

سلسلة محكمة غير دورية تصدرها الجمعية الجغرافية السعودية

٦٥



**فاعلية مؤشرات عدم الاستقرار الجوي الرياضية
المعمول بها في وسط المملكة العربية السعودية**

د. فهد بن محمد عبد الله الكبيسي

بحوث جغرافية

سلسلة محكمة غير دورية تصدرها الجمعية الجغرافية السعودية

٦٥

فاعلية مؤشرات عدم الاستقرار الجوي الرياضية
المعمول بها في وسط المملكة العربية السعودية

د. فهد بن محمد عبد الله الكلبي

جامعة الملك سعود - الرياض - المملكة العربية السعودية

١٤٢٥هـ - ٢٠٠٤م



[Faded text]

[Faded text]

[Faded text]

[Faded text]

[Faded text]

ISSN 1018-1423

Key title=Buhut gugrafiyya

● مجلس إدارة الجمعية الجغرافية السعودية ●

أ.د. محمد شوقي بن إبراهيم مكي	رئيس مجلس الإدارة.
د. محمد بن صالح الربدي	نائب رئيس مجلس الإدارة.
د. عبد الله بن حمد الصليح	أمين السر.
د. محمد بن عبد الله الفاضل	أمين المال.
أ.د. علي بن محمد شيان العريشي	رئيس وحدة البحوث والدراسات
د. عنبرة بنت خميس بلال	محررة النشرة الجغرافية
د. محمد بن عبد الحميد مشخص	عضو مجلس الإدارة.
د. معراج بن نواب مرزا	عضو مجلس الإدارة.
أ. محمد بن أحمد الراشد	عضو مجلس الإدارة.

● ح الجمعية الجغرافية السعودية، ١٤٢٥ هـ ●

فهرسة مكتبة الملك فهد الوطنية أثناء النشر
الكلبي، فهد بن محمد عبد الله
فاعلية مؤشرات عدم الاستقرار الجوي الرياضية المعمول بها في وسط المملكة العربية السعودية
فهد بن محمد عبد الله الكلبي .

٤٣ ص، ١٧ × ٢٤ سم، - (بحوث جغرافية، ٦٥).

ردمك: ٣-٧-٩٤٢٤-٩٩٦٠

١- المناخ السعودية

أ. العنوان

١٤٢٥/٦١٠٦

ديوي ٥٥١،٦

رقم الإيداع: ١٤٢٥/٦١٠٦

ردمك: ٣-٧-٩٤٢٤-٩٩٦٠

قواعد النشر

- ١- يُراعى في البحوث التي تتولى سلسلة "بحوث جغرافية"، نشرها، الأصالة العلمية وصحة الإخراج العلمي وسلامة اللغة .
 - ٢- يشترط في البحث المقدم للسلسلة ألا يكون قد سبق نشره من قبل.
 - ٣- ترسل البحوث باسم رئيس هيئة تحرير السلسلة .
 - ٤- تقدم جميع الأصول مطبوعة على نظام MS WORD ببيئات النوافذ (Windows) على ورق بحجم A4، مع مراعاة أن يكون النسخ على وجه واحد، ويترك فراع ونصف بين كل سطر وآخر بخط AL-Hotham للمتن وبالخط Monotype Koufi للعناوين، وبنط ١٦ أبيض للمتن وبنط ١٢ أبيض للهوامش (بنط أسود للآيات القرآنية والأحاديث الشريفة). ويمكن أن يكون الحد الأعلى للبحث [٧٥] صفحة، والحد الأدنى [١٥] صفحة.
 - ٥- يرسل أصل البحث مع صورتين وملخص في حدود (٢٥٠) كلمة باللغتين العربية والإنجليزية.
 - ٦- يُراعى أن تقدم الأشكال مرسومة بالحبر الصيني على ورق (كلك) مقاس ١٣×١٨ سم، وترفق أصول الأشكال بالبحث ولا تلصق على أماكنها .
 - ٧- ترسل البحوث الصالحة للنشر والمختارة من قبل هيئة التحرير إلى محكمين اثنين-على الأقل- في مجال التخصص من داخل أو خارج المملكة قبل نشرها في السلسلة.
 - ٨- تقوم هيئة تحرير السلسلة بإبلاغ أصحاب البحوث بتاريخ تسلّم بحوثهم. وكذلك إبلاغهم بالقرار النهائي المتعلق بقبول البحث للنشر من عدمه مع إعادة البحوث غير المقبولة إلى أصحابها.
 - ٩- يمنح كل باحث أو الباحث الرئيسي لمجموعة الباحثين المشتركين في البحث خمساً وعشرين نسخة من البحث المنشور .
 - ١٠- تطبق قواعد الإشارة إلى المصادر وفقاً للآتي :
- يستخدم نظام (اسم / تاريخ) ويقتضي هذا النظام الإشارة إلى مصدر المعلومة في المتن بين قوسين باسم المؤلف متبوعاً بالتاريخ ورقم الصفحة. وإذا تكرر المؤلف نفسه في مرجعين مختلفين يذكر اسم المؤلف ثم يتبع بسنة المرجع ثم رقم الصفحة. أما في قائمة المراجع فيستوجب ذلك ترتيبها هجائياً حسب نوعية المصدر كالتالي :

الكتب يذكر اسم العائلة للمؤلف (المؤلف الأول إذا كان للمرجع أكثر من مؤلف واحد) متبوعاً بالأسماء الأولى، ثم سنة النشر بين قوسين، ثم عنوان الكتاب، فرقم الطبعة -إن وجد- ثم الناشر، وأخيراً مدينة النشر .

الدوريات يذكر اسم عائلة المؤلف متبوعاً بالأسماء الأولى، ثم سنة النشر بين قوسين، ثم عنوان المقالة، ثم عنوان الدورية، ثم رقم المجلد، ثم رقم العدد، ثم أرقام صفحات المقال، (ص ص ٥-١٥).

الكتب المحررة يذكر اسم عائلة المؤلف متبوعاً بالأسماء الأولى، ثم سنة النشر بين قوسين، ثم عنوان الفصل، ثم يكتب (في in) تحتها نخط، ثم اسم عائلة المحرر متبوعاً بالأسماء الأولى، وكذلك بالنسبة للمحررين المشاركين، ثم (محرر ed. أو محررين eds.) ثم عنوان الكتاب، ثم رقم المجلد، فرقم الطبعة، وأخيراً الناشر، فمدينة النشر .

الرسائل غير المنشورة يذكر اسم عائلة المؤلف متبوعاً بالأسماء الأولى، ثم سنة الحصول على الدرجة بين قوسين، ثم عنوان الرسالة، ثم يحدد نوع الرسالة (ماجستير/دكتوراه)، ثم اسم الجامعة والمدينة التي تقع فيها .

أما الهوامش فلا تستخدم إلا عند الضرورة القصوى وتخصص للملاحظات والتطبيقات ذات القيمة في توضيح النص.

تعريف بالباحث: د. فهد بن محمد عبد الله الكلبي -أستاذ، جامعة الملك سعود، كلية الآداب، قسم الجغرافيا

ملخص

تعتبر حالة الاستقرار الجوي أو عدمه مهمة للعديد من الجوانب التي تهتم الإنسان، لذلك قام العديد من الميئورولوجيين ببناء مؤشرات رياضية تمكن من فهم حالة الاستقرار الجوي من عدمه وأطلقوا عليها مؤشرات الاستقرار الجوي Stability Indices. لقد تم بناء تلك المؤشرات لتناسب الظروف المناخية الجغرافية للأماكن التي بُنيت فيها، إلا أن تلك المؤشرات أصبحت تستخدم من قبل جهات الرصد الجوي في كثير من دول العالم ومن ضمنها المملكة. لذا تأتي هذه الدراسة لتقييم جدوى تطبيق تلك المؤشرات لتحديد وتوقع حالة استقرار الجو في وسط المملكة العربية السعودية.

لتحقيق ذلك تم استخدام العديد من الأساليب الميئورولوجية والإحصائية وتم استخدام بعض البرامج الحاسوبية الميئورولوجية والإحصائية والتي من أهمها برنامج القوات الجوية الأمريكية (USAF) United State Air Force المسمى (RAOB) Rawinsound Observation.

البيانات المستخدمة في هذا البحث عديدة من حيث نوعها وتغطيتها الزمانية والمكانية والمتغيرات التي تمثلها. فهي معلومات يومية سطحية وعلوية تمثل محطة الرياض وتشمل عناصر ميئورولوجية عديدة مهمة. وهذه المعلومات اليومية أخذت من السجل المناخي اليومي لمحطة الرياض للفترة من ١٩٩٤م الي ١٩٩٨م ومن ثم تم تبويبها وتنظيمها بشكل يتناسب مع أهداف هذه الدراسة. لقد اختيرت محطة الرياض العلوية لتمثل المنطقة الوسطى لكونها تتوسط تلك المناطق

ولكون حالة الجو العلوية فوق الرياض لا تختلف كثيراً عن حالة الجو العلوية فوق بقية مناطق وسط المملكة.

لقد خرجت الدراسة بالعديد من النتائج المهمة . لقد إتضح أنه يوجد في البناء الرياضي لأهم المؤشرات المعمول بها حالياً من قبل رئاسة الأرصاد وحماية البيئة لتحديد وتوقع حالات عدم الاستقرار الجوي في وسط المملكة ثوابت وقيم لا تتوافق مع ظروف المملكة الجغرافية والمناخية . أيضاً إتضح أن بعض تلك المؤشرات تفشل في أحيان كثيرة في توقع حالات عدم الاستقرار الجوي في مناطق وسط المملكة ، ويتفاوت ذلك الفشل بين المؤشرات المعمول بها ، فنجد أن أسوأ مؤشرين هما LI ، SI ثم يأتي بعدهما SWI ، بينما كان أفضل المؤشرات هو مؤشر KI يليه مؤشر TTI . ومع ذلك نجد أنهما أيضاً تفشلان أحياناً في توقع حالة عدم الاستقرار الجوي . أيضاً تبين أن أداء تلك المؤشرات في فصل الربيع أفضل من أدائها في فصل الشتاء ، إلا أنها في بعض الأحيان تفشل في الكشف عن حالة استقرار الجو وتوقعها حتى في ذلك الفصل .

موضوع البحث وأهميته

حالة الاستقرار وعدم الاستقرار الجوي في الجزء السفلي من الغلاف الجوي (طبقة التروبوسفير) تعتبر من أهم العناصر التي تشكل حالة الطقس اليومية في أي مكان. لقد أثبتت العديد من الدراسات الميتيورولوجية الرائدة أن فهم حالة الطقس وتوقعها يعتمد اعتماداً كبيراً على فهم نمط سلوك العناصر الميتيورولوجية في الأجزاء العليا لطبقة التروبوسفير ومدى التفاعل بين تلك العناصر. في الواقع قيم العناصر الميتيورولوجية السطحية مثل درجة الحرارة، ونسبة الرطوبة، وسرعة الرياح السطحية واتجاهها، وكمية الأمطار، وقيم الضغط الجوي السطحي، واستقرار الجو من عدمه يحدده حالة العناصر الميتيورولوجية العلوية في طبقة التروبوسفير. وتكمن أهمية فهم حالة الاستقرار وعدم الاستقرار الجوي في أن تلك الحالات تلعب دور مهم جداً في العديد من الجوانب التي تهتم الإنسان. فتوقع العواصف الحادة وما يصاحبها من سيول وعواصف رعدية، وتساقط للبرد، وهبوب الرياح القوية مهم لكثير من النشاطات التي يزاولها الإنسان، وقد تمثل خطراً على حياته وممتلكاته، لذلك يجب على الإنسان الاستعداد لتلك الظواهر لتفادي أخطارها واستثمار فوائدها. ويعتمد ذلك الاستعداد اعتماداً كبيراً على درجة دقة توقع تلك الظواهر من خلال فهم حالة الاستقرار وعدم الاستقرار الجوي وبالذات في الاثنتي عشرة ساعة التي تسبق حدوث العواصف الحادة. لذلك قام العديد من الميتيورولوجيين مثل، Galway 1956 و Miller 1972 وغيرهم ببناء مؤشرات رياضية تمكن من فهم حالة الاستقرار الجوي من عدمه، وسميت مؤشرات الاستقرار الجوي

.Stability Indices

وتعتمد تلك المؤشرات بشكل رئيسي على قيم بعض العناصر الميئورولوجية في الجزء السفلي من الغلاف الجوي.

