٩١					٥	٠,٤٣				
	٨	٠,٩٠				سرعة الرياح	١		٠,٨٨			
	٩	٠,٨٨				درجة الحرارة	١			٠,٨٧		
	١٠	٠,٧٣				درجة الحرارة	١٠				٠,٦٥	
اتجاه الريح	٦		٠,٧٠			الغيوم	CB					٠,٧٥
	٧		٠,٨٥				CA					٠,٨٦
	٨		٠,٨٣									
	٩		٠,٨٦									
	١٠		٠,٨٨									
نقطة الندى	١			٠,٨٨								
	٣			٠,٨٢								
	٤			٠,٨٥								
	٥			٠,٧٠								
نقطة الندى	٦				٠,٤٤							
	٧				٠,٥٠							
	٨				٠,٨٤							
	٩				٠,٨٦							
	١٠				٠,٧٩							

المستودع الرقمي لمركز بحوث ودراسات المدينة المنورة

يبدو من الجدول (٣) ما يلي:

١- استحوذت سرعة الرياح على ثلاثة عوامل: (الأول، والخامس، والسادس)، حيث ساهمت هذه العوامل مجتمعة بعد التدوير في تفسير نحو ٣٠٪ من التباين، وإذا أضفنا اتجاه الرياح لسرعتها والتي تختلف بالعامل الثاني فيصبح مقدار ما تفسره الرياح يصل إلى ٥١,٢٪ من التباين، أي ما يعادل ٦٢٪ من مجمل التفسير التي استطاعت العوامل التسعة مجتمعة تفسيره؛ وهذا يوضح أثر الرياح في تطور العواصف الرعدية.

٢- أما نقطة الندى التي تعبر عن نسبة الرطوبة في الجو، فإنها قد شغلت العامل الثالث والعامل الرابع، وبهذا يكون بخار الماء في الجو قد فسر نحو ١٨,٢٪ أي يعادل ٢٢٪ من مجمل ما نشرته العوامل التسعة مجتمعة، ولو جمعنا ما تفسره الرطوبة والرياح لوصلت نسبة التباين المفسر بفعل هذين المتغيرين ٦٩,٤ ٪ من التباين الموجود في مصفوفة البيانات الخاصة بهذه الدراسة.

٣- تأتي درجة الحرارة في المرتبة الثالثة من حيث الأهمية في هذا المجال، حيث شغلت العامل السابع والعامل الثامن، وقد استطاع هذان العاملان تفسير ما يقارب ٩,٣٪ من التباين.

٤- ثم تأتي الغيوم وبخاصة الغيوم الركامية بالدرجة الرابعة بعد الرياح والرطوبة ودرجة الحرارة، حيث فسر العامل التاسع والذي يمثل الغيوم نحو ٤,١٪ من التباين، علماً بأن الغيوم هي محصلة لعناصر الطقس المذكورة آنفاً (الرياح، والرطوبة، ودرجة الحرارة)، فالغيوم تنشأ من تفاعل وتضافر تلك العناصر.

٥- لم يظهر أي أثر لارتفاع أو لمنسوب قيم الضغط الجوي عن سطح الأرض الذي يقدر (بالمتر جهد أرضي) Geopotential علماً بأن هذه القيم

المستودع الرقمي لمركز بحوث ودراسات المدينة المنورة

تقل بشكل واضح أثناء الفعاليات الجوية العنيفة وحتى المعتدلة منها.

النتائج المتعلقة بالانحدار اللوجستي:

تشير التعليمات الخاصة بتطبيق هذا النموذج بضرورة التقليل ما أمكن من عدد الحالات الدراسية، والحدّ أيضاً من عدد التغيرات، ولذلك عندما طبق هذا النموذج على جميع المتغيرات التي أفرزها التحليل العاملي لم تظهر قوة هذه المتغيرات كما كان متوقعاً، وانحصر الأمر بمتغير واحد هو غيوم المزن الركامي، ولذلك تمت تجزئة البيانات المستخدمة حسب المناسيب الخاصة بطبقات الجو العليا وهي ١٧ منسوباً، بالإضافة إلى أنواع الغيوم، والقرائن المناخية TT, TI. وفيما يلي عرض للنتائج الإيجابية والتي لها دلالة إحصائية:

أولاً: النتائج الخاصة بالمستوى الأول: (٦٤٨ هكتو باسكال):

توضح الجداول التالية ملخص نتائج تطبيق الانحدار اللوجستي على المتغيرات الخاصة بالمستوى الأول.

جدول رقم (٤ – أ) ترميز بيانات المتغير التابع (العواصف الرعدية)

القيم الأصلية	الترميز
يوم فيه عاصفة رعدية	١
يوم لا توجد فيه عاصفة رعدية	صفر

جدول رقم (٤ – ب) قيم لوغريثم الترجيح ٢ Log Kikel Had

التكرار Iteration	قيم لوغريثم الترجيح	ثابت
الخطوة (صفر) ١	٧٠,٦٨	٠,٠٣٩
٢	٧٠,٩٨	٠,٠٣٩

❖ هذه القيم تبقى ثابتة في جميع مراحل التحليل.

المستودع الرقمي لمركز بحوث ودراسات المدينة المنورة

جدول رقم (٤ – جـ) تصنيف الحالات الدراسية

الملاحظ Observed	عواصف رعدية		النسبة
	١	صفر	
الخطوة (صفر عاصفة رعدية ١	٢٦	٠	٠,٠
صفر	٢٥	٠	١٠٠,٠
المجموع ٥١			**٥١,٠**

جدول رقم (٤ – د) بعض المؤشرات والمقاييس الخاصة بالمتغير التابع دون دخول المتغير المستقل

الخطوة ـ صفر	B	الخطأ المعياري	Wald	درجات الحرية	مستوى الثقة	الدالة الأسية
ثابت	٠,٣٩	٠,٢٨	٠,٠٢٠	١	٠,٨٩	١,٠٤

