جامعة السودان للعلوم و التكنولوجيا

كلية الدراسات العليا

كلية العلوم- قسم الإحصاء التطبيقي

استخدام سلاسل ماركوف لتحليل درجات الحراره الشهريه في ولاية الخرطوم (2003-2013)

The Use of Markov chains in Analyzing Monthly Temperature in Khartoum State 2003-2013

بحث تكميلي لنيل درجة الماجستير في الإحصاء التطبيقي

إعداد الطالبه :

منيره محمد الطيب مصطفي

إشراف الدكتوره :

رفيده محمد العبيد

مايو2014م

الآية

ئبسم الله الرحمن الرحيم

قال تعالي :

{ ات و َ الأَ ْض ِ م َ ث َل ُ ن ُورِه ِ ك َم ِ ش ْك َاة ٍ ف ِيه َا م ِ ص ْب َاح ٌ
َة ُ الز ُّج َاج َة ُ ك َأَنَّه َا ك َو ْك َب ٌ د ُر ِّيٌّ ي ُوق َد ُ م ِن ش َج َر َة ٍ
َر ْق ِيَّة ٍ و َلا غ َر ْب ِيَّة ٍ ي َك َاد ُ ز َي ْت ُه ُ و َل َو ْ ل َم ْ ت َم ْس َس ْه ُ ن َار ٌ
ُد ِي اللَّه ُ ل ِن ُورِه ِ م َن ي َش َاء و َ ي َض ْرِب ُ اللَّه ُ الأَم ْث َال َ ل ِلنَّاسِ
اللَّه ُ ب ِك ُلِّ ش َي ْ ء ٍ ع َل ِيم ٌ }

صدق الله العظيم

سورة النور

الاية 35

الإهـــــداء

إلى من احمل اسمه بكل افتخار
....أرجو من الله أن يمد في عمرك
لترى ثمارا قد حان قطفها .... بعد
طول انتظار
وستبقي كلماتك نجوم اهتدي بها
اليوم وفي الغد و إلى الأبد ...
والدي العزيز
إلى من علمتني أن أعيش وانتصر
يا من تكبدت المشاق من اجلي
فعنك يتحجر اللسان عن الكلم
إلي اغلي إنسان .....أمي
إلى من بهم اكبر وعليهم اعتمد...
إلى شموع متقدة تنير ظلمه حياتي
إلى من بوجودهم اكتسب قوه...إلى
من عرفت معهم معنى الحياة
إخواني
إلى أصدقائي الأعزاء
إلى كل من علمني حرفا

الشكر والتقدير

الحمد لله و الصلاة والسلام على نبينا محمد صلى الله عليه وسلم . الشكر أولا وأخيرا لله سبحانه وتعالى الذي وفقني و أعانني لإنجاز وا ٍتمام هذا البحث ومن ثم شكري وتقديري لجامعه السودان للعلوم والتكنولوجيا و أتقدم بأوفر الشكر والتقدير إلى الدكتوره / رفيده محمد العبيد المشرفه علي هذا البحث لما قدمته لي من عون ومساعده بتتبعها لهذا البحث مشرفا ومرشدا فكانت لها المساهمة الفعالة في إخراج هذا البحث من مهده إلى حيز الوجود.

كما اخص بالشكر جميع الأساتذة بقسم الإحصاء التطبيقي و الشكر أيضا إلى زملائي وزميلاتي وإ ٍلى كل من ساهم في إخراج هذا البحث .

المستخلص

يتناول هذا البحث سلاسل ماركوف ذات الحالتين، وذلك لأهميتها في الدراسات التطبيقيه، حيث قام البحث علي تعريف العمليات التصادفيه اولا ومن ثم تعريف سلاسل ماركوف وتصنيف الاوضاع وكيفية تقدير المصفوفه بطريقة الترجيح الاعظم ، وطريقة لابلاس ، وطريقة بيز. بعد ذلك تم ايجاد الوضع المستقر لمصفوفة الانتقال الاحتماليه .
حيث استندت الدراسه على عدة فرضيات اهمها:

- درجات الحراره الشهريه في ولاية الخرطوم تمثل سلسلة ماركوف ذات الحالتين.
- سلسلة ماركوف للدرجات الحراره الشهريه في ولاية الخرطوم سلسله مستقره.

ومن خلال النتائج تم اثبات الفرضيات والتوصل الي التالي:

- درجات الحراره في ولاية الخرطوم تمثل سلسلة ماركوف ذات الحالتين.
- السلسله مستقره .
- هنالك تقارب كبير في البيانات المشاهده للشهور مما يوضح ان السلوك التصادفي لدرجات الحراره خلال الشهور المختلفه متشابه الي حد كبير.

ومن خلال الدراسه والنتائج التي تم التوصل اليها نوصي بالاتي:

- تطبيق النموذج علي القراءات اليوميه لدرجات الحراره بدلا عن القراءات الشهريه للحصول علي نتائج اكثر دقه.
- تطبيق سلاسل ماركوف للمقارنه بين درجات الحراره للولايات المختلفه في السودان.

Abstract

In this research two stages Markov chain method were used .The study define the stochastic process , the different situation of Markov chains and how to estimate the matrix using maximum Likely Hood method, Lablace and Bayes method . The staple situation of the transference probability matrix was obtained. The study assumptions were:

- Monthly temperature in Khartoum state represents Markov chain.
- The Markov chain of Khartoum monthly temperature is stable.

From the results, we conclude the following:

- Monthly temperature in Khartoum state represents Markov chain.
- The chain is stable.
- Through the monthly data, we notice that the observed data is approximately similar which show that stochastic, behavior for temperature during the difference months are similar.

Through this study and the results, we recommended the following:

- Using of Markov chains to compare between the temperatures in different states of Sudan.
- Apply the model to daily date instead of monthly data for more sufficient results.