لقد تمّ بناء هذه المؤشرات لتناسب الظروف المناخية الجغرافية للأماكن التي بنيت فيها تلك المؤشرات، وأغلب تلك المؤشرات بنيت في الولايات المتحدة - إلا أن تلك المؤشرات أصبحت توظف من قبل جهات الرصد الجوي في كثير من دول العالم ومن ضمنها المملكة العربية السعودية حيث تقوم رئاسة الأرصاد وحماية البيئة بتوظيف تلك المؤشرات لفهم حالة الاستقرار الجوي في مناطق المملكة ومن ضمنها مناطق وسط المملكة. في الواقع المملكة لها ظروف مناخية وجغرافية تختلف من تلك التي في الولايات المتحدة وأوروبا، لذلك استخدام تلك المؤشرات لفهم حالة الاستقرار الجوي في وسط المملكة قد يشوبه بعض الأخطاء مما يترتب عليه سوء تقدير حالة الاستقرار الجوي وتوقعها الزمني والمكاني وحدث مفاجئ لحالات الطقس الحاد التي يترتب على عدم الاستعداد لها الكثير من الخسائر البشرية والمادية. وبالرغم من أن تلك المؤشرات تستخدم بشكل واسع في أغلب مناطق العالم إلا أن هناك بعض الدراسات الحديثة قامت بتقييم جدوى تطبيق تلك المؤشرات لتحديد درجة دقة التوقع لحالة استقرار الجو بناءً على تلك المؤشرات المعمول بها (Jacovides and Yonetani, 1990).

وحسب معرفة الباحث لا توجد أبحاث تدرس مؤشرات الاستقرار الجوي في المملكة وهذا يعطي أهمية أخرى لهذه الدراسة حيث يعتبر إضافة جديدة للأدبيات في مجال الطقس والمناخ في المملكة وبالذات تلك المتعلقة بالاستقرار الجوي.

الاستقرار وعدم الاستقرار الجوي

يهدف هذا الجزء من البحث إلى التعريف بعدم الاستقرار الجوي وشرح حالات عدم الاستقرار الجوي وكيفية حدوثها. هناك العديد من التعريفات للاستقرار الجوي ومنها: عدم الاستقرار الجوي هو خاصية من خصائص النظام الجوي التي تتميز بوجود اضطراب في ذلك النظام في مكان ما. أو هو زيادة واضحة في الحركة الرأسية في الحيز السفلي من الغلاف الجوي (Huschke , 1995).

إن حالة الاستقرار الجوي من عدمه تعتمد على العديد من العناصر التي من أهمها كمية بخار الماء في الجو وبالذات في الجزء السفلي من طبقة التروبوسفير، وعلى درجة الاختلاف بين محددات حرارية ثلاثة هي التغير البيئي الطبيعي لدرجة الحرارة Normal Lap Rate NLR والتغير الذاتي الجاف لدرجة الحرارة في فقاعة الهواء Dry Adiabatic Lap Rate (DALR) والتغير الذاتي الرطب لدرجة الحرارة في فقاعة الهواء Moist Adiabatic Lap Rate (MALR). وسوف نفصل في ذلك عند الحديث عن أنواع الاستقرار وعدم الاستقرار الجوي في فقرة لاحقة من هذا البحث.

إن فهم وتوقع الاستقرار الجوي مهم للعديد من الجوانب التي تهتم الإنسان ونشاطاته المختلفة ومن ضمنها على سبيل المثال لا الحصر: توقع الطقس الحاد، الملاحاة الجوية والبحرية، متابعة التلوث الهوائي. بالنسبة لتوقع الطقس الحاد تعتبر مؤشرات عدم الاستقرار الجوي من أهم المحددات التي تحدد التوقع الزمني

والمكاني للعواصف الرعدية وكذلك توقع حدة تلك العواصف وذلك للارتباط الوثيق بين الطقس الحاد وحالة عدم الاستقرار الجوي .

أما بالنسبة للملاحة الجوية فتعتبر حالة عدم الاستقرار الجوي من أهم العوامل التي تؤثر في الملاحة الجوية خاصة في مراحل الإقلاع والهبوط والطيران عند ارتفاعات غير عالية. فحالات الاضطراب الهوائي Air Turbulence وحالات قص الرياح Wind Shear وحالات هبوط الرياح Dawn Draft وحالات التساقط الشديد المفاجئة Dawn Burst جميعها تمثل خطراً على الملاحة الجوية وهي مرتبطة ارتباطاً وثيقاً بدرجة عدم الاستقرار الجوي. لذلك يعتبر التوقع المكاني والزمني لحالات الاستقرار وعدم الاستقرار الجوي مهمة جداً لهذا القطاع الحيوي (Wickson,1992). أيضاً تحتاج الملاحة البحرية لمعلومات عن حالات الاستقرار الجوي لأن هيجان البحار والمحيطات يرجع في المقام الأول لحالة الطقس السائدة والتي يحددها حالة الاستقرار الجوي من عدمه.

أما بالنسبة للتلوث الهوائي فإن حالة استقرار الجو من عدمه تعتبر أهم عامل يلعب دوراً في تركيز الملوثات الهوائية في الغلاف الجوي لأنه يلعب دوراً في تحريك ونقل وإرساب الملوثات الجوية. فعلى سبيل المثال في المدن التي يزداد فيها تركيز الملوثات الجوية نجد أن وجود استقرار جوي لأيام متواصلة عديدة يؤدي إلى زيادة تركيز الملوثات في الحيز السفلي من طبقة التروبوسفير قرب السطح في الجزء الذي يعيش فيه الإنسان وهذا يمثل خطراً كبيراً على صحة الإنسان (Eagleman,1985).

أنواع الاستقرار وعدم الاستقرار الجوي

ذكرنا سابقاً أن الاستقرار وعدم الاستقرار الجوي يعتمد على ظروف ميثورولوجية عديدة، من أهمها كمية بخار الماء في الجو، والتفاوت بين قيم محددات حرارية هي التغير البيئي الطبيعي NLR والتغير الذاتي الجاف DALR والتغير الذاتي الرطب MALR. لذلك من المهم قبل الشروع في شرح حالات الاستقرار وعدم الاستقرار الجوي أن نشرح تلك المصطلحات العلمية السابقة الذكر:

١- التغير البيئي الطبيعي Normal Lap Rate NLR هو تغير درجة الحرارة في البيئة بالارتفاع أو الانخفاض عن مستوى سطح البحر. ومعدل هذا التغير في طبقة التروبوسفير هو ٦,٥ درجة مئوية لكل ١٠٠٠ متر إلا أن تلك القيمة هي معدل وتغير من مكان إلى مكان ومن زمان إلى زمان، وهذا راجع لظروف عديدة من أهمها كثافة الهواء، والضغط الجوي، وكمية الإشعاع الشمسي. وهذا التغير البيئي في درجة الحرارة يكون بالتناقص في درجة الحرارة بالارتفاع عن سطح البحر والزيادة عند الهبوط .

٢- التغير الذاتي الجاف Dry Adiabatic lap Rate DALR وهو تغير في درجة حرارة فقاعة الهواء التي لم تصل بعد إلى درجة التشبع ببخار الماء والنتاج بشكل رئيسي عن تغير الضغط على تلك الفقاعة وليس سبب البيئة المحيطة. فالفقاعة الصاعدة إلى أعلى لأي سبب من الأسباب يقل الضغط عليها فتتمدد فتتخفض درجة حرارتها لهذا السبب، ويسبب ما تستهلكه من طاقة عند صعودها إلى أعلى.

وهذا التغير يتبع المعادلة الرياضية التالية:

$$\Gamma d = g/Cp$$

حيث:

g = تسارع الجاذبية الأرضية ومقداره ٩,٨١ متر/ث^٢.

Cp = الحرارة النوعية للهواء عند حجم ثابت ومقداره ١٠٠٤ جول/كغم/م^٣.
(Wallece and Hobbs, 1977).

وبالتعويض نحصل على Td مقدارها ٩,٨ م^٣/١٠٠٠ متر.

لذلك هذا التغير الذاتي الجاف شبه ثابت مقدارها ٩,٨ م^٣/١٠٠٠ م أو بشكل تقريبي ١٠ م^٣/١٠٠٠ م مادامت الفقاعة جافة أي لم تصل إلى مرحلة التشبع. أيضاً الفقاعة الهابطة من أعلى إلى أسفل ترتفع درجة حرارتها بنفس المقدار بسبب انضغاطها وتقلص حجمها.

٣- التغير الذاتي الرطب Moist Adiabatic Lap Rate MALR وهو تغير

في درجة حرارة فقاعة الهواء التي وصلت إلى مرحلة الشبع ببخار الماء. وهذا التغير في درجة الحرارة ناتج بشكل رئيسي عن تغير الضغط على تلك الفقاعة وليس بسبب تأثير البيئة المحيطة. فالفقاعة الهوائية المتشعبة الصاعدة إلى أعلى لأي سبب من الأسباب يقل الضغط عليها وتمدد مما يؤدي إلى انخفاض درجة حرارتها لهذا السبب ويسبب ما تستهلكه من طاقة عند بذلها جهداً أثناء صعودها إلى أعلى. وعلى العكس من التغير الذاتي الجاف التغير الذاتي الرطب ليس ثابتاً بل يتراوح ما بين ٤,٥ م^٣/١٠٠٠ م إلى ٩,٥ م^٣/١٠٠٠ م تقريباً. وسبب هذا التفاوت في قيمة التغير الذاتي الرطب هو أن فقاعة الهواء

تصعد إلى أعلى وتنخفض درجة حرارتها وتتكاثف وتطلق ما بها من حرارة كامنة Latent Heat أثناء عملية التكاثف. هذا يجعل عملية التبريد الذاتي للفقاعة أقل من $9.8 \text{ م}^{\circ}\text{م} / 1000$ ويعتمد ذلك على كمية بخار الماء في تلك الفقاعة. فقاعة الهواء التي تحمل كمية كبيرة من بخار الماء سوف تطلق كمية أكبر من الحرارة الكامنة أثناء عملية التكاثف وبالتالي يكون تبريد الفقاعة الذاتي أثناء الصعود أقل من $9.8 \text{ م}^{\circ}\text{م} / 1000$ بشكل واضح، أما الفقاعة التي تحمل كمية قليلة من بخار الماء سوف تطلق حرارة كامنة أقل وبالتالي يكون تبريدها الذاتي أثناء الصعود أقل من $9.8 \text{ م}^{\circ}\text{م} / 1000$ ولكنه أكبر من الحالة الأولى.

هذا ومن أهم العوامل التي تلعب دوراً في حدوث حالات الاستقرار وعدم الاستقرار الجوي التفاوت بين قيم المتغيرات الحرارية الثلاثة السابقة الذكر، وهي التغير البيئي الطبيعي لدرجة الحرارة NLR، والتغير الذاتي الجاف لفقاعة الهواء DALR، والتغير الذاتي الرطب لفقاعة الهواء MALR ويوضح ذلك الشكل (١) إلا أن هناك محددات أخرى مهمة تلعب دوراً مهماً في بروز مظاهر عدم الاستقرار وعدم الاستقرار الجوي، ومنها كمية بخار الماء في الغلاف الجوي، وعمليات الرفع الديناميكية الميكانيكية. بناءً على ما سبق يمكن تقسيم الاستقرار وعدم الاستقرار الجوي إلى ثلاثة أقسام رئيسية وهي:

١ - استقرار جوي تام Absolute Stability :

ويحدث هذا عندما يكون NLR أقل من DALR و MALR أو بعبارة أخرى $MLR < DALR \& MALR$ ، الخط AB في شكل (١)