❖ يمكن استخراج الدالة الآسية بقسمة عدد الأيام المرعدة / عدد الأيام الصافية

$$\frac{٢٦}{٢٥} = ١,٠٤٠$$

أو برفع الرقم ((e، ٧١٨,٨٢٨١، إلى الآس المساوي للثابت **B** ويساوي ٠,٣٩

جدول رقم (٤– هـ) ملخص اختبار مربع كاي بعد إدخال المتغيرات المستقلة وعددها اثنان

		مربع كاي	درجات الحرية	مستوى الثقة
الخطوة ١	Step	١٠,٦	١	٠,٠٠١
	Blok	١٠,٦	١	٠,٠٠١
	Model	١٠,٦	١	٠,٠٠١
الخطوة ٢	Step	٩,٩	١	٠,٠٠٢
	Block	٢٠,٥	٢	٠,٠٠٠
	Model	٢٠,٥	٢	٠,٠٠٠

❖ يتضح من الجدول (٤ – هـ) أن لإدخال المتغيرين في معادلة الانحدار اللوجستي دلالة إحصائية، ويمكن استخدام النتائج في التنبؤ.

المستودع الرقمي لمركز بحوث ودراسات المدينة المنورة

جدول رقم (٤–د) ملخص اختبار مربع كاي بعد إدخال المتغيرات المستقلة وعددها اثنان

الملاحظات Observed			الملاحظ Observed
النسب الصحيحة	عواصف رعدية		
	١	صفر	
٦٤,٠	٩	١٦	الخطوة الأولى عواصف رعدية صفر
٦٩,٢	١٨	٨	١
٦٦,٦			**نسبة الإجمالي**
٧٢,٠	٧	١٨	الخطوة الثانية: عواصف رعدية صفر
٧٦,٩	٦	٢٠	١
٧٤,٥			**النسبة الإجمالية**

❖ يتضح من الجدول السابق (٤ – د) ما يلي:

أولاً: معامل الدقة: (**Specificity**)، وهو ناجم عن قسمة عدد التكرارات الصحيحة لعدم حصول عاصفة رعدية على مجموع تكرارات عدم حدوث عاصفة رعدية.

١- عندما أدخل المتغير (نقطة الندى) على المنسوب الأول ويساوي هذا المعامل=

$$\frac{١٦}{٢٥} = ٠,٦٤$$

٢- عندما أدخل المتغير (درجة الحرارة) على المنسوب الأول. ويساوي هذا المعامل

٣- النسبة الإجمالية = $\frac{٠,٦٤ + ٠,٦٩}{٢}$ ٪ ٦٦,٦

ثانياً: معامل الحساسية: (**Sensitivity**) وهو ناجم عن قسمة التكرارات الصحيحة لحدوث العواصف الرعدية على عدد حالات

المستودع الرقمي لمركز بحوث ودراسات المدينة المنورة

العواصف الرعدية:

١- عندما أدخل المتغير (نقطة الندى) على المستوى الأول ويساوي هذا المعامل =

$$\frac{١٨}{٢٥} = ٠,٦٩٤$$

٢- عندما أدخل المتغير (درجة الحرارة) على المستوى الأول ويساوي هذا المعامل

$$\frac{٢٠}{٢٦} = ٠,٧٧$$

٣- النسبة الإجمالية =

وبذلك نستطيع حساب نسبة التنبؤ باستعمال المتغيرين المستقلين (نقطة الندى ودرجة الحرارة) على النحو التالي:

$$\frac{٧٤,٥ \text{ ٪} + ٦٦,٦}{٢} = ٧٠,٥ \text{ ٪}$$

أو: ١٦ + ١٨ + ١٨ + ٢٠ / (٥١ × ٢) = ٧٠,٥ ٪

أي أن نقطة الندى ودرجة الحرارة على ارتفاع (٩٤٨) هكتوباسكال أمكن من خلالها التنبؤ بحدوث عواصف رعدية بنسبة ٧٠,٥ ٪.

جدول رقم (٤– ز) معاملات الانحدار وقيمة Wald للمتغيرات المستقلة عند المستوى الأول

		معامل الانحدار	الخطأ المعياري	قيمة Wald	درجات الحرية	مستوى الثقة	الدالة الأسية
الخطوة الأولى:	نقطة الندى	٠,١١٨ ـ	٠,٠٤٣	٧,٤٤٩	١	٠,٠٠٦	٠,٨٨٨
	ثابت	٣,٧٩	١,٤٢٨	٣,٠٤٩	١	٠,٠٠٨	٤٤,٣٣١
الخطوة الثانية:	درجة الحرارة	٠,٢٤٧	٠,٠٩٥	٦,٨٠٢	١	٠,٠٠٩	١,٢٨٠
	نقطة الندى	٠,٢٣٨ ـ	٠,٠٦٧	١٢,٧٥٣	١	٠,٠٠٠	٠,٧٨٨
	ثابت	١,٤٨٢ ـ	٢,٣٢٥	٠,٤٦	١	٠,٥٢٤	٠,٢٢٧

المستودع الرقمي لمركز بحوث ودراسات المدينة المنورة

❖ يمكن استخراج قيمة **Wald** من قسمة معامل الانحدار على الخطأ المعياري ثم تربيع خارج القسمة كما يلي: =

$$\frac{٠,١١٨}{٠,٠٤٣} = ٢,٧٤٤ \leftarrow \text{ثم } (٢,٧٤٤)^{٢} = ٧,٥ \text{ تقريباً.}$$

وبما أن نتائج الجدول (٤ – ز) تشير إلى معنوية النتائج بدلالة إحصائية قدرها ٩٩٪، فإنه من الممكن استخدام معاملات الانحدار والثابت في معادلة نستطيع من خلالها الحصول على النسبة المئوية المتوقعة لحدوث عواصف رعدية باستخدام نقطة الندى ودرجة الحرارة عند المستوى الأول، على النحو التالي

$$\text{logit } Y = a + b_{١}\, x_{١} + b_{٢}\, x_{٢} \pm e \quad (١)$$

- Y = احتمال حدوث عاصفة رعدية.
- $x_{١}$ = نقطة الندى عند المستوى الأول.
- $x_{٢}$ = درجة الحرارة عند المستوى الأول.
- $b_{١}$ = معامل الانحدار لمتغير نقطة الندى = - ٠,٢٣٨
- $b_{٢}$ = معامل الانحدار لمتغير درجة الحرارة = ٠,٢٤٧
- a = ثابت للنموذج = - ١,٤٨٢
- e = خطأ التقدير.