فهرست المحتويات

الموضوع	رقم الصفحة
الآية	أ
الإهداء	ب
الشكر والتقدير	ج
المستخلص	د
Abstract	هـ
فهرسة المحتويات	و
الفصل الأول : (خطة البحث)	
المقدمة	1
مشكله الدراسة	1
أهمية الدراسة	1
أهداف الدراسة	2
فرضيات الدراسة	2
منهجيه الدراسة	2
عينة البحث	2
حدود البحث	2
الدراسات السابقة	3
هيكليه الدراسة	4
الفصل الثاني : الإرصاد الجوي	
تمهيد	5
نشأة الارصاد الجوي وتاريخه	6

التطور في هيئة الارصاد الجوية	8
الرصد الجوي	9
معلومات الارصاد الجوي	10
المرصد الجوي	11
شبكات محطات الارصاد الجوي	12
خدمات الإرصاد الجوي في المجالات المختلفه	13
المنظمة العالمية للارصاد الجوية	17
الطقس والمناخ	18
الفصل الثالث :العمليات التصادفية	
تمهيد	19
مفهوم العمليات التصادفية (العشوائية)	19
العمليات الساكنه (المستقرة)	22
سلاسل ماركوف	23
تصنيف الاوضاع والسلسله	36
كيفية استخدام أنموذج سلسة ماركوف للتنبؤ بالظاهرة قيد الدراسة	37
الفصل الرابع : الجانب التطبيقي	
المقدمه	39
وصف واختبار البيانات	39
تقدير سلسلة ماركوف	41
تصنيف الاوضاع	44

سكون السلسله	44
الفصل الخامس : النتائج و التوصيات	
النتائج	46
التوصيات	47
المراجع والمصادر	
الملاحق	

الفصل الاول
خطة البحث

1-1 المقدمه:

تعتمد البحوث الاحصائية بشكل عام علي بحث ودراسة سلوك الظواهر المختلفة خلال فترات زمنيه محدده والاستفاده من نتائج هذه الدراسات في وضع التوصيات المناسبة واتخاذ القرارات السليمه هذا بالاضافه الي استخدامها في التخطيط و التوقعات المستقبليه.

وبتطوير علم الاحصاء تطور المفهوم الخاص بالتوزيعات الاحتماليه ليشمل عامل الزمن أي ان الدوال الاحتماليه تصبح دوال في الزمن واصبحت العمليات التي تاخذ العامل الزمني في الاعتبار تعرف بالعمليات التصادفيه وكذلك أدي هذا التطور الي ظهور العديد من التطبيقات لاسلوب العمليات التصادفيه في الكثير من المجالات المختلفه مثل الاقتصاد والطب والتامين ....الخ. وسوف يتناول هذا البحث سلاسل ماركوف ذات الحالتين كنوع من العمليات التصادفيه .

1-2 مشكلة البحث:

تتمثل مشكلة الدراسه في ندرة النماذج التصادفيه التي تستخدم في التنبؤ باحوال الطقس لقطاعي الزراعة والصحة و تعتبر وجود هذه االنماذج ضروري لدراسة الانظمة المختلفة التي تمكن من التعرف على حالة النظام في اي لحظة زمنية .

1-3 اهمية البحث:

تكمن اهمية هذا البحث في استخدامه للاساليب العلميه المبنيه علي استخدام التجارب والاثبات للفرضيات بالطرق الرياضية والاحصائيه وتعتبر من اهم الاساليب التي تؤدي الي التخطيط السليم ، حيث تكمن اهميه هذه الدراسه في السعي لتطبيق سلاسل ماركوف ذات الحالتين علي بيانات درجات الحراره لمعرفة احتمالات تعاقب الشهور الحاره والبارده والوضع المستقر لتلك السلسه.

1-4 اهداف البحث:

يهدف البحث الي تطبيق سلاسل ماركوف ذات الحالتين علي درجات الحراره في ولاية الخرطوم ووضع نموذج لمعرفة سلوك درجات الحراره في المدينه مما يساعد علي التنبؤ باحوال الطقس في الولاية.

1-5 فروض البحث:

1-درجات الحراره في ولاية الخرطوم تمثل سلسلة ماركوف ذات الحالتين.

2-السلسلة مستقره.

1-6 منهجية البحث:

في هذا البحث تم استخدام الاسلوب التحليلي الاستدلالي القائم علي اختبار الفرضيات الخاصه بتطبيق سلاسل ماركوف وللحصول علي نتائج دقيقه تم استخدام برنامج SPSS - WinQsb

1-7 عينة البحث:

هي عباره عن بيانات درجات الحراره في ولاية الخرطوم.

1-8 حدود البحث:

الحدود المكانيه: ولاية الخرطوم

الحدود الزمانيه: الفترة من 2003 - 2013 م

1-9 الدراسات السابقة:

1- في عام (1998) م قام الباحثون Fred Moses and See King Ng بتقديم دراسه بعنوان :

Bridge Deleriovation modeling Using Semi Markov Theory

تم في هذه الدراسه استخدام النماذج التصادفيه لدراسه نماذج تدهور الجسور وذلك باستخدام سلاسل ماركوف وكانت أوضاع هذه الدراسة هي الحالات المختلفه للجسر وتم ملاحظه ان الجسر ينتقل من وضع الي اخر اكثر تدهور حتي نصل الي الوضع الاخير $\{1،2، \ldots ،N\}$=S والذي يعتبر وضع ماص Absorbing .وينتقل الجسر من وضع لاخر باحتمال محدد P_{IJ} وهي تعني احتمال انتقال الجسر من الوضع i الي الوضع j .

2- في عام (2005) م قام الباحث خالد رحمة الله بتقديم دراسة بعنوان:

(دراسة احصائيه علي الامطار في ولايتي الخرطوم والقضارف باستخدام سلاسل ماركوف ذات الحالتين)

وتهدف الدراسه الي وضع نماذج لسلوك الامطار في الولايتين واهم النتائج التي تم التوصل اليها ان الامطار في ولاية الخرطوم تمثل سلسلة ماركوف ذات الحالتين وكذلك في ولاية القضارف وان السلسله مستقره .