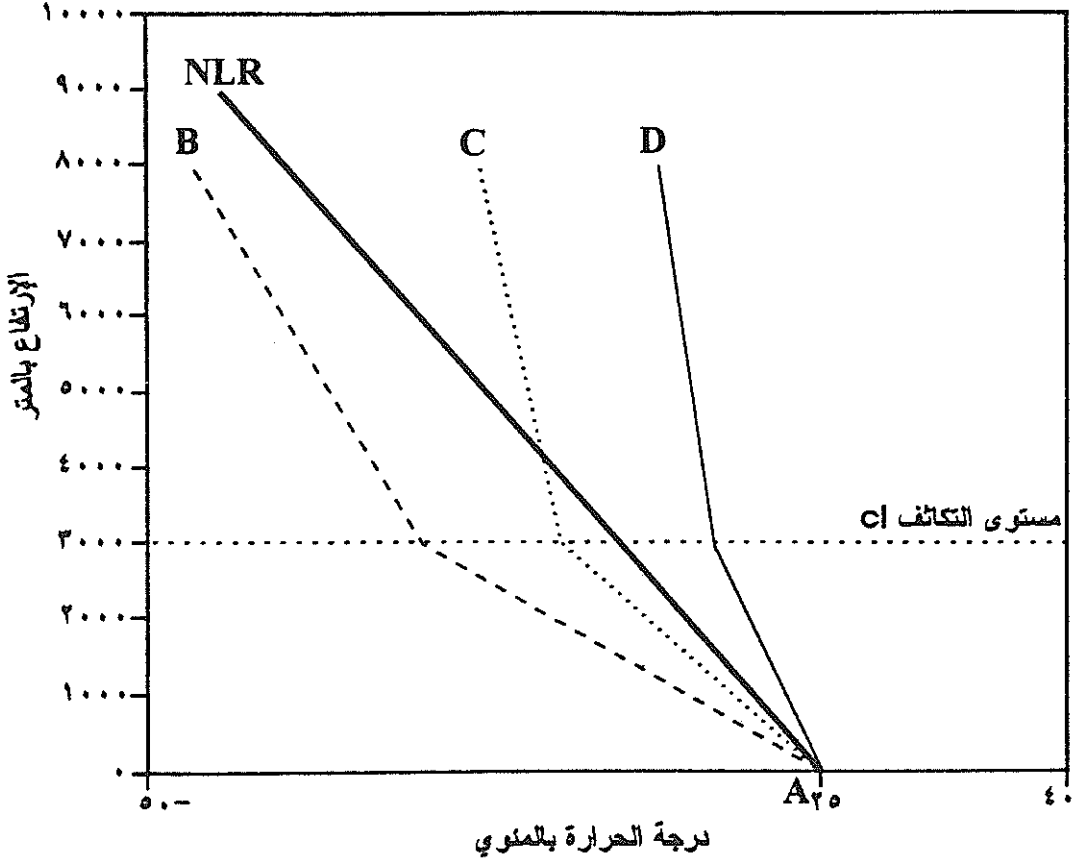
وهذا يعني أن فقاعة الهواء التي تصعد إلى أعلى لأي سبب من الأسباب سواءً أتبع في تبريدها تبريداً ذاتياً جافاً أو رطباً سوف تبقى دائماً أبرد من البيئة المحيطة وبالتالي تكون كثافتها أكبر من كثافة الهواء المحيط بها فتتهبط إلى أسفل لتكون فقاعة مستقرة حيث إن حالة الاستقرار الجوي مرتبطة بهبوط في الهواء وعدم الاستقرار الجوي مرتبطة بصعود في الهواء.

٢- عدم الاستقرار الجوي التام Absolute Stability :

ويحدث هذا عندما يكون NLR أكبر من $DALR$ و $MALR$ أي بعبارة أخرى $NLR > DALR \& MALR$ ، الخط AD في شكل (١). وهذا يعني أن فقاعة الهواء التي تصعد إلى أعلى سواءً أتبع في تبريدها تبريداً ذاتياً جافاً أو رطباً سوف تكون دائماً أدفاً من البيئة المحيطة وبالتالي تكون كثافتها أقل من كثافة الهواء في البيئة المحيطة فتصعد إلى أعلى لتكون فقاعة غير مستقرة. إن بروز مظاهر عدم الاستقرار الجوي التام المتمثل في وجود سحب وما يصاحبها من مظاهر مثل العواصف الرعدية والأمطار الغزيرة الرياح القوية يعتمد بشكل رئيسي على الفرق بين NLR وكل من $DALR$ و $MALR$ وكذلك على كمية بخار الماء في الجزء السفلي من الغلاف الجوي. فإذا كان هناك عدم استقرار جوي تام وكان هناك كمية كبيرة من بخار الماء في الجو برزت مظاهر عدم الاستقرار الجوي السابقة الذكر بشكل واضح، لأن عملية التكاثف كبيرة وفرصة تشأة تكوين السحب كبيرة. أما إذا كان هناك حالة عدم استقرار جوي تام وكانت كمية بخار الماء في الغلاف الجوي قليلة جداً فإن مظاهر عدم

الشكل رقم (١)

حالات الاستقرار وعدم الاستقرار الجوي الثلاث



الشكل من إعداد الباحث

الخط NLR يمثل التغير البيئي الطبيعي (Normal Lap Rate) ، الخط A-B ،
 يمثل حالة استقرار جوي تام ، الخط A-C يمثل حالة عدم استقرار جوي شرطي ،
 الخط A-D يمثل حالة عدم استقرار جوي تام . تغير درجة حرارة الفقاعة قبل
 خط التكاثف CL هو تغير ذاتي جاف وبعد هذا الخط تغير ذاتي رطب .

الاستقرار الجوي السابقة الذكر لا تظهر وذلك لقلة السحب أو انعدامها. والحالة الأخيرة يزداد تكرارها في المناطق الصحراوية المدارية حيث تتواجد حالات عدم الاستقرار الجوي إلا أن نشأة السحب يكون محدوداً بسبب قلة بخار الماء في الجو لذلك في هذه الحالة تبرز مظاهر عدم الاستقرار الجوي في إثارة الغبار المتصاعد والعواصف الترابية أحياناً .

٣- عدم الاستقرار الجوي الشرطي Conditional Instability :

تحدث هذه الحالة عندما يكون NLR أصغر من $DALR$ وأكبر من $MALR$ أو بعبارة أخرى $MALR < NLR < DALR$ ، الخط AC في شكل (١). وهذا يعني أن فقاعة الهواء التي تتصاعد إلى أعلى لأي سبب سوف تكون أبرد وأكثر كثافة من الهواء المحيط، وبالتالي تكون فقاعة مستقرة مادامت لم تصل إلى مرحلة التشبع ولا زالت تتبع في تبريدها تبريداً ذاتياً جافاً. أما إذا أخذت بالتكاثف عندما تصل إلى مستوى التكاثف $Condensation Level$ فإنها سوف تتبع تبريداً ذاتياً رطباً فتقل عملية التبريد في الفقاعة بسبب إطلاق الحرارة الكامنة أثناء عملية التكاثف إلى أن تصل إلى مستوى علوي معين يسمى مستوى التصاعد الحر $LFC Level$ of Free Convection والذي عنده تكون الفقاعة أدفاً من البيئة المحيطة فتتحول إلى فقاعة غير مستقرة. ويسمى هذا النوع من عدم الاستقرار بعدم الاستقرار الشرطي لأنه في هذه الحالة يشترط تواجد عملية رفع تساعد الفقاعة لكي تصل إلى مستوى التصاعد الحر LFC لتتحول إلى فقاعة غير مستقرة.

وإذا لم تتوفر عملية الرفع المساعدة فإن الفقاعة لن تصل إلى هذا المستوى ولن تتحول إلى فقاعة غير مستقرة بل سوف تبقى فقاعة مستقرة. وعملية الرفع المتواجدة في البيئة والتي تحقق وجود مثل هذا النوع من عدم الاستقرار الجوي تنقسم إلى قسمين رفع دينميكى *Dynamical Lifting* ورفع ميكانيكى *Mechanical Lifting*. فالرفع الدينميكى مرتبط بوجود دينميكى رفع معينة مثل الرفع الجبهى *Frontal Lifting*. وهذا يتوفر عندما يكون هناك جبهة هوائية تؤدي إلى رفع فقاعة الهواء إلى مستوى التكاثف *CL* ومن ثم إلى مستوى التصاعد الحر *LFC* فتحدث حالة عدم الاستقرار الجوي التي يعتمد بروز مظاهرها كما ذكرنا سابقاً على كمية بخار الماء في الجو. وهذا النوع من الرفع الدينميكى وما يصاحبه من عدم استقرار جوي قد يحدث أحياناً في بعض أجزاء من المملكة في الفترة الممتدة من أواسط أكتوبر إلى أوائل مايو وهي فترة عبور المنخفضات الجوية الحركية وما يصاحبها من جبهات عبر أجواء المملكة. أما الرفع الميكانيكى فمرتبط بوجود مرتفعات جبلية توفر ميكانيكية رفع للهواء الذي يرتطم بهذه الجبال مما يؤدي إلى تصاعدها إلى مستوى التكاثف ومن ثم إلى مستوى التصاعد الحر لتحدث حالة عدم الاستقرار الجوي. وكما هو الحال في الرفع الدينميكى بروز مظاهر عدم الاستقرار الجوي يعتمد على كمية بخار الماء المتوفرة في الهواء. وهذا النوع من الرفع وما يصاحبه من عدم استقرار جوي يحدث في المرتفعات الغربية والجنوبية الغربية وبالذات في أواخر فصل الصيف وأول الخريف حيث يزداد هبوب الرياح الموسمية الجنوبية الغربية الرطبة.

تساؤلات البحث وأهدافه

أهم تساؤلات هذا البحث يمكن إيرادها على النحو التالي :

- ١ - ماهي الجوانب السلبية في البناء الرياضي لمؤشرات الاستقرار و عدم الاستقرار الجوي المعمول بها في وسط المملكة؟
 - ٢ - هل تنجح مؤشرات الاستقرار و عدم الاستقرار الجوي دائما في كشف حالات الاستقرار و عدم الاستقرار الجوي في وسط المملكة شتاءً؟
 - ٣ - هل تنجح مؤشرات الاستقرار و عدم الاستقرار الجوي دائما في كشف حالات الاستقرار و عدم الاستقرار الجوي في وسط المملكة ربيعاً؟
 - ٤ - أي المؤشرات ضمن المؤشرات المستخدمة حالياً من قبل رئاسة الأرصاد و حماية البيئة أكثر فاعلية، وأيها أقل فاعلية في كشف حالات الاستقرار و عدم الأستقرار الجوي و سط المملكة؟
- إن أهم أهداف هذا البحث هو الإجابة على التساؤلات السابقة الذكر .

معلومات البحث وأساليبه

أ. معلومات البحث

المعلومات المستخدمة والتي تخدم أغراض هذا البحث عديدة ومتنوعة من حيث نوعها و تغطيتها الزمانية والمكانية، والمتغيرات التي تمثلها. فهي معلومات يومية سطحية وعلوية تمثل محطة الرياض، وتشمل عناصر ميثورولوجية عديدة مهمة لهذه الدراسة، وهي درجة الحرارة السطحية وفي مستويات علوية عديدة ورمزها T ودرجة حرارة الندى السطحية وفي مستويات علوية عديدة ورمزها

Td والرطوبة النسبية السطحية وفي مستويات علوية عديدة ورمزها RH واتجاه وسرعة الرياح السطحية وفي مستويات علوية عديدة، وكمية الأمطار اليومية. بالنسبة للعناصر الخمسة الأولى سوف تشمل السطح ومستويات علوية هي ١٠٠٠ مليون و ٩٠٠ مليون و ٨٥٠ مليون و ٧٠٠ مليون و ٥٠٠ مليون و ٣٠٠ مليون و ٢٠٠ مليون.

وهذه المعلومات اليومية أخذت من السجل المناخي اليومي لمحطة الرياض للفترة من ١٩٩٤م إلى ١٩٩٨م. وقد تم تبويب وتنظيم تلك المعلومات بشكل يتناسب مع أهداف هذه الدراسة.

لقد اختيرت محطة الرياض العلوية لتمثل المنطقة الوسطى لكونها تتوسط تلك المناطق، ولكون حالة الجو العلوية فوق الرياض لا تختلف كثيراً عن حالة الجو العلوية فوق بقية مناطق وسط المملكة. وعلى العكس من الدراسات المناخية السطحية هذا النوع من التمثيل دارج في الدراسات المناخية العلوية حيث يمكن أن تمثل معلومات محطة علوية واحدة مساحات شاسعة تشمل مناطق عديدة، والسبب في ذلك هو أن حالة الجو العلوية في كثير من الأحيان تتماثل في مساحة شاسعة بينما حالة الجو السطحية في مكان ما تمثل مساحة محدودة، وقد تختلف عن الأماكن القريبة منها. لذلك و حسب معايير المنظمة العالمية للأرصاد WMO نجد عدد المحطات العلوية في العالم أقل بكثير من المحطات السطحية. فالمملكة لديها العشرات من المحطات السطحية ولكن لديها فقط ثماني محطات علوية تغطي كل المملكة وهذا مقبول لدى المنظمة العالمية للأرصاد WMO. لذلك اختيرت محطة الرياض لتمثل مناطق وسط المملكة.