ثانياً: النتائج الخاصة بالمستوى الثالث (٩٢٥) هكتوباسكال:

تشير نتائج التحليل الخاصة بهذا المستوى بأن نقطة الندى هي المتغير الوحيد الذي أدخل في المعادلة، بمستوى ثقة قدره ٩٩٪ وفق اختبار مربع كاي، أما معامل الدقة فيصل إلى ٦٠٪، ومعامل الحساسية فقدر بنحو

(١) يمكن استخدام الدالة الآسية في عمليات التنبؤ ولمزيد من التفاصيل يمكن الرجوع: تقنيات صنع القرار، تأليف: خالد الجضعي، ٢٠٠٥، دار الأصحاب للنشر والتوزيع، الرياض.

المستودع الرقمي لمركز بحوث ودراسات المدينة المنورة

٧٣,١٪ ، وإن احتمال صحة التنبؤ بشكل عام تصل إلى ٦٦,٧٪ :

جدول رقم (٥– أ) تصنيف حالات المتغير التابع باستخدام متغير مستقل واحد

الملاحظ Observed	المتوقع Predicted		النسب الصحيحة
	عواصف رعدية		
	صفر	١	
الخطوة الأولى : عاصفة رعدية صفر	١٥	١٠	٦٠,٠
١	٧	١٩	٧٣,١
النسبة الإجمالية			**٦٦,٧**

جدول رقم (٥– ب) معاملات الانحدار وقيمة Wald للمتغيرات المستقلة عند المستوى الثالث

	معامل الانحدار	الخطأ المعياري	قيمة Wald	درجات الحرية	مستوى الثقة	الدالة الآسية
الخطوة الأولى: نقطة الندى	,١٢٧ -	٠,٠٤٧	٧,٣٦١	١	٠,٠٠٧	٠,٨٨٠
ثابت	٣,٧٦٥	١,٤١٨	٣,٠٥٦	١	٠,٠٠٨	٤٣,١٧٧

من خلال الجدول (٥ – أ) والجدول (٥ – ب) يتضح أن نقطة الندى عند المستوى الثالث تستطيع أن تتنبأ بصحة تصنيف الأيام ما بين صحو وما بين مرعدة بنسبة ٦٧٪ تقريباً ، وإنه يمكن استخدام معادلة خط الانحدار التالية بموجب النتائج الواردة في الجدول (٥ – ب) لكي نتنبأ بواسطتها عن مدى حصول عواصف رعدية أم لا :

$$Y = a + b\ {}_{١}x\ {}_{١} \pm e$$

حيث إن: $_{١}x$ = درجة نقطة الندى عند المستوى الثالث أي على منسوب (٩٢٥) هكتوباسكال.

المستودع الرقمي لمركز بحوث ودراسات المدينة المنورة

ثالثاً: النتائج الخاصة بالمستوى الرابع:

تبدي نتائج تطبيق الانحدار اللوجستي على البيانات الخاصة بالمستوى الرابع إلى أن درجة نقطة الندى ودرجة الحرارة هما المتغيران اللذان دخلا معادلة الانحدار اللوجستي بمعنوية إحصائية قدرها ٩٩٪ بموجب اختبار مربع كاي. وبناء عليه فإن معامل الدقة الناجم عن تطبيق هذا النموذج الإحصائي هو ٦٨٪ عند إدخال نقطة الندى في التطبيق، ثم ترتفع النسبة إلى ٧٢,٥٪ عند إضافة درجة الحرارة، وبذلك تصبح قيمة إجمالي معامل الدقة ٧٠,٦٪، أما معامل الحساسية فقد بلغ ٧٣,١٪ عند إدخال نقطة الندى في النموذج، وترتفع إلى ٨٤,٦٪ عند استخدام درجة الحرارة، وبذلك فإن النسبة الإجمالية لمعامل الحساسية تصل إلى ٧٨,٤٪. وبناء على إجمالي النسبتين فإن نقطة الندى ودرجة الحرارة عند المستوى الرابع أي على ارتفاع ٨٥٠ هكتو باسكال تستطيعان أن تتنبآ بمدى حصول عواصف رعدية بنسبة ٧٤,٥ ٪.

جدول رقم (٦–أ) تصنيف حالات المتغير التاسع باستخدام متغيرين مستقلين

الملاحظ Observed	المتوقع Predicted		
	عواصف رعدية		النسب الصحيحة
	صفر	١	
الخطوة الأولى عاصفة رعدية صفر	١٧	٨	٦٨,٠
١	٧	١٩	٧٣,١
نسبة الإجمالي			**٧٠,٦**
الخطوة الثانية: عواصف رعدية صفر	١٨	٧	٧٢,٠
١	٤	٢٢	٨٤,٦
النسبة الإجمالية			**٧٨,٦**

كما يمكن استخدام معاملات الانحدار الوارد في الجدول (٦ – ب)

المستودع الرقمي لمركز بحوث ودراسات المدينة المنورة

لصياغة معادلة نستطيع من خلالها التكهن بحدوث عواصف رعدية، من خلال معرفة نقطة الندى ودرجة الحرارة على المستوى الثالث أي على منسوب ٨٥٠ هكتوباسكال، وبدلالة إحصائية قدرها ٩٩٪ على النحو التالي:

جدول رقم (٦– ب) معاملات الانحدار وقيمة Wald للمتغيرين المستقلين عند المستوى الرابع

	معامل الانحدار	الخطأ المعياري	قيمة Wald	درجات الحرية	مستوى الثقة	الدالة الأسية
الخطوة الأولى: نقطة الندى	ـ ٠,١٥٠	٠,٠٥٤	٧,٧٥٢	١	٠,٠٠٥	٠,٨٦٠
ثابتة	٣,٦٩١	١,٣٦١	٧,٣٥٣	١	٠,٠٠٧	٤٠,٠٧٢
الخطوة الثانية: درجة الحرارة	٠,١٧٥	٠,٠٧٣	٥,٧١٥	١	٠,٠١٧	١,١٩٢
نقطة الندى	٠,٢٣٢	٠,٠٦٩	١١,٤٥٣	١	٠,٠٠١	٠,٧٩٣
ثابتة	٠,٩٩٦	١,٧٤٠	٠,٣٢٧	١	٠,٥٦٧	٢,٧٠٦

$$Y = a + b_1 + b_2 \quad x_2 \pm e$$

حيث إن: x_1 = نقطة الندى عند المستوى الرابع.

x_2 = درجة الحرارة عند المستوى الرابع.