3- في عام (2010) م قام الباحث مبارك حسن مبارك بتقديم دراسه بعنوان:

(تصميم نماذج تصادفيه لحركة مرض القلب داخل عنابر وغرف مستشفي الشعب التعليمي)

وتهدف الدراسه الي تناول عدد من العمليات التصادفيه من خلال دراسة المراحل والحالات المختلفه لها .وسلوك هذه العمليات علي المدي الزمني بالاضافه الي استخدام هذه العمليات في بناء النماذج التصادفيه. واهم النتائج التي تم التوصل اليها ان هنالك تقارب كبير في النتائج هذه الشهور مما يؤدي الي نتيجه هامه تتمثل في السلوك التصادفي للمرضي خلال الشهور المختلفه متشابه لحد كبير.

1-10 هيكلة البحث:

يتناول هذا البحث درجات الحراره لولاية الخرطوم باستخدام سلاسل ماركوف ذات الحالتين حيث يتناول الفصل الاول المقدمه – المشكله – الاهميه – الاهداف – الفروض – المنهجيه – عينة البحث – الحدود – الدراسات السابقه ،الفصل الثاني يتناول الاطار النظري حيث يتطرق الي التعريف بالارصاد الجوي وخدماته في المجالات المختلفة وأهميته, الفصل الثالث يتناول التعريف بالعمليات التصادفيه ،الفصل الرابع يتم فيه تحليل البيانات باستخدام برامج SPSS و WinQsb ثم الفصل الخامس الذي يشمل النتائج والتوصيات ثم المراجع والملاحق .

الفصل الثانـي
الارصاد الجوي

2-1 تمهيد:

ان للطقس والمناخ تاثيرا كبيرا في جميع جوانب الحياة حيث ان التغيرات في الطقس و المناخ تشكل تحديا لكل القطاعات خاصة في مجال التخطيط المستقبلي. وبالرغم من وجود فجوة في استخدام معلومات الارصاد العلمية بين متخذي القرار و هيئات الارصاد الجوية تاريخيا , الا ان تلك الفجوة تقلصت حاليا بفضل استخدام الأدوات الحديثة والتكنولوجيا مما جعلت من خدمات الارصاد امرا حيويا لتحسين توقعات الطقس والمناخ و تطبيقاتها في جميع نواحي الحياة , ومطالب العالم الحالية لمصادر المياه السطحية بسبب ازدياد السكان وارتفاع مستوي المعيشة تتطلب ادارة المياه وتحسين قياسات سريان مياه الانهار بصور دقيقة وتفاصيل اكثر بدون اخطاء .ولحسن الحظ فان التطور الحادث في ادوات القياس بصورة ملحوظة ادى لزيادة مقدراتنا لقياس سريان المياه السطحية والسحب من المياه دنميكيا. و يستخدم مدراء المياه ومهندسوها معلومات المناخ وتبنؤاتها لمستوبات مؤقتة وفجائية واحيانا يستخدمون التقنيات الخاصة بهم للتحسب لتغيرات المناخ .

و علي المستوى الطويل فان تاثير التسخين الكوكبي بسبب التغير المناخي ينظر له باهتمام بالغ ، وبالمثل فان التحسن علي المدى القصير(حتى ثلاثة شهور) والمتوسط (لفترة عام) والمعرفة بالتغير المناخى يكون ذا فائدة كبيرة لمديرى المياه والمهندسين ومتخذى القرار، وهذا يلخص ضرورة الربط بين المناخ ومعلومات الياه والنتبؤ بها وربطها بالمراكز الاقليميه.

يهتم علم الأرصاد الجوية بدراسة ما يدور في الغلاف الجوى المحيط بالأرض وتقلبات الطقس والمناخ وتأثيرها على حياة الإنسان .وتقوم الهيئة العامة للأرصاد الجوية برصد جميع العناصر الجوية وتحليلها بهدف تقديم الخدمات المطلوبة لسلامة الملاحة

الجوية والبحرية بالإضافة إلى الخدمات في مجالي الزراعة والري وغيرها من مجالات التنمية والبحوث العلمية. وتشمل تلك الخدمات التنبؤات و التنبيهات الجوية والبيانات المناخية والتحليلات الأحصائية .

2-2 نشأة الارصاد الجوي وتاريخه :

يرجع تأريخ بداية الرصد الجوى في السودان إلى أواخر القرن الماضي حين أنشئت أول محطة للرصد في عام 1890 بمدينة سواكن على ساحل البحر الأحمر ,وفى عام 1891 افتتحت محطة وادى حلفا وكان ذلك تحت إشراف الجيش المصري وبحلول عام 1900 كانت هناك سبع محطات عاملة , وارتفع عددها إلى ستة عشر محطة في عام 1920 ومنذ أوائل القرن الماضي تولت مصلحة المساحة الإشراف على محطات الرصد الجوى وكانت القراءات ترسل إلى مصلحة الطبيعيات بوزارة الأشغال المصرية نظرا لأهمية تلك القراءات في ضبط مياه النيل ومن المؤسف أن تلك المحطات التي بدأت مبكرة لم تنتظم عمليات الرصد فيها إلا في بداية الثلاثينيات ، هذا ولم تتبلور فكرة أنشاء إدارة لتتولى الإشراف على تلك المحطات إلا في أواسط الثلاثينات حينما أدركت الإدارة البريطانية آنذاك أهمية خدمات الأرصاد الجوية لسلاح الطيران الملكي الذي كانت طائراته تعبر الأجواء السودانية متجهة إلى شرق وجنوب أفريقيا و الشرقين الأدنى والأقصى. واستقر الرأي على إنشاء إدارة للأرصاد الجوية واتبعت إلى مصلحة البريد والبرق في عام 1937 باعتبارها المصلحة التي تملك وسائل الاتصالات السلكية واللاسلكية اللازمة لنقل تقارير الأرصاد من المحطات الخارجية هذا بالإضافة إلى أن عددا من وكلاء مكاتب البريد والبرق كانوا يقومون بأعمال الرصد الجوى فى المحطات الفرعية بعد أن نالوا تدريبا خاصا لفترة قصيرة.