ب. أساليب البحث

لتحقيق أهداف هذه الدراسة تمّ توظيف العديد من الأساليب المتيورولوجية والإحصائية واستخدام بعض البرامج الحاسوبية المتيورولوجية والإحصاءات مثل برنامج (USAF) United State Air Force المسمى Rawinsound Observation (RAOB) والبرنامج الإحصائي SPSS. كما تمّ توظيف النموذج الثيرمودينميكي Skew T Log P و الذي يوضح المقطع الرأسي للجزء السفلي للغلاف الجوي لحالة جوية معينة مما مكن من معرفة حالة استقرار الجو من عدمه ودرجة قوة هذا الاستقرار أو عدم الاستقرار الجوي.

لقد تم استعراض مؤشرات عدم الاستقرار الجوي المدروسة استعراضاً متيورولوجياً يحقق إبراز الجوانب السلبية عند استخدام هذه المؤشرات لفهم حالات الاستقرار وعدم الاستقرار الجوي في وسط المملكة. بعد ذلك تمّ إبراز بعض الحالات التي توضح إخفاق بعض هذه المؤشرات في توقع حالات من عدم الاستقرار الجوي حصلت في وسط المملكة وحالات أخرى توضح إخفاق بعض هذه المؤشرات في توقع حالات من الاستقرار الجوي حصلت في وسط المملكة. في هذا الجزء تمّ توظيف التحليل المقطعي المتيورولوجي الذي يعتمد على تحليل المقطع الرأسي للغلاف الجوي حتى مستوى ٥٠ مليباراً Vertical Sounding ومن خلال استخدام النموذج الثيرمودينميكي Skew T Log P Diagram السابق الذكر. هناك شرح مفصل لهذا النموذج في بعض المراجع المتيورولوجية و من ضمنها (NWSTC, 1991). وقد تمّ رسم هذا الشكل

المقطعي الثيرمودينميكي للحالات المدروسة بواسطة برنامج USAF المسمى (Rawinsound Observation) RAOB.

لقد تمّ استخدام كمية الأمطار كمؤشر لتحديد حالات عدم الاستقرار الجوي ودرجاته لكون التساقط من أهم العناصر التي تعكس حالة عدم الاستقرار الجوي. فحالة عدم الاستقرار الجوي التي لا يصاحبها أمطار عادة لا تعتبر مهمة بل قد تحصل وتنتهي دون أن ينتبه لها الكثير من غير المختصين. أما تلك التي يصاحبها تساقط فعادة، يبرز معها مظاهر عدم الاستقرار الجوي الأخرى، والتي تمثل أهمية كبيرة للإنسان ونشاطاته مثل العواصف الرعدية وتساقط البرد، وهبوب الرياح العاتية، وحدوث الفيضانات والسيول المفاجئة. وقد تمّ تحديد درجة عدم الاستقرار الجوي بناءً على كمية المطر. فالحالة التي حدث معها تساقط مقداره ١ ملم تعتبر حالة خفيفة أو درجة ١ والتي حدث معها ٥ ملم تعتبر درجة ٥ والتي حدث معها تساقط ٣٠ مل تعتبر درجة ٣٠ وهكذا. أما الحالات التي تعتبر حالات استقرار جوي فهي تلك الحالات التي امتازت بصفاء السماء وعدم وجود تساقط، وارتفاع ملحوظ في الضغط الجوي، ووجود رياح هادئة تكون في الغالب شمالية إلى شمالية شرقية لأن تلك المظاهر من أهم خصائص استقرار الجو في مناطق وسط المملكة .

لقد تمّ تقسيم حالات عدم الاستقرار الجوي إلى فئتين بناءً على ديناميكية عدم الاستقرار الجوي، وهما عدم الاستقرار الجوي الجبهي Frontal Instability وعدم الاستقرار الجوي التصاعدي Convecntional Instability . الحالة الأولى يحدث معها ما يسمى بالتساقط

الإعصاري Cyclonic Precipitation والثانية يحدث معها ما يسمى بالتساقط التصاعدي Convecntional Precipitation. النوع الأول يحدث في الغالب في أشهر ديسمبر ويناير وفبراير. أما الحالة الثانية فتحدث في أشهر أكتوبر ونوفمبر ومارس وأبريل ومايو. لذلك في هذه الدراسة تم أخذ عينتين الأولى تمثل المطر التصاعدي وأخذت من شهري ومارس وأبريل، أما العينة الثانية فهي تمثل المطر الإعصاري وهي من ديسمبر ويناير وفبراير. ولفحص العلاقة بين حالات الاستقرار وعدم الاستقرار الجوي، والمتغيرات السابقة الذكر في المستويات العلوية السابقة الذكر تمّ توظيف أسلوب تحليل الانحدار Regression Analysis .

تعريف وتحليل مؤشرات عدم الاستقرار الجوي المعمول بها في وسط المملكة:

هذا الجزء من البحث يتطرق لاستعراض أهم مؤشرات عدم الاستقرار الجوي التي توظفها رئاسة الأرصاد وحماية البيئة لفهم وتوقع حالات عدم الاستقرار الجوي وسط المملكة. وسوف نستعرض هذه المؤشرات وبنيتها الرياضية لنقوم بفحص مدى ملاءمتها لظروف وسط المملكة المناخية والجغرافية وهذه المؤشرات هي:

١ - مؤشر شولتر Showalter Index :

وهذا المؤشر يعتمد على الفرق بين درجة الحرارة عند مستوى ٥٠٠ مليار ودرجة حرارة فقاعة الهواء عند ٥٠٠ مليار لو رفعت رفعاً ذاتياً جافاً إلى ذلك المستوى من مستوى التكاثف التصاعدي والذي تمّ تحديده اعتماداً على قيم درجة الحرارة ودرجة حرارة الندى عند مستوى ٨٥٠ مليار. و مستوى التكاثف التصاعدي والمسمى Lifting Condensation Level LCL هو الارتفاع

الذي يجب أن ترفع الفقاعة إليه من مستوى معين رفعاً ذاتياً جافاً لتصبح مشبعة وتبدأ بالتكاثف. لذلك يحسب هذا المؤشر على النحو التالي :

$$SI = T500 - T^*500$$

حيث :

T500 = درجة الحرارة عند مستوى ٥٠٠ مليون.

T*500 = درجة حرارة فقاعة الهواء عند ٥٠٠ مليون لو رفعت رفعاً ذاتياً جافاً إلى ذلك المستوى من مستوى التكاثف التصاعدي LCL والذي تمّ تحديده اعتماداً على قيم درجة الحرارة ودرجة حرارة الندى عند مستوى ٨٥٠ مليون، قيم هذا المؤشر تحدد درجة الاستقرار وعدم الاستقرار الجوي. فإذا كانت قيم هذا المؤشر سالبة فهذا يشير إلى أن الهواء المرفوع من مستوى ٨٥٠ مليون سوف يكون ذا حركة علوية موجبة (صعود) Positive Bouncy قبل أن يصل إلى مستوى ٥٠٠ مليون. وقد ذكرنا سابقاً أن الصعود في الهواء يشير إلى عدم استقرار جوي والهبوط فيه إلى استقرار جوي. لذلك كلما كانت قيم هذا المؤشر سالبة كلما أشار ذلك إلى صعود أكبر وعدم استقرار جوي أكبر. أما إذا كانت القيم موجبة فهذا يشير إلى أن الفقاعة ذات حركة علوية سالبة (هبوط) Negative Bouncy. وهذا يعني استقرار جوي، وكلما زادت القيم الموجبة كلما أشار ذلك إلى استقرار جوي أكبر.

بناءً على ما تقدم يمكن أن تبرز سلبية استخدام هذا المؤشر في وسط المملكة

على النحو التالي :

متوسط ارتفاع ٨٥٠ مليون والمسمى Standard Atmospheric Altitude

هو ما بين ١٥٠٠ إلى ١٧٠٠ متر، وارتفاع محطة الرياض هو في حدود ٦٢٠ متراً فقط، وهذا يعني أنه أحياناً قد تكون الرطوبة عند مستوى ٨٥٠ مليبار غير ممثلة للطبقة الحدية Bouncy Layer وهي الطبقة التي تقع بين السطح إلى قبيل مستوى ٨٥٠ مليبار. في حالة محطة الرياض الطبقة الحدية بناءً على ما تقدم عمقها ما بين ١٢٠٠ إلى ١٠٠٠ متر أي أن هناك مسافة رأسية كبيرة بين السطح ومستوى ٨٥٠ مليبار فإذا كانت الرطوبة النسبية عالية في تلك الطبقة الحدية ولكنها تنخفض بشكل كبير وعند ٨٥٠ مليبار فإن نتائج هذا المؤشر سوف تشير إلى وجود استقرار جوي بينما الواقع هو أن الطبقة الحدية العميقة الرطبة قد ينشأ منها عدم استقرار جوي نشط لأنه في حالة رفع هذا الهواء الرطب إلى أعلى فإنه سوف يتكاثف ثم يتعرض لصعود قوي. أيضاً في حالة حصول العكس أي أن الطبقة الحدية ذات رطوبة منخفضة ولكن الرطوبة ترتفع بشكل ملحوظ فقط قبيل وعند مستوى ٨٥٠ مليبار فإن ذلك سوف يشير إلى وجود عدم استقرار جوي إلا أنه في الواقع ليس هناك رطوبة كافية في الطبقة الحدية تغذي عدم الاستقرار الجوي المشار إليه بالطاقة اللازمة. لذلك فإن هذا المؤشر يكون أنسب في المناطق التي تمتد فيها الطبقة الرطبة من السطح حتى ما بعد ٨٥٠ مليبار وهذا لا يحدث كثيراً في وسط المملكة الصحراوية الذي يغلب عليه الجفاف.

٢- مؤشر الرفع Lifted Index LI

هذا المؤشر مشابه لمؤشر شولتر و الفرق هو أن درجة حرارة الفقاعة عند ٥٠٠ مليبار في هذا المؤشر يعتمد تحديدها على رفع فقاعة الهواء رفعاً ذاتياً جافاً من مستوى LCL الذي حدد بناءً على قيم متوسط نسبة المزج Mixing Ratio

في وسط الطبقة الحدية (حوالي ٩٠٠ متر) وليس بواسطة قيم درجة الحرارة ودرجة حرارة الندى عند ٨٥٠ مليبار كما هي الحال في مؤشر شولتر. وهذا المؤشر أفضل من مؤشر شولتر في الحالات التي تكون فيها قيم الرطوبة في وسط الطبقة الحدية وأولها عالية ولكنها لا تمتد إلى ٨٥٠ مليبار.

ويمكن حساب مؤشر LI على النحو التالي :

$$KI = T500 - T*500$$

حيث :

$$T500 = \text{درجة الحرارة عند مستوى } 500 \text{ مليبار.}$$

$T*500 = \text{درجة حرارة فقاعة الهواء عند } 500 \text{ مليبار لو رفعت رفعا ذاتيا جافا إلى ذلك المستوى من مستوى التكاثف التصاعدي LCL و الذي تم تحديده اعتمادا على قيم متوسط نسبة المزج Mixing Ratio في وسط الطبقة الحدية (حوالي ٩٠٠ متر).}$

وكما هي الحال في مؤشر شولتر، قيم هذا المؤشر تحدد درجة الاستقرار وعدم الاستقرار الجوي. فإذا كانت قيم هذا المؤشر سالبة فهذا يشير إلى أن الهواء المرفوع وسط الطبقة الحدية سوف يكون ذو حركة علوية موجبة (صعود) Positive Bouncy قبل أن يصل إلى مستوى ٥٠٠ مليبار. لذلك كلما كانت قيم هذا المؤشر سالبة كلما أشار ذلك إلى صعود أكبر وعدم استقرار جوي أكبر. أما إذا كانت القيم موجبة فهذا يشير إلى أن الفقاعة ذات حركة علوية سالبة (هبوط) Negative Bouncy، وهذا يعني استقرار جوي وكلما زادت القيم الموجبة كلما أشار ذلك إلى استقرار جوي أكبر.