رابعاً : النتائج الخاصة بالمستوى الخامس :

توضح النتائج الخاصة بتطبيق نموذج الانحدار اللوجستي على البيانات المناخية للمستوى الخامس عند منسوب ٧٠٠ هكتو باسكال أن نقطة الندى واتجاه الرياح عند هذا المنسوب قد دخلتا النموذج بمعنوية إحصائية مرتفعة قدرها ٩٩٪ وفق اختبار كاي، ولذلك يمكن استخدام هذين المتغيرين في توقع حدوث عواصف رعدية بالمدينة المنورة.

وبناء على الجدول (٧ – أ) فإن معامل الدقة الخاص بنقطة الندى يصل

المستودع الرقمي لمركز بحوث ودراسات المدينة المنورة

إلى ٨٠٪ انخفض إلى ٧٢٪ عندما أدخل اتجاه الرياح، وبذلك تصبح قيمة إجمالي معامل الدقة ٧٦٪، أما بالنسبة لمعامل الحساسية فقد بلغ بالنسبة لنقطة الندى ٧٢٪، وارتفع إلى ٨٠,٨٪ عند إدخال اتجاه الرياح، وبذلك تصبح النسبة الإجمالية لمعامل الحساسية ٧٦,٥٠ ٪، أي أننا نستطيع القول بأن نقطة الندى واتجاه الرياح عند مستوى ٧٠٠ هكتوباسكال يستطيعان التنبؤ بحصول عواصف رعدية بنسبة ٧٦,٣٪ وبدلالة إحصائية قدرها ٩٩٪.

وشأن المستوى الرابع كغيره من المستويات الآنفة الذكر، نستطيع بواسطة معاملات الانحدار لكل من نقطة الندى واتجاه الرياح صياغة معادلة يمكن من خلالها وبمعرفة نقطة الندى واتجاه الرياح التعرف على إمكانية حدوث عواصف رعدية بالمدينة المنورة، وبدلالة إحصائية قدرها ٩٩٪ على النحو التالي:

$$Y = a + b_1 x_1 + b_2 x_2 \pm e$$

حيث إن: x_1 = نقطة الندى عند المستوى الخامس.

x_2 = درجة الحرارة عند المستوى الخامس.

جدول رقم (٧–أ) تصنيف حالات المتغير التابع باستخدام متغيرين مستقلين

الملاحظ Observed	المتوقع Predicted		
	عواصف رعدية		النسب الصحيحة
	صفر	١	
الخطوة الأولى عاصفة رعدية صفر	٢٠	٥	٨٠,٠
١	٤	٢٢	٨٤,٦
نسبة الإجمالي			**٧٦,٦**
الخطوة الثانية: عواصف رعدية صفر	١٨	٧	٧٢,٠
١	٥	٢١	٨٠,٨
النسبة الإجمالية			**٧٦,٥**

المستودع الرقمي لمركز بحوث ودراسات المدينة المنورة

جدول رقم (٧– ب) معاملات الانحدار وقيمة Wald للمتغيرين المستقلين عند المستوى الخامس

		معامل الانحدار	الخطأ المعياري	قيمة Wald	درجات الحرارة	مستوى التفه	الدالة الآسية
الخطوة الأولى:	نقطة الندى	ـ ٠,٢٥٤	٠,٠٧٥	١١,٥٤٤	١	٠,٠٠١	
	ثابتة	٣,٩٥٥	١,١٩٣	١٠,٩٨٩	١	٠,٠٠١	
الخطوة الثانية:	اتجاه الرياح	ـ ٠,٣١٣	٠,٠٩٢	١١,٤٤٠	١	٠,٠٠١	
	نقطة الندى	ـ ٠,٠١٣	٠,٠٠٦	٤,٤٦٦	١	٠,٠٣٥	
	ثابتة	٧,٣٦٦	٢,٢٢٤	١٠,٩٧٠	١	٠,٠٠١	

خامساً : النتائج الخاصة بالمستوى التاسع:

أبدت النتائج الخاصة بالمستوى السابع أن نقطة الندى قد أدخلت في النموذج الإحصائي المطبق في هذه الدراسة بمعنوية إحصائية قدرها ٩٩٪ بموجب اختبار مربع كاي، ولذلك نستطيع استخدام هذا المتغير في التكهن بحصول العواصف الرعدية بالمدينة المنورة.

فمن خلال الجدول (٨ – أ) تبين أن معامل الدقة يعادل ٥٦٪، وأن معامل الحساسية يساوي ٧٦,٩٪، وبذلك فإن احتمال صحة التنبؤ بشكل عام من خلال نقطة الندى على مستوى ٢٥٠ هكتوباسكال يصل إلى ٦٦,٧٪، كما أنه يمكن صياغة معادلة خاصة بهذا المتغير نستطيع من خلالها توقع حدوث عواصف رعدية من معرفة نقطة الندى عند هذا المنسوب وبدلالة إحصائية ٩٩٪.