والجدير بالذكر أن عددا من المحطات الحالية لا زالت تحت إشراف وكلاء البريد والبرق وفى مقابل الخدمات التي كانت تقدمها إدارة الأرصاد الجوية فقد التزم سلاح الطيران

الملكي بدفع جزء من ميزانيتها. ونتيجة لهذه المساهمة المالية عمد المسئولون البريطانيون إلى الحد من الصرف على هذا المرفق حتى لا يثقلوا كاهل الخزينة البريطانية وأدى ذلك إلى الركود الذي لازم الهيئة لعدة سنوات.

بدأ الاهتمام بتطوير هيئة الأرصاد الجوية في السودان بعد المؤتمر العالمي للأرصاد الجوية الذي عقد في واشنطن بالولايات المتحدة في عام 1947 بعد نهاية الحرب العالمية الثانية للبحث في وسائل وطرق النهوض بخدمات الأرصاد الجوية وتطويرها في جميع أنحاء العالم .وفى عام 1951 أنشئت المنظمة العالمية للأرصاد الجوية كإحدي الوكالات المتخصصة لهئية الأمم المتحدة .ووضعت المنظمة الأسس والمستويات الخاصة بعمليات الرصد الجوى وكثافة شبكات المحطات ومستوى الخدمات الجوية و المناخية التي تقدم لمختلف المنتفعين بها وحينذاك قام المسئولون بمجهودات للوفاء بالالتزامات الإقليمية والدولية وخاصة في مجال الملاحة الجوية .وكانت النتيجة أن اتسعت شبكة المحطات للرصد الجوى ووصل عدد المحطات إلى سبعين محطة في عام 1950 منها ثلاثة عشر محطة رئيسية تعمل طوال الأربعة وعشرين ساعة.

في عام 1956 أصبح السودان يتمتع بالعضوية الكاملة في المنظمة العالمية للأرصاد الجوية بعد حصوله على الاستقلال وتولى أحد السودانيين من ذوى الخبرة الطويلة إدارة الهيئة وانقطعت الصلة مع سلاح الطيران الملكي واستمرت الهيئة تقدم خدماتها في مجال الملاحة الجوية بشقيها المدني والعسكري و ظلت الأرصاد الجوية تابعة لمصلحة البريد والبرق حتى عام 1966 حين صدر قرار من مجلس الوزراء بإنشاء مصلحة مستقلة تابعة لوزارة المواصلات واستمرت كذلك حتى عام 1971 حين أتبعت لوزارة الدفاع, ومنذ عام 1976 أصبحت الهيئة تابعة لرئاسة مجلس الوزراء باعتبارها تقدم خدمات للعديد من مرافق الدولةوشهدت الهيئة تطورا كبيرا خلال السنوات الماضية آذ اتسعت شبكة المحطات ودعمت المحطات بأحدث الأجهزة الالكترونيه .

2-3 التطور في هيئة الارصاد الجوية :

تقوم هيئة الارصاد الجوية هذه الأيام بعملية تحديث كبيرة في مجالات الأجهزة وبناء القدرات و البنيات التحتية وتدريب كوادرها من اخصائيين ومهندسين وفنيين وراصدين التي تتطلب الحاجة الماسة لها رفع قوتها من 500 الي 1000 بالمشاريع المتعددة مثل مشروع العون الفنلندي مما يحسن كثير ا تقارير السلامة الجوية علي مستوياتها المختلفة في ظل التوسع في المطارات وحركة النقل الجوي حيث أن الطائرات القادمة و المغادرة والعابرة للأجواء السودانية تعتمد اعتمادا كليا علي تقارير الطقس مما يجنبها الكوارث و الحوادث اثرالتقلبات الجوية في قطر واسع كالسودان خاصة وأن التغيرات المناخية يقتضي النظر اليها بكل اهتمام ومسئولية وحنكة وذلك بتعدد وتجويد التقارير والنماذج وتحسين مستوياتها حفظا للأرواح والممتلكات.

كما ان تقارير الطقس والمناخ يعتمد عليها كثيرا في المجال الزراعي المعول عليه في دعم الاقتصاد واتخاذ القرارات الاستراتيجية والأمن الغذائي بصورة متجددة ودائمة مما يؤسس للنهضة الزراعية المبتغاة و شقها المقابل الري و حصاد المياه للاستفادة القصوي من الموارد المائية المتعددة لكي لا تتعرض للهدر و الضياع، خاصة وان الحاجة الماثلة للموارد المائية تمثل جانبا مهما في ظل شح المياه و تكالب الدول عليها بكل سبيل. ايضا يستفاد من معلومات الارصاد الجوي في ادارة الكوارث , ومكافحة الملاريا والاوبئة , والجفاف مما يساعد في الحفاظ علي الارواح والممتلكات والأمن والاستقرار بتقليل النزاعات التي تؤدي الي الحروب.

2-4 الرصد الجوي:

السودان هذا القطر الواسع متعدد المناخات واسع الأرجاء و المساحات كتنوع بيئته السكانية والزراعية والغابية والحيوانية أليفها ومتوحشها ، يشكل مجالا حيويا و ثرا لرصد

الطقس و المناخ , حيث بدأ الرصد منذ عام 1890م بانشاء أول محطة للارصاد بمدينة سواكن العريقة ، و من ثم توالت عمليات انشاء محطات الرصد في مدن السودان المختلفة.