بناءً على ما تقدم يمكن أن تبرز سلبية استخدام هذا مؤشر LI في وسط المملكة على النحو التالي :

يعتمد حساب هذا المؤشر بشكل رئيسي على قيم الرطوبة في وسط الطبقة الحدية (تقريباً ٩٠٠ متر من السطح) و يغفل قيم الرطوبة في بقية أجزاء الطبقة الحدية التي تلي ذلك المستوى وتسبقه. وهذا يعتبر مضللاً حيث إنه في الصحاري المدارية الجافة، ومن ضمنها وسط المملكة، وجود رطوبة عالية في وسط الطبقة الحدية في أغلب الأحيان لا يعني امتداد الرطوبة إلى مستوى ٨٥٠ مليون.

٣- مؤشر K Index K

هذا أحد أهم مؤشرات عدم الاستقرار الجوي لأنه يحدد احتمالية حدوث العواصف الرعدية وهو يعتمد على التغير الرأسي في درجة الحرارة Vertical Temperature Lap Rate وعلى كمية الرطوبة في الجزء السفلي من الغلاف الجوي والامتداد الرأسي للطبقة الرطبة. لذلك يستخدم هذا المؤشر العديد من المحددات وهي : ١- الفرق بين درجة الحرارة في المستويين ٨٥٠ مليون و ٥٠٠ مليون لفهم نمط التغير الرأسي في درجة الحرارة. ٢- درجة حرارة الندى عند ٨٥٠ مليون لفهم كمية الرطوبة في الجزء السفلي من الغلاف الجوي. ٣- عمق درجة حرارة الندى Dew Point Depression DPD عند مستوى ٧٠٠ مليون. و DPD عند أي مستوى هو الفرق بين درجة الحرارة الحقيقية ودرجة حرارة الندى في ذلك المستوى. كلما صغر حجم DPD كلما أشار ذلك إلى وجود رطوبة نسبية عالية في ذلك المستوى والعكس صحيح.

ومؤشر K يمكن حسابه رياضياً على النحو التالي :

$$KI = (T850 - T500) + Td850 - DPD700$$

حيث :

T850 = درجة الحرارة عند مستوى ٨٥٠ مليبار.

T500 = درجة الحرارة عند مستوى ٥٠٠ مليبار.

Td850 = درجة حرارة الندى عند مستوى ٨٥٠ مليبار.

DPD700 = عمق درجة حرارة الندى عند مستوى ٧٠٠ مليبار.

وكلما زادت قيمة هذا المؤشر كلما أشار ذلك إلى احتمالية أكبر لحدوث العواصف الرعدية. عالمياً (NWSTC,1991) تم اعتماد قيم معينة تربط مؤشر K باحتمالية حدوث العواصف الرعدية وتجددها موضحة في الجدول رقم (١).

جدول رقم (١)

القيم الحدية لمؤشر KI والتي تحدد حدوث العواصف الرعدية

قيم مؤشر K	نسبة احتمالية حدوث العواصف الرعدية
$K < 10$	صفر
١٥ إلى ٢٠	%٢٠
٢١ إلى ٢٥	%٢٠ إلى %٤٠
٢٦ إلى ٣٠	%٤٠ إلى %٦٠
٣١ إلى ٣٥	%٦٠ إلى %٨٠
٣٦ إلى ٤٠	%٨٠ إلى %٩٠
$K > ٤٠$	قرب %١٠٠

بناءً على ما تقدم يمكن أن نبرز سلبية استخدام هذا المؤشر في وسط المملكة على النحو التالي :

١- القيم الحديثة السابقة الذكر تنطبق أكثر على وسط الولايات المتحدة في فصل الصيف (NWSTC,1991). ولو قارنا بين وسط المملكة في أي فصل ووسط الولايات المتحدة في فصل الصيف لوجدنا أن وسط الولاية المتحدة في فصل الصيف يتميز بوجود رطوبة نسبية عالية بسبب تأثير الرياح الجنوبية القادمة من البحر الكاريبي بينما وسط المملكة في جميع الفصول يغلب عليه انخفاض واضح في الرطوبة النسبية حتى في كثير من الحالات التي يحدث فيها عدم استقرار جوي .

٢- التغير الرأسي في درجة الحرارة بين مستوى ٨٥٠ و ٥٠٠ مليار في وسط المملكة يختلف من فصل إلى فصل وفي جميع الحالات يكون أكبر من التغير الرأسي في وسط الولايات المتحدة بين هذين المستويين بسبب التحمئة السطحية القوية وانخفاض الرطوبة النسبية في وسط المملكة .

٣- في المناطق الصحراوية المدارية ومن ضمنها وسط المملكة لا تكون طبقة الرطوبة النسبية عميقة جداً فهي نادراً ما تمتد من السطح إلى ٧٠٠ مليار .

٤- مؤشر جمع المجموع Total Totals Index TTI

هذا المؤشر يستخدم لتحديد المناطق المحتملة لحدوث العواصف الرعدية. وهذا المؤشر في الواقع هو جمع مؤشرين حملانيين وهما مؤشر الجمع الرأسي Vertical Totals (VT) ومؤشر الجمع الأفقي المقطعي أو Cross Totals (CT). لذلك سمي بجمع المجموع Total Totals Index TTI .

ويمكن حساب VT و CT على النحو التالي :

$$Vt = T850 - T500$$

$$Ct = Td850 - T500$$

لذلك يمكن اختصار جمع هذين المؤشرين لنحصل على مؤشر جمع

الجموع TTI على النحو التالي :

$$TTI = (T850 + Td850) - 2 (T500)$$

حيث :

$$T850 = \text{درجة الحرارة الحقيقية عند مستوى } 850 \text{ مليار.}$$

$$Td850 = \text{درجة حرارة الندى عند مستوى } 850 \text{ مليار.}$$

$$T500 = \text{درجة الحرارة الحقيقية عند مستوى } 500 \text{ مليار.}$$

وهذا يشير إلى أن هذا المؤشر يعتمد على عناصر هي : الاختلاف الرأسي في درجة الحرارة بين مستويين ضغطيين وهما 850 و 500 مليار وذلك من خلال توظيفه VT ، وعلى كمية بخار الماء في الجزء السفلي ، وعلى درجة الحرارة العلوية ، وذلك من خلال توظيفه المؤشر للجمع الأفقي المقطعي CT والذي يعتمد على كمية الرطوبة في أعلى الطبقة الحدية وهو مستوى 850 مليار ، وعلى درجة الحرارة في مستوى عدم التفرق Non divergence Level وهو مستوى 500 مليار.

لقد أثبتت الدراسات حول توظيف مؤشر TTI أن القيم الحدية للمؤشر والتي يعتمد عليها في تحديد احتمالية حدوث العواصف الرعدية تتفاوت بشكل واضح في الولايات المتحدة (NWSTC,1991) . على كل حال القيم الحدية

لهذا المؤشر الموظفة لتحديد احتمالية حدوث العواصف الرعدية لهذا المؤشر هي على النحو التالي :

- ٤٤ تعني احتمالية واردة لحدوث نشاط تصاعدي وحدث عواصف رعدية.
- من ٤٥ إلى ٥٠ تعني احتمالية مهمة لحدوث عواصف رعدية ولكن احتمالية ضعيفة لأن تكون تلك العواصف الرعدية حادة .
- من ٥١ إلى ٥٥ تعني احتمالية متوسطة لحدوث عواصف رعدية حادة .
- أكثر من ٥٥ احتمالية قوية لحدوث عواصف رعدية حادة .

٥- مؤشّر سويت Sweet Index

بنى هذا المؤشر لتقدير احتمالية حدوث العواصف الرعدية الحادة في كتلة هوائية معينة وهو يعتمد على قيم خمس محددات تعتبر مهمة لحدوث العواصف الرعدية الحادة وهذه المحددات :

- ١- كمية بخار الماء أسفل طبقة التروبوسفير، ويعتمد ذلك على حساب درجة حرارة الندى عند ٨٥٠ مليون.
- ٢- قيمة مؤشّر جمع المجموع TTI .
- ٣- التيار النفث أسفل طبقة التروبوسفير، ويعتمد ذلك على حساب سرعة الرياح عند مستوى ٨٥٠ مليون.
- ٤- التيار النفث في وسط طبقة التروبوسفير، ويعتمد ذلك على حساب سرعة الرياح عند مستوى ٥٠٠ مليون.
- ٥- قيم التآفق الدافئ Warm Advection ويعتمد ذلك على حساب تغير اتجاه الرياح التقدم Veering of Wind بين المستويين ٨٥٠ و ٥٠٠

مليبار (Veering between 850 mb and 500 mb) ويمكن التعبير

عن مؤشر سويت رياضياً على النحو التالي :

$$SWI = 12D + 20 (T - 49) + 2F8 + F5 + 125 (S + 0.2)$$

حيث :

D = درجة حرارة الندى عند ٨٥٠ مليبار (دائماً عندما تكون القيمة سالبة فإنها تعتبر صفراً).

F8 = سرعة الرياح عند مستوى ٨٥٠ مليبار بالعقدة.

F5 = سرعة الرياح عند مستوى ٥٠٠ مليبار بالعقدة.

S = جيب التمام للفرق بين اتجاه الرياح عند ٨٥٠ مليبار و ٥٠٠ مليبار.

T = قيمة مؤشر جمع المجموع TTI وعندما تكون هذه القيمة أقل من ٤٩ فإن الجزء (T-49) 20 في المعادلة يعتبر صفراً.

ولكون هذا المؤشر في البداية بني بواسطة القوات الجوية الأمريكية

USAF فقد اعتمدت تلك الجهات قيم حدية معينة لهذا المؤشر توظف لتوقع

العواصف الرعدية وهي :

٣٠٠ للعواصف الرعدية الحادة .

٤٠٠ للعواصف الرعدية الحادة جداً والتي تنشأ معها عواصف الترنادو

. Tornadoic Storms

ويمكن إبراز سلبية توظيف هذا المؤشر في وسط المملكة على النحو التالي :

١ - صمم هذا المؤشر ووضعت القيم الحدية له لتوقع العواصف الرعدية الحادة

جداً، والتي في الغالب تصاحبها أعاصير الترنادو، والتي لا تحدث في وسط

المملكة بسبب عدم توفر الظروف الميئورولوجية المسببة لهذا النوع من العواصف في وسط المملكة .

٢- يعتمد هذا المؤشر وبشكل كبير على التآفق التقدمي الدافئ بين مستوى ٨٥٠ و ٥٠٠ ليبار وهو في الغالب في الولايات المتحدة (حيث صمم هذا المؤشر) الذي يعتبر تآفقاً دافئاً رطباً، وهذا يوفر طاقة كبيرة لنشوء العواصف الرعدية الحادة نظراً لتضافر عنصري الحرارة والرطوبة. أما في وسط المملكة فالتآفق الدافئ بين ٨٥٠ و ٥٠٠ مليبار هو تآفق دافئ ولكنه ليس رطباً في أغلب الأحيان لذلك قد تكون قيم هذا التآفق مضللة لا تعكس ظروفًا جيدة لحدوث العواصف الرعدية الحادة وسط المملكة .

يتضح من استعراض وتحليل مؤشرات عدم الاستقرار الجوي السابقة الذكر، والموظفة بواسطة رئاسة الأرصاد وحماية البيئة في المملكة لتوقع عدم الاستقرار الجوي في وسط المملكة أنها تتصف بالآتي:

١- جميع هذه المؤشرات بنيت لمناطق تختلف عن ظروف مناطق وسط المملكة الجغرافية والمناخية .

٢- تعتمد هذه المؤشرات على متغيرات قد تكون فعالة لتحديد عدم الاستقرار الجوي في المناطق التي بنيت لها، ولكنها ليست بالضرورة فعالة لتحديد عدم الاستقرار الجوي في وسط المملكة .

٣- في كل واحد من تلك المؤشرات يوجد على الأقل جانب أو جانبان سلبيان لا يجعلان من تطبيق هذا المؤشر تطبيقاً مثالياً لتوقع الاستقرار الجوي مناطق وسط المملكة.

٤- حتى عند تطبيق تلك المؤشرات في المناطق التي صممت لها يشوب تطبيق تلك المؤشرات بعض العيوب وعدم الدقة لذلك حتى في تلك المناطق يتم استخدامها بحذرٍ وتروٍ (NWSTC, 1991).

إن تطبيق تلك المؤشرات بالرغم من الجوانب السلبية و التي أوردناها في الفقرة السابقة يمكن أن يؤدي إلى الاخفاق في توقع حالات عدم الاستقرار والاستقرار الجوي في وسط المملكة، وهذا ما سوف يتم التطرق إليه في الفقرة التالية من هذا البحث.