المستودع الرقمي لمركز بحوث ودراسات المدينة المنورة

جدول رقم (٨ – أ) تصنيف حالات المتغير التاسع باستخدام متغير واحد

الملاحظات Observed		المتوقع Predicted		
		عواصف رعدية		النسب الصحيحة
		صفر	١	
الخطوة الأولى	عاصفة رعدية صفر	١٤	١١	٥٦,٠
	١	٦	٢٠	٧٦,٩
النسبة الإجمالية				٦٦,٧

جدول رقم (٨– ب) معاملات الانحدار وقيمة Wald لمتغير مستقل واحد عند المستوى التاسع

	معامل الانحدار	الخطأ المعياري	قيمة Wald	درجات الحرارة	مستوى الثقة	الدالة الآسية
الخطوة الأولى:	نقطة الندى	ـ ٠,١٠٧	٠,٥٤٤	٥,٨٠٥	١	٠,٠١٦	٠,٨٩٩
	ثابت	١,٦٧٣	٠,٧٢٧	٥,٣٠٤	١	٠,٠٢١	٥,٣٣٠

سادساً : النتائج الخاصة بالغيوم:

كما في التحليل العاملي لم تبد جميع الغيوم كعامل فاعل قدرتها على تمييز أو تصنيف الأيام المرعدة. إلا أن هذا الأمر لا ينسحب على الغيوم من النوع الركامي، وبخاصة المزن الركامي Cb، والركامي الطبقي Sc. فقد أظهرت النتائج الخاصة بتطبيق الانحدار اللوجستي على البيانات الأرضية بمحطة الأرصاد الجوي بمطار الأمير محمد بالمدينة المنورة أنه يمكن الاعتماد على نوعين من الغيوم في تصنيف الأيام المرعدة عن غيرها من الأيام، وبدلالة إحصائية قدرها ٩٩٪ وفق اختبار مربع كاي. وبالاستعانة بالنتائج الواردة في الجدول (٩ – أ) نستطيع القول بأن الغيوم قد

المستودع الرقمي لمركز بحوث ودراسات المدينة المنورة

احتلت المركز الأول في إمكانية التنبؤ بواسطتها بمدى حدوث عواصف رعدية بالمدينة المنورة، فمعامل الدقة لغيوم المزن الركامي تصل إلى ٨٨٪، ينخفض إلى ٨٤٪ عندما أدخلت الغيوم الركامية الطباقية إلى النموذج. وبذلك فإن إجمالي معامل الدقة يصل إلى ٨٦,٣٪ تقريباً، أما معامل الحساسية فيصل على ٨٤,٦٪ بالنسبة للمزن الركامي، ويرتفع إلى ٩٦,٢٪ عند إضافة الغيوم الركامية الطباقية إلى النموذج، وبذلك يكون إجمالي معامل الحساسية ٩٠,٢٪. وبناء عليه نستطيع حساب نسبة التنبؤ باستخدام المتغيرين المستقلين: عدد ساعات سيطرة غيوم المزن الركامي وعدد ساعات سيطرة المزن الطبقي، حيث إنهما يستطيعان توقع حدوث عواصف رعدية بالمدينة المنورة بنسبة ٨٨,٢٪.

جدول رقم (٩ – أ) تصنيف حالات المتغير التابع باستخدام متغيرين مستقلين

الملاحظ Observed	المتوقع Predicted		النسب الصحيحة
	عواصف رعدية		
	صفر	١	
الخطوة (صفر عاصفة رعدية صفر	٢٢	٣	٨٨,٠
١	٤	٢٢	٨٤,٦
نسبة الإجمالي			**٨٦,٦**
الخطوة الثانية: عواصف رعدية صفر	٢١	٤	٨٩,٠
١	١	٢٥	٩٦,٨
النسبة الإجمالية			**٩٠,٢**

المستودع الرقمي لمركز بحوث ودراسات المدينة المنورة

جدول رقم (٩– ب) معاملات الانحدار وقيمة Wald لمتغيرين مستقلين

	معامل الانحدار	الخطأ المعياري	قيمة Wald	درجات الحرية	مستوى الثقة	الدالة الآسية
الخطوة الأولى: CB	٠,٧١٨	٠,١٩١	١٤,١٢٨	١	٠,٠٠٠	٢,٠٥٠
ثابت	ـ ٠,٨٠١	٠,٥٥٠	١٠,٧٤٠	١	٠,٠٠١	٠,١٦٥
الخطوة الثانية: CB	٠,٦٥٤	٠,٢١٤	٩,٣٤٨	١	٠,٠٠٢	١,٩٢٤
SC	٠,٢٧٣	٠,٠٩٦	٨,١١٦	١	٠,٠٠٤	١,٣١٤
ثابت	٣,٩٥١	١,٣٦٠	١,٤٣٨	١	٠,٠٠٤	٠,٠١٩

وباستخدام المعطيات الواردة في الجدول (٩ – ب) نستطيع صياغة معادلة يمكن من خلالها التكهن بمدى حصول عواصف رعدية بمعرفة عدد الساعات التي تشغلها غيوم المزن الركامي وغيوم الركام الطبقي في المدينة المنورة، وبدلالة إحصائية مرتفعة تصل إلى ٩٩٪ على النحو التالي:

$$Y = a + b_1 x_1 + b_2 x_2 \pm e$$

حيث إن: x_1 = عدد ساعات سيطرة غيوم المزن الركامي.

x_2 = عدد ساعات سيطرة غيوم الركام الطبقي.

سابعاً : النتائج الخاصة بالقرائن المناخية:

استخدم لهذا الغرض قرينتان: الأولى تدعى قرينة (Total - Total TT/)، والقرينة الثانية تدعى قرينة الارتقاء أو الرفع (Lifting Endex/TI)، وهاتان القرينتان تعدان أكثر القرائن استخداماً في هذا المجال ـ وقد سبق التعريف بهما في الصفحات السابقة تحت عنوان/ المنهجية ـ إلا أن قرينة الرفع أو الارتقاء لم يظهر لها أي تأثير في هذه الدراسة، وظهر تأثير قرينة (TT) عندما طبق عليها نموذج الانحدار اللوجستي.