وقد مثل انشاء المنظمة العالمية للارصاد الجوي عام1952 كأحد وكالات الامم المتحدة الدور الكبيرفي تقدم الارصاد وربطها بالمراكز الاقليمية وبفضل الجهود استطاع ان ينشيء شبكات للرصد السطحي حيث تبعد كل محطة عن الاخري مسافة 150كلم في صورتها المثلي حسب مواصفات منظمة الارصاد العالمية، وكذلك تم انشاء شبكة محطات لرصد الامطار تقارب المواصفات المثلي بان تكون عاي مسافة 10كلم ، وقد فاقت محطات المطار الألف محطة في عهدها الذهبي خلال الستينات و أواخر السبعينات من القرن الماضي ، ومنذ عامين يجري العمل حثيثا للتوسع في محطات الأمطار وقد كان لولاية القضارف القدح المعلي في التعاون الفريد مع الهيئة العامة للارصاد في انتشارمقاييس الأمطار.أيضا تم انشاء محطات رصد طبقات الجو العليا علي ارتفاع 39 ألف قدم حيث أن الطائرات تتاثر بالتيارات النفاثة وتحركات السحب الركامية والمزنية الممطرة والتي غالبا تكون مصحوبة بالبرق و الرعد.

ويتم رصد طبقات الجو العليا عبرالأقمار الاصطناعية والرادار و البوالين المصحوبة بأجهزة الارسال. و هذا الرصد مكلف جدا حيث أن جهاز الارسال الواحد الذي يطلق مع البالون المليء بغاز الهيروجين يستخدم لمرة واحدة و يكلف 200دولار فاذا تمت رصدتين في اليوم فانه يكلف 400دولار فكم يكلف ذلك الجهاز في العام اذا كانت تكلفته في الشهر 12000 دولار!! وكيف يكون الحال عندما نملك اكثر من خمسة محطات ؟ وبالرغم من ذلك فان هذا الجهاز مهم جدا للطيران لرصد طبقات الجو العليا ويجري الأن تطويره وتأهيله وفقا لتطور التقنيات الحديثة.

2-5 معلومات الارصاد الجوي :

ان عناصرالطقس ، ممثلة في درجات الحرارة الضغط الجوي , سرعة و اتجاه الرياح , الرطوبة النسبية , و الامطار يتم رصدها من خلال أخذ قراءات أجهزة الرصد السطحي مثل البارومیتر و الثيرموميتر و مسجل الضغط والتي يتم رصدها علي مدار الاربعة والعشرين ساعة ويتم ارسالها الي المركز في الخرطوم كل ثلاث ساعات ويتم ارسال حالات تدهور الطقس وتحسنه فور حدوثه ، وكذلك يتم رصد السحب في مستوياتها المختلفة المنخفضة والمتوسطة و العليا . يتم استلام بيانات الطقس بقسم التوقعات الجوية ليتم توقيعها علي خرط متعددة , ايضا يتم استلام بيانات الطقس من المراكزالخارجية عبر الاقمار الاصطناعية بقسم التوقعات الجوية , و من ثم يتم تحليلها و التوقع بحالة الطقس واعداد التقارير المختلفة قصيرة و طويلة المدي وكذلك تقارير الانذارات للمطارات المدنية وسلاح الطيران و هيْئة المواني البحرية واستخدامها في درء الكوارث الطبيعية.

ايضا يتم ارسال النشرات للاذاعة و التلفزيون ، كذلك اعداد النشرة المناخية وترسل للجهاتٍ المستفيدة محليا و عالميا ، كما يتم اعداد الملخص الشهري لحالة الطقس ويرسل الي مدير المجال الجوي بمطار الخرطوم و مدير الحجر الزراعي بمطار الخرطوم ورئيس قسم الخدمات المناخية برئاسة الهيئة ، وكذلك يتم اصدار نموذج ارصاد 182 و181 ويرسل للبحوث الزراعية و البيطرية .و ترسل بيانات الارصاد من محطات السودان الخارجية الي قسم الاحصاءات المناخية لمراجعتها وتدقيقها و من ثم يتم حفظها في الارشيف الورقي و الحاسب الالي بصورة متقنة لتمثل رصيدا قيما لبحوث المناخ لفترة تمتد لاكثر من مائة عام , تستفيد منها الجامعات وطلابها وفي قيام المشاريع المتنوعة و الاستثمارات المختلفة .وأيضا تتم معالجة تلك البيانات وتستخرج منها النشرات الخمسية و العشرية – كل خمسة و عشرة ايام–لمراكز دعم القرار , كما يتم استخراج تقارير الطقس و المناخ حسب طلبات المستفيدين. ان التطور الملحوظ في توقعات الطقس خلال القرن

المنصرم اتت بفوائد كثيرة و جمة للانسانية , فالتوقعات الدقيقة والمفصلة حفظت كثيرا من الأرواح والممتلكات , والانذاوات المبكرة قللت من الأثار السيئة لحوادث الطقس و تقلباته و الجفاف وتعرية التربة ونقص المراعي . ان التوقعات المفصلة و الدقيقة ذات قيمة اقتصادية هائلة حسب الدراسات الكثيرة التي توضح فوائد هذه التوقعات عند مقارنتها مع التكلفة حيث ان تلك الفوائد الاقتصادية تفوق التكلفة بعدد من المرات .

2-6 المرصد الجوي:

المرصد الجوي هي منشأة تستخدم لأغراض الرصد والتنبؤات الجوية، سواء كانت على الأرض أو البحر، مع أدوات ومعدات لمراقبة الغلاف الجوي للأرض لتوفير معلومات عن حالة الطقس ودراسة الطقس والمناخ وؤخذ قياسات كلا من درجة الحرارة، الضغط الجوي، الرطوبة، سرعة الرياح واتجاهها، وكميات الأمطار. كما تؤخذ قياسات الرياح في مناطق مفتوحة خالية من اي عوائق، في حين يتم أخذ قياسات درجة الحرارة والرطوبة بدون التعرض للإشعاع الشمسي المباشر.