حالات إخفاق المؤشرات المعمول بها

كما ذكرنا سابقاً أغلب المؤشرات المعمول بها لتحديد وتقصي حالات عدم الاستقرار الجوي في المملكة بنيت لمناطق تختلف بشكل ملحوظ عن ظروف المملكة الجغرافية والمناخية. وهذا يجعل بعض هذه المؤشرات في بعض الحالات الجوية تحفق في الكشف عن بؤادر نشوء عدم استقرار جوي، وهذا بدوره يؤدي إلى عدم الاستعداد لتلك الحالات مما يترتب عليه الكثير من الأضرار البشرية والمادية. والغرض من هذا الجزء من البحث هو إبراز بعض الأمثلة على تلك الحالات التي أخفقت فيها المؤشرات في كشف حالات عدم الاستقرار الجوي في مناطق وسط المملكة. وقد تم إبراز ذلك من خلال تتبع سجل محطة الرياض اليومي، وتحليل المعلومات الخام والمسماة Temp data والتي تشمل معلومات ساعية لمتغيرات مبيورولوجية عديدة لمستويات علوية عديدة. لقد تمّ توظيف تلك المعلومات اليومية لحساب قيم خمس مؤشرات وهي مؤشر الرفع LI

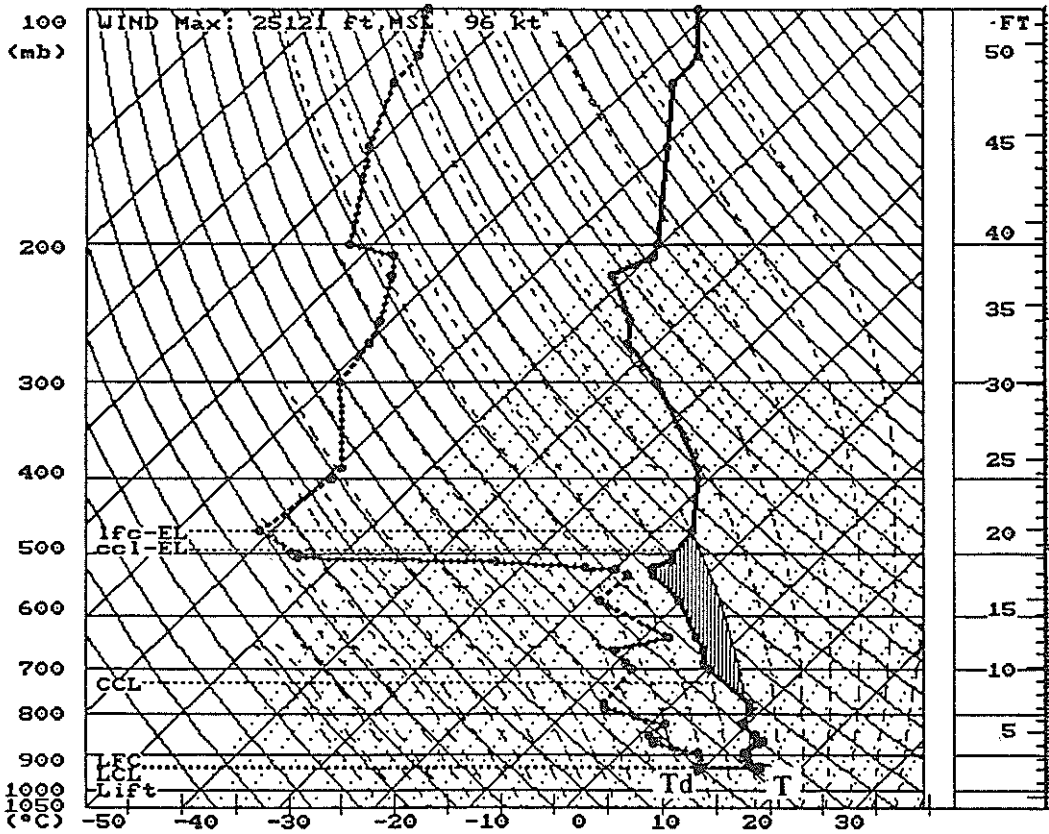
Lifted Index ومؤشر شولتر Showlter Index SI ومؤشر كي K KI
 Index ومؤشر جمع الجموع Total Total Index TTI ومؤشر سويت
 . Sweat Index

وقد تم حساب تلك القيم بواسطة تطبيق المعادلات التي سبق ذكرها في جزء أساليب الدراسة في هذا البحث. لقد تمّ تمثيل فصل الشتاء بست حالات وفصل الربيع بست حالات أخرى، وكل حالة من هذه الحالات الاثني عشر تمثل أياماً تميزت بوجود عدم استقرار جوي نشط في وسط المملكة نتج عنه هطول أمطار غزيرة على بعض مناطق وسط المملكة ومن ضمنها مدينة الرياض، حيث بلغت كمية الأمطار في مدينة الرياض في تلك الأيام ما بين ٣ إلى ٢٧ مليمترًا، إلا أن بعض مؤشرات عدم الاستقرار الجوي السابقة الذكر أخفقت في كشف بوادر نشوء عدم الاستقرار الجوي في تلك الأيام.

قبل الشروع في تحليل تلك الحالات الاثني عشر من المهم أن نقوم بعمل التحليل المقطعي الرأسى لحالتين تمثلان تلك الحالات الاثني عشر وذلك لإبراز أن تلك الحالات كانت فعلاً حالات عدم استقرار جوي نشطة وبالرغم من ذلك لم تستطع المؤشرات المعمول بها الكشف عنها. (الشكل ٢) و (الشكل ٣) يمثلان مقطوعاً رأسياً للغلاف الجوي (Upper Sounding) حتى حدود ١٠٠ مليمبار فوق الرياض لحالتين من حالات عدم الاستقرار الجوي التي لم تستطع المؤشرات المعمول بها أن تكشفها. فالشكل (٢) يمثل حالة عدم استقرار جوي شتوية و الشكل (٣) يمثل حالة عدم استقرار جوي ربيعية. يتضح من الشكلين الطبقة العميقة الرطبة (Deep Moist Layer) و بروز حالة عدم الاستقرار

الشكل رقم (٢)

مقطع رأسي للنموذج التيرموديناميكي Skew T Log p Diagram لمحطة الرياض
في الساعة ١٢:٠٠ من يوم ١١-١-١٩٩٦.



درجة الحرارة

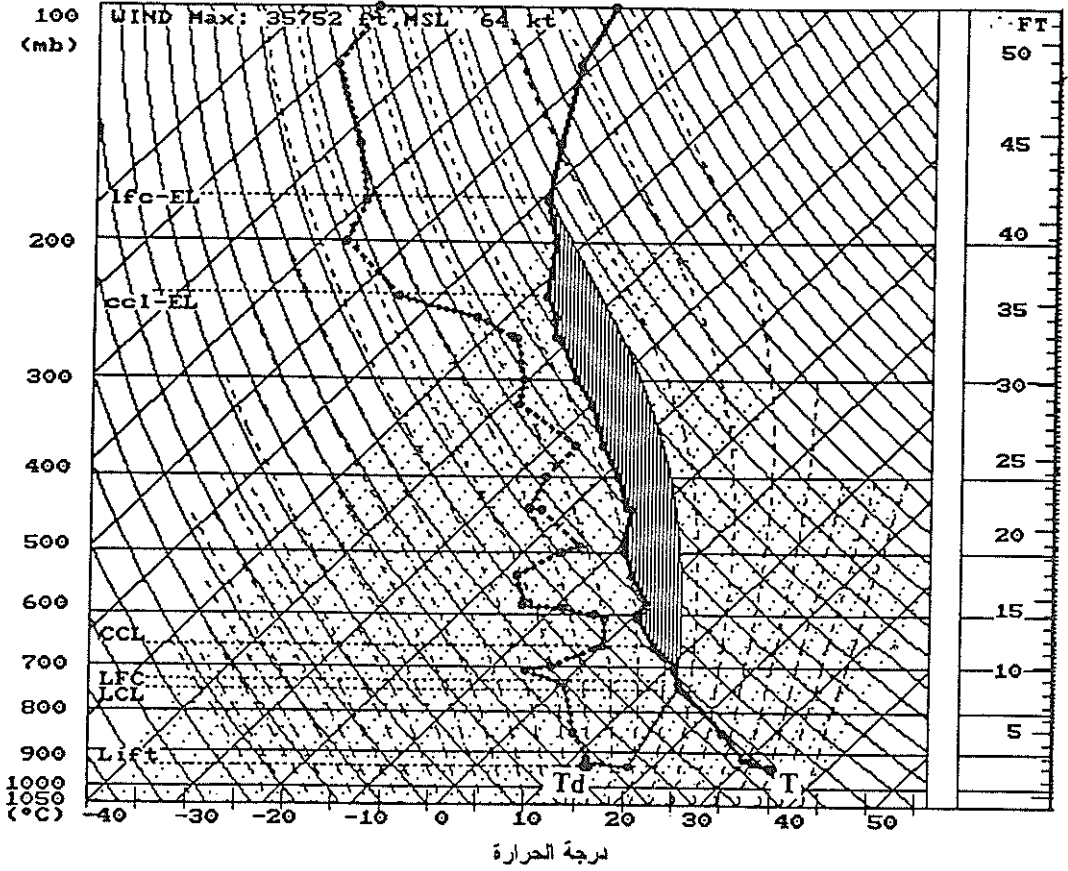
الشكل من إعداد الباحث باستخدام برنامج RAOB.

الخط الأسود العريض المتصل يبين التغير الرأسي لدرجة الحرارة T والخط الأسود العريض المنقط يبين التغير الرأسي لدرجة حرارة الندى T_d . المنطقة المهيشرة تمثل منطقة الطاقة الموجبة positive Energy Area وهي المنطقة التي تكون فيها فقاعة الهواء في حالة تصاعد حر Free Convection.

الشكل رقم (٣)

مقطع رأسي للنموذج التيرموديناميكي Skew T Log P Diagram لمحطة الرياض

في الساعة ١٢:٠٠ من يوم ٢٤-٤-١٩٩٦م



الشكل من إعداد الباحث باستخدام برنامج RAOB

الخط الأسود العريض المتصل يبين التغير الرأسي لدرجة الحرارة T والخط الأسود العريض المنقط يبين التغير الرأسي لدرجة حرارة الندى Td. المنطقة المهيشرة تمثل منطقة الطاقة الموجبة Positive Energy Area وهي المنطقة التي تكون فيها فقاعة الهواء في حالة تصاعد حر Free Convection.

الجوي التامة Absolute Instability في حالة الشتاء و حالة عدم استقرار شرطي Conditional Instability في الحالة الربيعية. يوضح ذلك مسار التغير الرأسي لدرجة الحرارة T و درجة حرارة الندى T_d في النموذجين. أيضا يوضح هذان الشكلان وجود ما يسمى منطقة الطاقة الموجبة Positive Energy Area وهي المنطقة التي تكون فيها فقاعة الهواء في حالة تصاعد حر Free Convection. هذا التصاعد الحر النشط مع وجود طبقة عميقة رطبة تمتد من السطح و تتعدى حدود ٨٥٠ مليون و وجود طبقة علوية باردة هي المركبات الأساسية لحدوث عدم الاستقرار الجوي النشط.

جميع الحالات العشر المتبقية ماثلة إلي حد ما في مقطعها الرأسي للحالتين المحللة. فالحالات الربيعية الخمس المتبقية ماثلة إلي حد كبير للشكل (٢) والحالات الشتوية الخمس المتبقية ماثلة إلي حد كبير للشكل (٣).