فقد أوضحت النتائج بأنه يمكن استخدام قرينة (TT) في التنبؤ بإمكانية حدوث عواصف رعدية في المدينة المنورة بدلالة إحصائية مرتفعة

المستودع الرقمي لمركز بحوث ودراسات المدينة المنورة

قدرها ٩٩٪ وفق اختيار مربع كاي. حيث يتبين من الجدول (٩ - أ) بأن معامل الدقة لهذا المتغير يصل إلى ٧٢٪، ومعامل الحساسية يصل على ٨٠,٨ ٪، وأن احتمال صحة التنبؤ باستخدام هذا المتغير في توقع حصول عواصف رعدية هو ٧٦,٥ ٪.

بالإضافة إلى ذلك بالاستعانة بالنتائج الموضحة في الجدول (٩ – ب) يمكن توقع حدوث عواصف رعدية باستخدام قرينة (TT) وبمستوى ثقة قدره ٩٩٪ من خلال صياغة معادلة انحدار خطية على النحو التالي:

$$Y = a + b_1 \pm e$$

حيث إن:

- **Y** = نسبة توقع حدوث عواصف رعدية بالمدينة المنورة .
- **a** = ثابت يساوي ـ ٦,٣٢٧.
- **b** = معامل انحدار يساوي ٠,٣.
- x_1 = قيمة القرينة المناخية (**TT**).
- **e** = مقدار الخطأ في التقدير.

جدول رقم (٩ – أ) تصنيف حالات المتغير التابع باستخدام متغير واحد

الملاحظ Observed		المتوقع Predicted		النسب الصحيحة
		عواصف رعدية		
		صفر	١	
الخطوة الأولى	عاصفة رعدية صفر	١٨	٧	٧٢,٠
	١	٥	٢٢	٨٠,٨
النسبة الإجمالية				**٧٦,٥**

المستودع الرقمي لمركز بحوث ودراسات المدينة المنورة

جدول رقم (٩– ب) معاملات الانحدار وقيمة Wald لمتغير مستقل واحد

	معامل الانحدار	الخطأ المعياري	قيمة Wald	درجات الحرية	مستوى الثقة	الدالة الآسية
الخطـــوة TT الأولى:	٠,٣٠٠	٠,٩٨٨	١١,٧٠٤	١	٠,٠٠١	١,٣٤٩
ثابت	ـ ٦,٣٢٧	١,٩٢٩	١٠,٧٥٩	١	٠,٠٠١	٠,٠٠٢

مناقشة النتائج:

لقد تبين من خلال نتائج الدراسة أن ٤١ يوماً قد شهدت حصول برق ورعد خلال فترة الدراسة التي امتدت من سنة ٢٠٠١ حتى سنة ٢٠٠٧، ثلاثون منها حصل في فصل الربيع أي ما يعادل ٧٣٪ منها، وحدثت خمس حالات في فصل الصيف، وثلاثة حالات في فصل الشتاء، ومثلها في فصل الخريف، كما تبين أن ثمانية أيام من هذه الحالات تعد أياماً ممطرة، وما تبقى يمكن اعتبارها حالات برق جافة.

كما لوحظ أن الفعاليات الجوية لهذه العواصف الرعدية لم يتجاوز تأثيرها حدود المستوى العاشر أي عند مستوى ٢٠٠ هكتوباسكال عند ارتفاع ١٢٢٨ ديكاميتر تقريباً (لأن هذا الارتفاع يختلف من حين إلى آخر)، ويبدو أن هذا الحد هو حد التروبوسفير. لا أن هناك تبايناً في نتائج التحليل العاملي ونتائج الإنحدار اللوجستي، فقد أظهر التحليل العاملي أن ١٦ حالة تشبع مرتفعة للعوامل مع متغيرات الدراسة قد حصلت خلال المستويات من المستوى السادس حتى المستوى العاشر، بينما ١٣ حالة (تقريباً – لأنه قد تم تقدير المستوى الثاني بسبب عدم توفر بيانات خاصة بهذا المستوى) قد تمت في المستويات الدنيا من (١ – ٥)، أما نتائج التحليل اللوجستي فانحصر تأثير المتغيرات بالطبقات الدنيا من (١ – ٥)، ولم يشذ عن ذلك سوى حالة واحدة عندما برز تأثير اتجاه الرياح ونقطة الندى عند المستوى التاسع. كما

المستودع الرقمي لمركز بحوث ودراسات المدينة المنورة

أن نتائج التحليل العاملي أبرزت تأثير الرياح أكثر من غيرها من المتغيرات، بينما في التحليل اللوجستي فكانت الهيمنة لنقطة الندى، ولم يبرز هذا التحليل تأثير سرعة الرياح.

كما تبين بأنه يمكن الاعتماد على بعض المتغيرات والقرائن في التنبؤ بحالات العواصف الرعدية بدلالات إحصائية مرتفعة، وبنسبة توقع وصلت في بعض الحالات إلى ٨٨٪ تقريباً. ومن الممكن استخدام بعض المتغيرات الواردة في نتائج التحليل اللوجستي في التنبؤ بحدوث العواصف الرعدية؛ لأن صحة تنبؤها يزيد عن ٧٠٪.

وخلاصة القول بأن العواصف الرعدية تعدّ فعاليات جوية قصيرة المدة وبخاصة في المدينة المنورة، إذ يبدو أنها من نوع الخلية الواحدة، عدا الحالة التي سيطرت على المدينة المنورة في شهر مايو / أيار / ٢٠٠٥م، فيبدو أنها من نوع متعدد الخلايا، أي النوع المجمع، حيث إن معظم هذه العواصف يبدأ وينتهي خلال ساعة أو ساعتين. ولكون المدينة المنورة تقع في إقليم قاري جاف بعيد عن التأثيرات البحرية المباشرة، فالبحر يبعد عن المدينة بنحو ١٢٠ كلم، ولذا فإن حالات عدم الاستقرار، والتي تأثرت بها المدينة المنورة خلال فترة الدارسة سببتها عملية رفع كتل هوائية بحرية رطبة بفعل جبال الحجاز؛ لكون معظمها وقع في فصل الربيع التي يخف فيها اندفاع كتل هوائية إلى المنطقة قادمة من الشمال عبر البحر المتوسط.