يحتاج المتنبئ الجوي إلى معلومات عناصر الطقس والتي تمثل مساحة شاسعة من الكرة الأرضية, حتى يستطيع التنبؤ عن الطقس في منطقة معينة لذلك تقوم شبكة من محطات الرصد الجوي المنتشرة على مساحة واسعة بمراقبة ورصد الحالات الجوية وعناصر الطقس المختلفة لترسل هذه المعلومات بشكل دوري ومنتظم عبر وسائل اتصالات متطورة وأجهزة مختلفة إلى مراكز بث المعلومات الجوية إلى مختلف بلدان العالم. حيث يوجد في كل دولة عدد من محطات الرصد الجوي لأغراض الرصد والتنبؤات الجوية منشرة في جميع مناطقها، ترسل معلوماتها الجوية في أوقات معينة إلى محطة رصد مركزية حيث تقوم هذه المحطة ببث المعلومات الجوية بواسطة أجهزة اتصالات حديثة في أوقات محددة إلى العالم بشكل رموز متفق عليها عالميا من قبل منظمة الأرصاد العالمية .تؤخذ الأحوال الجوية في

عرض البحر بواسطة السفن والعوامات، التي تأخذ قياسات مختلفة قليلا عن ما ياخذ على الارض مثل درجة حرارة سطح البحر.

2-7 شبكات محطات الارصاد الجوي:

تقوم شبكة من محطات الرصد الجوي المنتشرة على مساحة واسعة بمراقبة ورصد الحالات الجوية وعناصر الطقس المختلفة لترسل هذه المعلومات بشكل دوري ومنتظم عبر وسائل اتصالات وأجهزة مختلفة إلى مراكز بث المعلومات الجوية التي تقوم بأعداد التقارير الجوية في أوقات محددة وترسلها إلى مختلف بلدان العالم. لكنها لا تستعمل الجمل والكلمات في هذه التقارير وا ٍنما تعتمد الرموز ونظام الشيفرة المتفق عليه دوليا "لتفادي مشكلة اللغات" وتبثها إلى المراكز الإقليمية المنتشرة في أجزاء من العالم لتبثها إلى مختلف دول العالم في مواعيدها المقررة وتتلقاها مراكز التنبؤات الجوية في العالم. كل تقرير صادر عن كل محطة ما يشمل مجموعات شيفرة, هذه المجموعات تشمل اسم المحطة التي أعدت التقرير وموقعها ووقت النشرة وتاريخها وماذا تمثل هذه المجموعات من عناصر الطقس. وهناك رموز خاصة للمحطات البحرية "السفن" حيث يلزم معرفة خطوط العرض والطول لتحديد موقعها". وهناك رموزا خاصة لرصد الهواء العلوي. عبر وسائل الاتصالات الحديثة والسريعة يتم تبادل هذه المعلومات إرسالا واستقبالا وعندما يتم استلام معلومات هذه المحطات يتم رسمها على الخرائط ,هذه الخريطة تسمى خريطة الطقس .

2-8 خدمات الإرصاد الجوي في المجالات المختلفه :

فى مجال القطاع الزراعي :

تتمثل خدمات الارصاد الجوي في مجال القطاع الزراعي في كل مما يلي:

- تحديد الخصائص المناخية الزراعية لكل منطقة لأستثمار الأرض وتنميتها وتحديد المحاصيل والحيوانات التى تتناسب مع المتطلبات البيئية.
- التنويع الزراعى والحيوانى بأدخال أنواع وعينات جديدة على أساس الدراسات المناخية الزراعية واجراء التجارب لتحديد تأثير الظروف الجوية المختلفة على النبات والحيوان.
- أعداد تقويم زراعى لكل منطقة والأستفادة من الدورة الموسمية للمناخ الزراعى فى العمليات الزراعية .
- أجراء الدراسات الخاصة بتحديد المتطلبات المائية لكل محصول لاتباع الأسلوب الأمثل فى السقى.
- أجراء الدراسات والبحوث فى الموضوعات ذات العلاقة بالمحافظة على البيئة والاستفادة منها فى مجال الزراعة مثل تعرية التربة وحمايتها وعلاقة ذلك بالعوامل الجوية –الزحف الصحراوى –زراعة الغابات –والمشاكل التى تنشأ عند قيام مشروع زراعى جديد.
- أصدار التنبيهات عن تقلبات الطقس واحتمال ظهور الامراض والآفات الزراعية التى تصاحب ظروف جوية معينة وكذلك تنظيم عمليات المكافحة حسب الظروف الجوية المتوقعة.
- التنبؤ بالظواهر الجوية الضارة مثل الاعاصير والبرد والصقيع واللفحة الحرارية والسيول.

النقل البحري:

لقد عرف البحارة الكثير عن الدورة العامة للرياح منذ ان بدأت رحلاتهم عبر المحيط الهندى والاطلنطى .وقد نظموا رحلاتهم بحيث تمكنوا من استغلال الرياح السائدة مثل الرياح التجارية والرياح الموسمية. ومنذ أواسط القرن الماضى أهتمت الدول البحرية بتنسيق

عمليات الرصد الجوى لخدمة الملاحة البحرية وكان ذلك بداية التعاون الدولى فى مجال الارصاد الجوية.

وتتلقى السفن فى عرض البحر النشرات الجوية باللاسلكى وتشمل تلك النشرات حالة الجو السائدة والمرتقبة و تحدد مناطق الزوابع والاعاصير واتجاه حركتها بدقة لتعمل السفن على تفاديها بالابتعاد عن مساراتها. وقد افادت اقمار الرصد الجوى الصناعية واجهزة الرادار فى تحديد مناطق الزوابع والاعاصير وزودت معظم السفن باجهزة للرصد الجوى بحيث تقوم برصد حالة الجو فى عرض البحر فى الاوقات العالمية المجددة وترسلها عن طريق اللاسلكى الى أقرب ميناء، ومن ثم الى المركز القومىتلجميع الر اصدات.