لذلك نكتفي بتحليل تلكما الحالتين و نشرع في تحليل قيم مؤشرات عدم الاستقرار المعمول بها للثاني عشر حالة، ولكن قبل الشروع في ذلك يرجى الرجوع للجدول (٢) والذي يمثل القيم الحدية للمؤشرات الخمسة والمعمول بها، والتي تحدد درجة الاستقرار وعدم الاستقرار الجوي. هذه القيم الحدية تم اعتمادها بعد تجارب عديدة من قبل مؤسسات وهيئات حكومية عالمية تهتم بالطقس والمناخ مثل منظمة الطقس الوطنية في الولايات المتحدة

National Weather Service NWS
U.S. Air Force USAF

جدول رقم (٢)

القيم الحدية للمؤشرات المعمول بها لتحديد الاستقرار وعدم الاستقرار الجوي

المؤشر	الاستقرار	عدم الاستقرار
LI	القيمة موجبة وكلما زادت القيم الموجبة زاد الاستقرار	القيم سالبة وكلما نقصت القيم زاد عدم الاستقرار
SI	القيم الموجبة وكلما زادت القيمة الموجبة زاد الاستقرار	القيم السالبة وكلما زادت نقصت القيم زاد عدم الاستقرار
KI	أقل من ١٥ وكلما قلت القيمة عن ١٥ زاد الاستقرار	أكثر من ١٥ وكلما زادت القيمة عن ١٥ زاد عدم الاستقرار
TTI	أقل من ٤٤ وكلما قلت القيمة عن ٤٤ زاد الاستقرار	أكثر من ٤٤ وكلما زادت القيمة عن ٤٤ زاد عدم الاستقرار
SWI	أقل من ٢٥٠ وكلما قلت القيمة عن ٢٥٠ زاد الاستقرار	أكثر من ٢٥٠ وكلما زادت القيمة عن ٢٥٠ زاد عدم الاستقرار

الجدول رقم (٣) يمثل الحالات الشتوية الست وعند تفحص ذلك الجدول يمكن ملاحظة الآتي:

- ١- في جميع الحالات أخفق كل من مؤشر LI و SI في كشف حالة عدم الاستقرار الجوي في تلك الأيام الستة .
- ٢- في أربع حالات من تلك الحالات الست أخفق مؤشر سويت SWI في كشف حالات عدم الاستقرار .
- ٣- في حالتين من تلك الحالات الست أخفق مؤشر TTI في كشف حالات عدم الاستقرار الجوي .

- ٤- مؤشر KI هو الوحيد ضمن تلك المؤشرات ، والذي نجح في كشف جميع حالات عدم الاستقرار الجوي في تلك الأيام الستة.
- ٥- تقريباً في جميع الحالات التي نجحت فيها المؤشرات في كشف حالات عدم الاستقرار الجوي كانت القيم تتراوح ما بين ضعيفة إلى متوسطة حسب تقييم برنامج RAOB التابع للقوات الجوية الأمريكية . US Air Force

جدول رقم (٣)

أمثلة لبعض الأيام الشتوية غير المستقرة في مدينة الرياض التي لم تتمكن بعض المؤشرات من كشف عدم استقرارها الجوي

قيم مؤشرات عدم الاستقرار					كمية المطر mm	اليوم
SWI	TTI	KI	SI	LI		
١٩٩,٢	٥٠	٣٥	٠,٥ -	٣,٢	٣,١	م ١٩٩٥/١٢/١٠
١٥٤,٦	٤٣	٢٨	٤,٧	٧,١	٧,٤	م ١٩٩٥/١٢/١٨
٣٢٦,٤	٤٤	٢٩	٣,١	٦,١	٥,٥	م ١٩٩٥/١٢/٢٢
٢٠٨,٨	٣٧	١٦	٨,٣	٨,٨	٦,٧	م ١٩٩٦/١/٢
١٣٦	٤٦	٣٠	٣	٢,٥	٣,٥	م ١٩٩٦/١/٣
٣٣٩,٦	٤٧	٣١	١,٧	١,٦	٢٧,٩	م ١٩٩٦/١/١١

الجدول رقم (٤) يمثل الحالات الربيعية الست ، وعند فحص هذا الجدول اتضح الآتي :

- ١- تقريباً أخفق مؤشر SI في كشف جميع الحالات الست .
- ٢- مؤشر LI أخفق في كشف حالتين من تلك الحالات الست ثم أن هناك ٣ حالات أشار المؤشر فيها إلى وجود عدم استقرار جوي ، ولكن قيم

المؤشر ضعيفة لا تتوافق مع القوة الحقيقية لتلك الحالات ولا تشجع على النظر إلى تلك الحالات من عدم الاستقرار على أنها حالات عدم استقرار جوي مهمة ونشطة.

جدول رقم (٤)

أمثلة لبعض الأيام الربيعية غير المستقرة في مدينة الرياض التي لم تتمكن بعض المؤشرات من كشف عدم استقرارها الجوي

قيم مؤشرات عدم الاستقرار					كمية المطر mm	اليوم
SWI	TTI	KI	SI	LI		
٢٧٥.٢	٥٠	٣٠	٠.٣-	١.٣-	١٢.٨	١٩٩٤/٤/١٧م
١١١.٢	٥٠	٢٥	٠.٣	١-	١٤.٠	١٩٩٤/٤/٢٧م
٢٢٧.٢	٤٠	٢٥	٥.٥	١٥	٢٥.٦	١٩٩٥/٣/٢١م
٤٠	٣٧	١٧	٨.٧	١١	١٨.٤	١٩٩٦/٣/١٥م
٨٥.٢	٤٨	٢٦	١.٣	٣.٢-	١٨.٢	١٩٩٦/٤/٢٣م
٢٩٩.٥	٤٦	٣٢	١.٧	٠.٩-	٩.٣	١٩٩٦/٤/٢٤م

- ٣- أخفق مؤشر SWT في كشف أربع حالات من تلك الحالات الست.
- ٤- أخفق مؤشر TTI في كشف حالتين من الحالات الست .
- ٥- مؤشر KI هو الوحيد الذي كشف جميع الحالات .
- ٦- تقريباً في جميع الحالات التي تم كشف حالة عدم الاستقرار الجوي لم تكن قيم تلك المؤشرات قوية وكافية لاعتبار تلك الحالات حالات عدم استقرار جوي مهمة ونشطة، وذلك بناءً على القيم الحدية العالمية لهذه المؤشرات و الموضحة في جدول (٢).

ويمكن أن نستخلص من تفحص تلك الاثنتي عشرة حالة الشتوية والربيعية

النقاط التالية :

- ١- مؤشر SI يعتبر أسوأ المؤشرات في كشف حالات عدم الاستقرار الجوي لمناطق وسط المملكة ويليه مؤشر LI ، إلا أن مؤشر LI يمكن الاعتماد عليه بجزر في كشف الحالات الربيعية .
- ٢- يلي المؤشران السابقان من حيث الفشل في كشف حالات عدم الاستقرار مؤشر SWI .
- ٣- أفضل تلك المؤشرات في كشف حالات عدم الاستقرار سواء الشتوية أو الربيعية هو مؤشر KI ثم يليه مؤشر TTI .
- ٤- حتى في حالة كشف حالات عدم الاستقرار الجوي كانت قيم تلك المؤشرات ما بين ضعيفة إلى متوسطة ولا تشجع في بعض الحالات على اعتبار أن حالة عدم الاستقرار الجوي المكشوفة حالة مهمة ذلك بناءً على القيم الحدية السابقة الذكر في جدول (٢).

الخلاصة و التوصيات

بعد دراسة وتحليل مؤشرات عدم الاستقرار الجوي و المعمول بها في المملكة من قبل رئاسة الأرصاد و حماية البيئة لتحديد حالات عدم الاستقرار الجوي في وسط المملكة خرجت تلك الدراسات بالعديد من النتائج المهمة و التي يمكن إيجازها على النحو التالي :

- ١- يوجد في البناء الرياضي لأهم مؤشرات عدم الاستقرار و الاستقرار الجوي المعمول بها من قبل رئاسة الأرصاد و حماية البيئة لتوقع حالات عدم الاستقرار الجوي في وسط المملكة ثوابت وقيم لا تتوافق مع ظروف المملكة الجغرافية و المناخية.
- ٢- هذه المؤشرات تفشل في أحيان كثيرة في توقع حالات عدم الاستقرار الجوي في مناطق وسط المملكة. وبتفاوت ذلك الفشل بين المؤشرات المعمول بها فنجد أن أسوأ مؤشرين هما LI، SI ثم يأتي بعدهما SWI. أفضل المؤشرات المعمول بها هو مؤشر KI يليه مؤشر TTI إلا أنه حتى هذين المؤشرين يفشلان أحياناً في توقع حالة عدم الاستقرار الجوي.
- ٣- أداء المؤشرات المعمول بها حالياً من قبل رئاسة الأرصاد و حماية البيئة في فصل الربيع أفضل من أدائها في فصل الشتاء لتوقع حالات الاستقرار و عدم الاستقرار الجوي في وسط المملكة، إلا انه وكما ذكرنا سابقا كثير من الأحيان تفشل تلك المؤشرات المعمول بها في الكشف عن حالة استقرار الجو وتوقعها .

بناءً على ما تقدم توصى هذه الدراسة بما يلي :

أولاً : ضرورة إجراء دراسة لبناء مؤشرات عدم استقرار جوي رياضية تتناسب وظروف وسط المملكة الجغرافية و المناخية و ذلك لتحسين توقع حالات الاستقرار و عدم الاستقرار الجوي فيها.

ثانياً : ضرورة إجراء دراسة مماثلة للدراسة الحالية تطبق علي بقية مناطق المملكة ، وذلك لفحص جودة تطبيق مؤشرات عدم الاستقرار الجوي فيها.

ثالثاً : يجب أن تقوم رئاسة الأرصاد و حماية البيئة بتقويم المؤشرات الرياضية الميتيورولوجية التي تعمل بها و التي اقتبست من مناطق أخرى من العالم و ذلك للتأكد من درجة دقتها عند توظيفها لفهم طقس و مناخ المملكة.

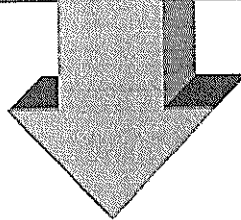
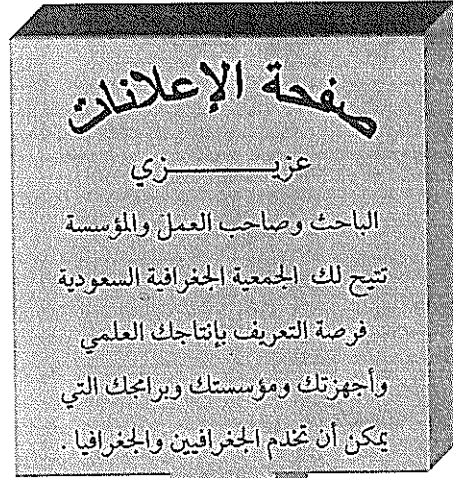
المراجع

المراجع العربية :

- الشهاوي، محمد أحمد، ٢٠٠٠م، العلوم الجوية و تطبيقاتها، التنمية باستخدام الأرصاد الجوية، دار الفكر العربي، القاهرة.
- موسى، علي، أساسيات علم المناخ، ١٩٩٤م، دار الفكر، دمشق.

المراجع غير العربية:

- Barry, R.G. & Richard J. Chorley, 1998, **Atmosphere Weather and Climate**, Routledge, New York.
- Carlson, T.N, 1991, **Mid-latitude Weather Systems**, Harper Collins, London.
- Fedonov, A. V. and G. Philonder, 2001, "A Stability Analysis of Tropical Ocean-Atmosphere Interaction: Bridging Measurements and Theory for El Nino", **Journal of Climate: Vol. 14, No: 14, p.p. 3086-3101.**
- Hess, S.L., 1978, **Introduction to Theoretical Meteorology**, Rober Krieger publishing Company, Malaban, Florida.
- Jacovides, C. P. and T. Yonetani, 1990, "An Evaluation of Stability Indices for thunderstorm Prediction in Grater Cyprus" **Weather and Forecasting, Vol. 5, No 4, pp. 559-569.**
- Neiburger, M. J. G Edinger, and W. D. Banner, 1982, **understanding our Atmosphere Environment** , W.H Freeman and Company, San Francisco.