إن عملية تكوّن عاصفة رعدية عملية معقدة، تشترك فيها عوامل متعددة. أهمها: توفر الرطوبة النسبية المناسبة، وتولد حركة رفع تعمل لتكاثف بخار الماء الموجود في الهواء، مما يسبب انطلاق الطاقة الكامنة الموجودة أو بخار الماء، مما يعطي الهواء طاقة إضافية للصعود إلى أعلى لدرجة يجد الهواء نفسه محاطاً بهواء يعادله بدرجة الحرارة فيستقر، ثم

المستودع الرقمي لمركز بحوث ودراسات المدينة المنورة

يبدأ بالهبوط، وهذا الهبوط يفرضه حدوث تبرد للهواء، لذلك نشعر بالبرودة أثناء سقوط أمطار العواصف الرعدية، رغم أن الطقس يكون دافئاً قبل ساعات من حصولها.

وتعد نقطة الندى محصلة لدرجة الحرارة والرطوبة؛ لذلك فهي معيار مهم في تشكل الغيوم الركامية، فكلما زادت الرطوبة النسبية فإن درجة الندى تقل، ولا تحتاج درجة الحرارة للهبوط أكثر حتى يحصل التكاثف، وإن هبطت أكثر فيصبح الوسط مناسباً لتجمد قطرات الماء، فتتحول إلى برد بأحجام مختلفة يحددها عدد مرات صعودها وهبوطها عبر طبقات الغلاف الجوي الدنيا.

ومن المعروف أن كل الفعاليات الجوية بمختلف مستوياتها تحدث في طبقة التروبوسفير أي بسمك يصل إلى ١٢ كلم تقريباً، إلا أن العواصف الرعدية التي تمت في المدينة المنورة، فإن نتائج التحليل الإحصائي وبخاصة الإعداد اللوجستي تؤكد بأن هذه العواصف قد حصلت في أول خمسة كيلو مترات من الغلاف الجوي. وهذا أمر طبيعي؛ لأن معظم الرطوبة الجوية تتوفر في هذه المستويات، وبدون رطوبة جوية لا يمكن أن تتطور أية فعالية جوية، كما أن سيطرة الرياح الجيوستروفية تمنع تطور حالات عدم استقرار جوي فوق مستواها.

وقد أكدت نتائج الدراسة أن الرياح السائدة قبيل حدوث العواصف الرعدية تميل إلى اتجاه أقرب للغرب، وعندما يبدأ تأثير حالات عدم الاستقرار تصبح الرياح جنوبية غربية، وهذا الأمر ينطبق تماماً على الحالات الجوية التي تسيطر فيها المنخفضات الجوية وبخاصة تلك القادمة من جهة الغرب.

فقبل أن تصل ذروة الحالة الجوية تهب رياح جنوبية غربية، وعند الذروة

المستودع الرقمي لمركز بحوث ودراسات المدينة المنورة

تتحول إلى رياح غربية، وعندما تنتهي العاصفة تتحول الرياح إلى شمالية غربية، وبعد بضع ساعات تعود الرياح إلى ما كانت عليه أقرب إلى الاتجاه الغربي أو غرب جنوب غرب.

إن حالات عدم الاستقرار التي تحدث في إقليم المدينة المنورة سببها يعود إلى تكون جبهة هوائية ناجمة عن التقاء كتل هوائية باردة نسبياً قادمة من الجهة الشمالية الغربية، وبخاصة في فصل الشتاء ونوعاً ما الربيع، مع كتل هوائية رطبة دافئة قادمة من البحر الأحمر؛ مما يساهم في حصول عملية رفع للهواء الرطب الدافئ إلى أعلى، يساعده في ذلك وجود مرتفعات جبال الحجاز، وعادة تحصل هذه الحالات بعد العصر، وهناك إمكانية أخرى ولكنها أقل شأناً من سابقتها، حين تعبر كتل هوائية رطبة دافئة من بحر العرب إلى قلب الجزيرة العربية وتقابل كتلاً هوائية باردة نسبياً قادمة من الشمال، فتتطور بذلك حالة عدم استقرار تسبب في ظهور عواصف رعدية، ولكنها ليست بقوة العواصف التي سببتها كتل البحر الأحمر.

أهم النتائج والتوصيات

أولاً أهم النتائج:

من خلال النتائج التي خلصت إليها هذه الدراسة يمكن أن نلخصها بما يلي:

١- إن نحو ٧٥٪ من العواصف الرعدية تحصل في فصل الربيع، وإن نحو ٢٠٪ منها يعدّ ممطراً.

٢- إن كل الفعاليات الجوية الخاصة بالعواصف الرعدية قد تمت ضمن المستويات (١ – ١٠)، ومعظمها تركزت فعالياته ضمن المستويات (١– ٥).

المستودع الرقمي لمركز بحوث ودراسات المدينة المنورة

٣- أظهر التحليل العاملي أن سرعة الرياح واتجاهها هي المهيمنة على المتغيرات التي تساهم في تطور العواصف الرعدية، بينما أظهرت نتائج تحليل الانحدار اللوجستي هيمنة نقطة الندى، ودرجة الحرارة في عملية التنبؤ بحدوث هذه العواصف.

٤- تفاوتت قدرة المتغيرات في إمكانية التكهن بحدوث عواصف رعدية. فقد احتلت الغيوم الركامية المركز الأول، حيث يمكن أن نتوقع حدوث عواصف رعدية بالاستعانة بالغيوم الركامية بنسبة ٨٨٪، ثم تأتي نقطة الندى بالدرجة الثانية، إذا تمت المقارنة على أساس مستوى واحد وليس عدة مستويات، أما إذا أخذنا بالاعتبار عدة مستويات فنقطة الندى هي الأهم.

٥- ساهمت تسع عوامل وفق التحليل العاملي في تفسير ٨٣٪ من التباين الموجود ضمن مصفوفة البيانات الخاصة بمتغيرات الدراسة، وكان أبرزها العوامل المتعلقة باتجاه الرياح وسرعتها.