ويستفيد الصيادون فى البحر من المعلومات المتعلقة بحالة الطقس لان الاسماك تتكاثر فى مناطق معينة حسب الظروف الجوية مثل درجات الحرارة وشدة الرياح التى تؤدى الى أضطراب البحر وهياجه . وبالأضافة الى ذلك فان الصيادين يستخدمون التنبؤات الجوية لتنظيم تحركات قوارب الصيد.

النقل البرى:

تتأثر الطرق البرية وخطوط السكك الحديدية بمختلف العوامل الجوية. ففى بعض المناطق تؤدى غزارة الأمطار الى تحويل مياة الأمطار الى سيول جارفة تتسبب فى قطع خطوط السكك الحديدية والطرق المسفلتة وتتراكم الرمال والاتربة على الخطوط الحديدية والطرق المسفلتة وتتعطل حركة المرور عندما تهب العواصف الرملية والترابية. وعند التخطيط لأنشاء خط حديدى أو طريق برى لابد من دراسة المنطقة وتحليل الأمطار لأقامة الجسور لتصريف المياة , ليتناسب حجم المصرف مع غزارة الامطار المتوقعة . وفى الطرق البرية تتأثر طبقة الأسفلت بدرجات الحرارة العالية فى الصيف وتفقد صلابتها ومن هذا تبرز

أهمية المعدلات المناخية لدرجات الحرارة فى المنطقة التى يمر بها الطريق المسفلت المزمع إنشاؤه .

قطاع السياحة:

يحتاج السائح الى معلومات مناخية عن البلد الذى ينوى زيارتة ليهيئ نفسه لتلك الظروف من حيث الملبس والمسكن وتنظيم حركته وتنقلاته. وعند وصوله يحتاج الى معلومات يومية عن حالة الطقس السائدة والمرتقبة . وتقدم الارصاد الجوية هذة البيانات الى وكالات السياحة وشركات الطيران لتقديمها للزائرين.

الصحة العامة:

هناك علاقة كبيرة بين بعض الامراض والاوبئة من جهة والطقس والمناخ من جهة اخرى. وتنشط بعض الامراض فى فصول معينة مثل أمراض الجهاز التنفسى فى فصل الشتاء والنزلات المعوية فى فصل الصيف. ويتطلب وباء السحائى ظروفا مناخية معينة لانتشاره ولازالت هناك أمراض كثيرة تتطلب العلاقة بينها وبين المناخ مزيدا من الدراسات والبحوث.

تخطيط المدن:

يلجأ مخططو المدن فى بعض الاحيان الى دراسة العوامل المناخية السائدة فى المنطقة. فعلى سبيل المثال يحدد اتجاة الرياح السائدة أمثل المواقع للمصانع التى ينبعث منها الدخان أو بعض النفايات مثل مصاتع الأسمنت. ويعتمد تصميم مصارف مياه الامطار على غزارة الأمطار فى المنطقة . وتؤخذ أتجاهات الرياح فى الأعتبار عند تصيصم المبانى بهدف التهوية الصحية السليمة.

تلوث البيئة:

يتعرض الهواء للتلوث بعدة مركبات كيمائية وتذوب هذة المركبات فى مياه الأمطار . وبتجميع عينات من مياه الأمطار وتحليلها يمكن معرفة تركيز تلك المركبات فى الهواء . وكذلك تقاس بعض الغازات التى تلوث الهواء مثل أول أكسيد الكربون وثانى أكسيد الكربون وثانى أكسيد الكبريت. ويلعب ثانى أكسيد الكربون والمواد العالقة فى الهواء دورا أساسيا فى تغيرات الطقس والمناخ , أذ تؤدى الزيادة المضطردة فى كميات ثانى أكسيد الكربون الى أرتفاع درجة حرارة الغلاف الجوى بينما تؤدى زيادة تركيز المواد العالقة فى الهواء الى أنخفاض درجة الحرارة. وعندما يتلوث الجو تتلوث التربة والبحيرات والانهار نتيجة للأمطار والتيارات الهابطة.

وتلعب الامطار والرياح دورا هاما فى أنتقال المواد التى تؤدى الى تلوث الهواء والتربة والمسطحات المائية . كما تحمل تيارات الهواء الصاعدة المواد الملوثة الى ارتفاعات عالية وتقلل من تأثيرها عند السطح. أما اذا كان الجو مستقرا فأنة يساعد على زيادة تلوث الهواء حيث يبقى الدخان والغبار ومواد التلوث فى الطبقات السفلى من الهواء.

الدراسات والبحوث:

تستخدم البيانات المناخية فى دراسات الجدوى لبعض المشروعات الأقتصادية. وفى تلك الحالات يطلب الخبراء المكلفون بالدراسة معدلات مناخية لبعض العناصر المناخية او تحليلات أخصائية للعناصر المتعلقة بموضوع الدراسة .

وفى مجال البحوث يطلب الباحثون بيانات مناخية معينه, وفى بعض الأحيان يطلبون رصد بعض العناصر فى فترات يحددونها حسب التجربة او البحث الذى يقومون به.

2-9 المنظمة العالمية للارصاد الجوية :

كان للمنظمة العالمية للأرصاد الجوية (W.M.O) التابعة للأمم المتحدة، والتي مقرها مدينة جنيف – سويسرا فضل كبير في التطورات الحديثة في مجال الأرصاد الجوية، ودورها المهم في تنسيق عمليات الرصد الجوي، وشبكات محطات الرصد في العالم وتطوير بحوث مجال الأرصاد الجوية والأسس الرياضية والفيزيائية الناظمة للحركات الجوية واختبارها. وفي عمليات التنبؤ الجوي والتوسع في الدراسات التطبيقية لعلم الأرصاد الجوية، وتطوير مراكز الأرصاد الجوية، وتدريب عناصرها الفنية، وتسهيل عمليات تبادل المعلومات الرصدية.