أسعار الإعلانات
صفحة كاملة بمبلغ ١٠٠٠ ريال سعودي
نصف صفحة بمبلغ ٥٠٠ ريال سعودي
ربع صفحة ٢٥٠ ريال سعودي

آخر إصدارات سلسلة بحوث جغرافية

- ٢٨- خصائص تربة الكتيبان الرملية ومدى ملاמתها للزراعة الجافة في واحة الأحساء بالمملكة العربية السعودية.
- ٢٩- جغرافية التجارة الحارحية للمملكة العربية السعودية .
- ٣٠- أهمية الأطلس المدرسي في تدريس مادة الجغرافيا في مراحل التعليم العام.
- ٣١- العلاقات المكانية والزمنية للأسواق الأسبوعية وخصائصها الجغرافية في واحة الأحساء بالمملكة العربية السعودية.
- ٣٢- المسح الميداني الإلكتروني باستخدام تقنية تحديد المواقع ونظام الربط الأرضي الجغرافي - G.P.S-GEOLINK
- ٣٣- تقويم الوضع الأيكولوجي الزراعي في منطقة وادي المياه بالمملكة العربية السعودية.
- ٣٤- التحليل الإحصائي للمتعدد المتغيرات لخصائص أحجام حبيبات الكتيبان الرملية الهلالية بفترة التوربات:دراسة حالة في عفاظة العاقل.
- ٣٥- الأسواق الدورية في منطقة حازان : دراسة تحليلية عن التنظيم المكاني والدور الاقتصادي.
- ٣٦- أثر استخدام المياه الجوفية على التربة وإنتاجية بعض المحاصيل الزراعية بمنطقة ترواك.
- ٣٧- التوزيع المكاني للسكان والتنمية في المملكة العربية السعودية في ١٣٩٤-١٤١٣هـ
- ٣٨- الأودية الداخلة إلى منطقة الحرم بالمدينة المنورة
- ٣٩- مواقع المدارس وسبل رفع مستوى سلامة التلاميذ المرورية في مدينة الرياض
- ٤٠- تردد الرياح الشمالية وتناميها في المملكة العربية السعودية
- ٤١- القوى العاملة في المملكة العربية السعودية : أمعادها الديموغرافية والاقتصادية والاجتماعية
- ٤٢- خصائص السياحة بمنطقة عسير وأهميتها للتخطيط والاستثمار السياحي
- ٤٣- تطور إنتاج عرقات المملكة العربية السعودية نصف قرن في دعم التنمية والتخطيط .
- ٤٤- تغيرات الحوسلة الصلبة وعلاقتها بالأمطار والجريان السطحي بالخروض الهيدروغرافي لوادي الكبير الرمال (التل القسطنطين لجزار)
- ٤٥- نموذج التحليل المورفومتري لشعب نماسح
- ٤٦- مورفولوجية كويستات هضبة نجد: دراسة تطبيقية على جبال الوطاة.
- ٤٧- الاتصال المناخي السطحي بين المملكة العربية السعودية ونصف الكرة الشمالي.
- ٤٨- دور حطوط التنمية في معالجة قضية التوازن الإقليمي في المملكة العربية السعودية:دراسة تفويجية لحرية التنمية الإقليمية ما بين عامي ١٣٩٠-١٤١٥هـ.
- ٤٩- تطور التوزيع الجغرافي لمرض السل وانتشاره في العالم.
- ٥٠- العلاقة بين كميات الأمطار وارتفاع الماء الجوفي في حوض وادي شبرقة بالمملكة العربية السعودية.
- ٥١- الصناعات الصغيرة في المملكة العربية السعودية.
- ٥٢- أوجه التشبه والاختلاف وأدائي التكامل التقني والمنهجي بين المساحة التصويرية والاستشعار عن بعد.
- ٥٣- الخصائص المورفومترية لحوضي وادي عركان ووادي بيش بالمملكة العربية السعودية: دراسة تطبيقية مقارنة.
- ٥٤- التباين الإقليمي لتطور الصناعات الغذائية في المملكة العربية السعودية (١٣٧٣-١٤١٧هـ): تحليل جغرافي
- ٥٥- التوزيع الجغرافي للخدمات الصحية بمنطقة مكة المكرمة.
- ٥٦- التركيب المحصولي الأهل وأهميته على التوطن الزراعي بمنطقة مكة المكرمة.
- ٥٧- عملاقة أثر تراكم أخطاء الخرائط الطبوغرافية بمقياس ١: ٥٠,٠٠٠ على التحليل في نظم المعلومات الجغرافية.
- ٥٨- نظم المعلومات الجغرافية والتفصيل الموضوعي لخرائط التغيرات الأيكولوجية الزراعية والرعية في المملكة العربية السعودية.
- ٥٩- أهمية شبكات الطرق في التنمية السياحية لشاملين المقوم بالمنطقة الشرقية من المملكة العربية السعودية.
- ٦٠- معايير التنمية الاقتصادية في المملكة العربية السعودية: دراسة جغرافية مقارنة
- ٦١- دراسة تحليلية لصور الرادار الروسي (كلمار) للمأخوذة لمدية الرياض
- ٦٢- مساهمة الإناءات السموديات في قوة العمل
- ٦٣- الرياح السائدة المصاحبة للأمطار على منطقة أهما في المملكة العربية السعودية
- ٦٤- أثر الجفاف على توزيع النطاء النباتي في حوض قرى العرصة (أحد روافد وادي الطرفي) منطقة الرياض

Price Listing Per Copy :
S.R. ١٠ : Individuals
S.R. ٧٥ : Institutions

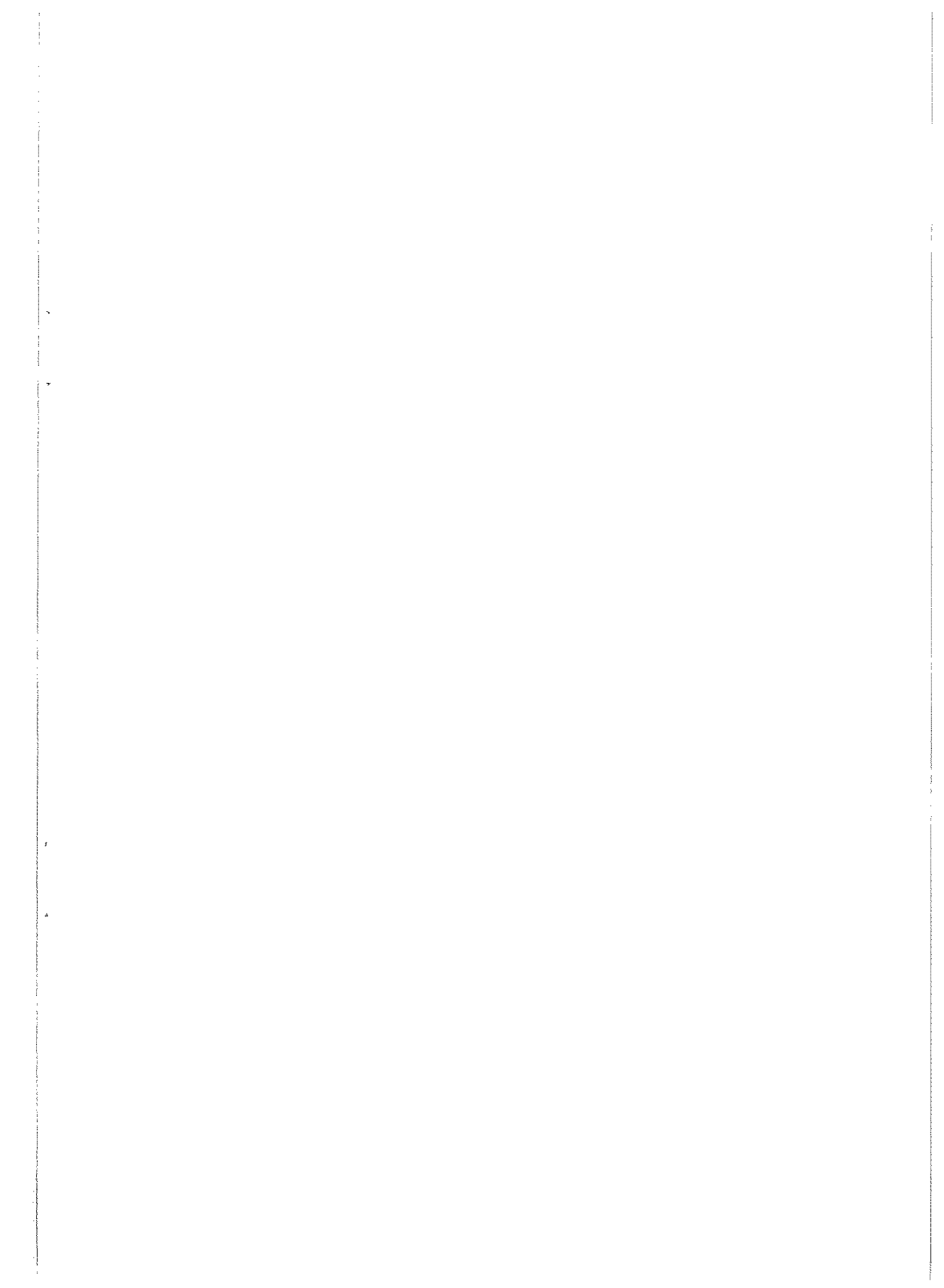
Mailing Charges are added on the above listing&Handing

أسعار البيع :

سعر النسخة الواحدة للأعضاء : ١٠ ريالاً سعودياً.
سعر النسخة الواحدة للمؤسسات : ١٥ ريالاً سعودياً .

تضاف إلى هذه الأسعار أجرة البريد .

عزيمي عضو الجمعية الجغرافية السعودية	
هل غيرت عنوانك؟ فضلاً أملأ الاستمارة المرفقة وأرسلها على عنوان الجمعية	
الاسم:
العنوان:
ص ب: المدينة والرمز البريدي:
البلد:
الاتصالات الهاتفية:	
عمل: منزل:
جوال: بيجر:
بريد إلكتروني:
<p>ترسل على العنوان التالي:</p> <p>الجمعية الجغرافية السعودية</p> <p>ص ب ٢٤٥٦ الرياض ١١٤٥١</p> <p>المملكة العربية السعودية</p> <p>هاتف: +٩٦٦ ١ ٤٦٧٨٧٩٨ فاكس: +٩٦٦ ١ ٤٦٧٧٧٣٢</p> <p>بريد إلكتروني: sgs@ksu.edu.sa</p> <p>كما يمكنكم زيارة موقع الجمعية على الإنترنت على العنوان التالي:</p> <p>www.saudigs.org</p>	



coherence with the climatological and geographical setting of the middle part of Saudi Arabia. Also, it has been found that some of these indices fail in detecting and forecasting the instability in the region. This failure varies between these indices; the worst among these indices are LI and SWI indices. The less failure are TTI and KI indices, nevertheless, they still, in some times, fail in detecting and forecasting the instability condition in the region. Finally, it has been found that the performance of these indices during the spring season is better than during the winter season, however, they fail sometimes in detecting and forecasting the instability in the region in that season.

Reliability of the Atmospheric Stability Indices Used in the Middle Part of Saudi Arabia

Dr. Fahad M. A. Al-Kolibi

Abstract

Atmospheric stability is very important for man and his activity. Therefore, many Atmospheric Stability Indices have been developed by meteorologists to understand the atmospheric stability. These indices have been developed to go well with the climatological and geographical situations in the countries in which they have been developed. However, recently these indices are used in many places to forecast the atmospheric stability including Saudi Arabia. Hence, this study comes to examine the ability of these indices in detecting and forecasting the stability condition in the middle part of Saudi Arabia.

To achieve this goal, many meteorological programs and statistical packages were employed, including the United State Air force (USAF) meteorological program Rawinsound Observation (RAOB).

The data used in this research varies with respect to their sort and its spatial and temporal coverage. It represents daily surface and upper data for many metrological variables for Riyadh station and extends form 1994 to 1998. The Riyadh station has been chosen to represents the middle part of Saudi Arabia because it locates in the center of studied region.

The study has revealed many important results. It has been found that there are values and constants in the mathematical structure of the studied indices that are not in

●Administrative Board of the Saudi Geographical Society ●

Mohammed S. Makki	Prof.	Chairman.
Mohammed S. Al-Rebdi	Assoc. Prof	Vice-Chairman.
Abdulah H. Al-Solai	Assoc. Prof.	Secretary General.
Mohammed A. Al-Fadhel	Assoc. Prof.	Treasurer.
Ali M. Alareshi	Prof.	Member.
Mohammed A. Meshkhes	Assoc. Prof.	Member.
Meraj N. Merza	Assis. Prof.	Member
Anbara kh. Belal	Assis. Prof.	Member.
Mohammed A. Al-Rashed	Mr.	Member.

RESEARCH PAPERS IN GEOGRAPHY

OCCASIONAL REFEREED PAPERS PUBLISHED BY SAUDI GEOGRAPHICAL SOCIETY

65

Reliability of the Atmospheric Stability Indices Used in the Middle Part of Saudi Arabia

Dr. Fahad M. A. Al-Kolibi

**King Saud University - Riyadh
Kingdom of Saudi Arabia
1425 A.H. - 2004 A.D.**