٦- لم يظهر لقرينة الارتقاء تأثير يذكر (LI) على فعاليات العواصف الرعدية، بينما قد ظهر تأثير قرينة (LI) بشكل واضح، حيث يمكن استخدامها في توقع حدوث العواصف الرعدية بنسبة ٧٦,٥٪.

٧- بشكل عام، إن سرعة الرياح في الأيام المرعدة أكبر من سرعتها في الأيام العادية، فقد بلغ متوسط سرعة الرياح في الأيام العادية نحو ٢٤,٥ عقدة / ساعة، فيما تصل سرعتها في الأيام المرعدة ٢٧,٤ عقدة / ساعة.

٨- يوجد فرق واضح في نقطة الندى بين الأيام العادية والأيام المرعدة يصل إلى ٥,٣ مْ.

٩- إن معدل تناقص نقطة الندى بالارتفاع أعلى بنحو ٧ درجات مئوية في الأيام العادية عن الأيام المرعدة.

المستودع الرقمي لمركز بحوث ودراسات المدينة المنورة

١٠- تسيطر الغيوم من النوع الركامي الطبقي على سماء المنطقة خلال العواصف الرعدية، يليها غيوم المزن الركامي.

ثانياً: أهم التوصيات:

١- محاولة ربط شبكة المعلومات والبيانات المناخية الخاصة بالرئاسة العامة للأرصاد وحماية البيئة بشبكة جامعة طيبة.

٢- إجراء دراسة مشابهة لمدينة جدة ومدينة مكة المكرمة ومدينة ينبع حتى يمكن توقع حصول العواصف الرعدية على المدينة المنورة لفترة زمنية كافية.

٣- اعتماد نتائج هذه الدراسة لدى الرئاسة العامة للأرصاد وحماية البيئة وأمانة المدينة المنورة والدفاع المدني؛ لأنها توفر فرصاً علمية دقيقة لتوقع حدوث العواصف الرعدية في المدينة المنورة.

المستودع الرقمي لمركز بحوث ودراسات المدينة المنورة

قائمة المراجع

أولاً: المراجع العربية:

- الجضعي، خالد، ٢٠٠٥، "تقنيات صنع القرار، تطبيقات حاسوبية"، دار الأصحاب للنشر والتوزيع، الرياض.

- الدغيري، أحمد، ٢٠٠٤، "تحديد حالة الجو الرأسية والاستقرار الجوي في مدينة الرياض باستخدام أنموذج: **Skeu. Tlog P. Diagram**"، الندوة الثامنة لأقسام الجغرافية، بجامعات المملكة العربية السعودية، جامعة أم القرى، ٢ – ٤ / مارس / ٢٠٠٤.

- شحادة، نعمان، ١٩٩٨م. علم المناخ المعاصر، دار القلم للنشر والتوزيع، دبي.

ثانياً: المراجع الأجنبية:

- Chang, T. Shin – Yu Wang, and Ming – cheng Yen, ٢٠٠٦ " Enhancement – of afternoon Thunderstorm Activity by Urbanization in Valley Taipei", Journal of Applied Meteorolgoy and Climateology, Vol. ٤٥, pp. ١٣٢٤ – ١٣٤٠.

Davis, S. and K.J.E walsh, ٢٠٠٨, "Suthern Ustralian Thunderstorm: Are they Increesing in Frequency?", Ustralian Meteorological Magazine, Vol. ٥٧, pp. ١ – ١١.

Gary, R. Huffinen and Richard E. Orville, ١٩٩٩, "Lightining Graound Flash Density and Thunderstorm Duration in The Continental United States: ١٩٨٩ – ١٩٩٦: Journal of Applied Meteorology, Vol. ٣٨ pp. ١٠١٣ – ١٠١٩.

المستودع الرقمي لمركز بحوث ودراسات المدينة المنورة

Haan, S., ٢٠٠٥, " Measuring Atmospheric Stability WithGPS", Journal of Applied Climatology, Vol. ٤٤, pp. ٤٦٧ – ٤٧٥.

James, A. Smith, Mury Lymn Baeck, and Yu Zhang, ٢٠٠١, "Extreem Rainfall and Flooding From Supercell Thunderstorms, Journal of Hydrometeorology, Vol. ٢, pp. ٤٦٩ – ٤٨٩.

Kimberly, L. E., David J. Stensrud, k. C. Crowford, ٢٠٢, "Ensemble Cloud Model Applications, to Forcasting Thunderstorm", Journal of Applied meteorology, Vol. ٤١, pp. ٣٦٣ – ٣٨٣.

Ntelkos, A.A., J., A. Smith and W. F. Krajewsk, ٢٠٠٧", Climatology Analysis of Thunderstorm and Flash Floods in Baltimore metropolitan Region", Journal of Hydrology, Vol. ٨, pp. ٨٨ – ١٠١.

Ronald, L. H., Raul, E. Lopez, and B., C. Navaro, ٢٠٠٥,"Deaths, Injuries and Dameges from Lightning in the United States in the ١٨٩٠'s in Comparison with ١٩٩٠'s", Journal of Applied Meteorology, Vol. ٤, pp. ١٥٦٣ – ١٥٧٣.

Roring, M. L., S. J. Mekay and S. A. Ferguson, ٢٠٠٦, "Model – Generated Prediction of Dry Thunderstorm Potential" Journal of applied meteorology and Climatology, Vol. ٤٥, pp. ٦٠٥ – ٦١٤.

ثالثاً: المراجع المستخلصة من شبكة الإنترنت.

NoAA National Sever Storm Laboratory, "A sever weather primer Questions and Answer about Thunderstorm", http:// www.nssl.noaa.gov.primer/storm/tstbasics.html.

المستودع الرقمي لمركز بحوث ودراسات المدينة المنورة

Pidwring, p., "Thunderstorm, Encyclopedia of Earth, http://www.eoearth.org.com

weatherwizkids, http://www.weatherwizkids.com/thunderstorm.

Wikipedia, "Thunderstorm", http://en.wikipedia,org./wik/thunderstorm.com

المستودع الرقمي لمركز بحوث ودراسات المدينة المنورة