وتحتفل المنظمة العالمية للأرصاد الجوية وأعضاؤها البالغ عددهم 188 عضواً، وأوساط الأرصاد الجوية في جميع أنحاء العالم باليوم العالمي للأرصاد الجوية في 23 مارس سنويا . وهذا اليوم هو تاريخ بدء نفاذ اتفاقية إنشاء المنظمة في عام 1950 ، التي أصبحت بعد ذلك في عام 1951 وكالة متخصصة في إطار منظومة الأمم المتحدة.

2-10 الطقس والمناخ:

ويجدر التأكيد علي مفهوم الطقس و المناخ نظرا للالتباس الذي يتردد كثيرا بين الناس و وسائل الاعلام ؛ ذلك ان الطقس يعرف بأنه حالة نظام الغلاف الجوي في مكان ما خلال فترة وجيزة من الزمن، تتراوح بين الساعة الواحدة إلى عدة شهور. وفي معظم الأماكن قد يتغير الطقس بين ساعة وأخرى, ومن يوم إلى يوم, ومن فصل إلى فصل. ولذلك فإن حالات الطقس حالات آنية للغلاف الجوي تبين ماذا يحدث فيه في مكان ما خلال وقت

ما بينما يعرف المناخ بأنه حالة نظام الغلاف الجوي في مكان ما خلال فترة طويلة من الزمن تقدر بعدة عقود من السنين, ولا تقل عن خمس سنوات, وعادة تحدد بحوالي 30 سنة.

وتعد حالات المناخ معدلا لحالات الطقس ومحصلةً أو تراكماً لها, مع الأخذ بالاعتبار الحالات المتطرفة والشاذة التي قد تتكرر عشوائيا كل بضعة سنين بسبب تغيرات ديناميكية تحدث في الغلاف الجوي .

الفصل الثالث

العمليات التصادفيه

3-1 تمهيد:

تعتبر العمليات التصادفيه من اشهر العمليات الاحصائيه وذلك لكثرة تطبيقاتها في المجالات المختلفه ويعتمد تعريف العمليه التصادفيه علي تعريف المتغير العشوائي الذي تم تعريفه بانه داله ذات قيم حقيقيه معرفه علي فضاء العينه ، كما يعتمد ايضا مفهوم العمليات التصادفيه علي تعريف الزمن والذي قد يعني القياس الزمني او بمفهوم اخر قد يعني خطوات التجربه . وتعتبر سلاسل ماركوف من المواضيع المهمه في العمليات التصادفيه ولها استخدامات كثيره في مجالات مختلفه من العلوم.

3-2 مفهوم العمليات التصادفية (العشوائية): Stochastic Processes

يقال لاى ظاهرة حقيقية تجرى في حيز معين كالزمن مثلاً بأنها عملية تصادفيه إذا كانت حالات تلك الظاهرة في اى حيز من حيزها تمثل نتائج تجربة عشوائية تخضع لقوانين احتمالية وعلى هذا الأساس تعرف العملية التصادفية رياضياً بأنها متتابعة من المتغيرات العشوائية. كما عرف دوب Doop ان العملية التصادفية هي اي عائلة من المتغيرات العشوائية (Xt, t€T) Family of Random Variables حيث Xt هي الشئ الملاحظ Observation او الشئ المرصود عمليا عند الزمن t وتعبر T عن المجموعة التي ينتمي اليها زمن الرصد t . (مجدي الطويل , 2000م , ص 217) .

ويتم وصف العملية بأنها متقطعه Discrete اذا كانت T مجموعه ذات نقاط محددة finite او نقاط غير محدده Infinite ويمكن عدها Countable الا ان البعض يطلق اسم العملية المتقطعة على النوع الثاني فقط ولكن بشكل عام يطلق اسم العملية التصادفية على اي من T , وتسمي العملية المتصلة Continuous اذا كانت T فترة interval .

بما ان العملية التصادفية تعتمد على فضاء العينة S والزمن T، وفضاء العينة S يمكن ان يكون متقطع discrete او مستمر continuous وكذلك الحال بالنسبة للزمن T، لذلك تصنف العمليات التصادقية إلى اربعة انواع:

1-كل من فضاء العينة S، والزمن T، متقطع .

2-فضاء العينة S متقطع، والزمن T مستمر .

3-فضاء العينة S مستمر، والزمن T متقطع .

4-كل من فضاء العينة S، والزمن T مستمر.

وفي حالة الز من المتقطع تكتب العملية التصادفية كالأتي:

$$\{X_n, n = 0,1,2, \dots\} \rightarrow \quad (1\text{-}3)$$

وفي حالة الز من المستمر نكتب العملية التصادفية كالأتي:

$$\{ Xt; t€T \} \quad \rightarrow \quad (2\text{-}3)$$

ولتوضيح نورد الامثلة التالية لكل نوع من الانواع الاربعة:

1- ان يكون فضاء العينة متقطع والزمن متقطع :

تتمثل هذه التجربة في رمي حجر او زهر نرد وفي هذه الحالة فان فضاء العينة سوف يكون متقطع.

S= {1,2,3,4,5,6}

والزمن في هذه الحالة يمثل رقم الرمية اي ان n = 1,2,3,… هذا يعني ان العملية التصادفية… X_n, n = 1,2,3, تمثل ناتج الزهر عند الرمية رقم n.

2- ان يكون فضاء العينة متقطع والزمن مستمر :

تتمثل هذه الحالة عند دراسة المكالمات الهاتفية التي تحدث خلال فترة زمنية محدده وفي هذه الحالة فان فضاء الاوضاع الذي يمثل عدد المكالمات سوف يكون متقطع .

S= {0,1,2,….}

والزمن سوف يكون مستمر هذا يعني ان العملية التصادفية X(t) tЄT, تمثل عدد المكالمات الهاتفية خلال الفترة الزمنية (0,T).

3- ان يكون فضاء العينة مستمر والزمن متقطع :

وكمثال علي هذه الحالة مباراة الملاكمة اذا كان فضاء العينة يمثل قوة الملاكم خلال الجولات المختلفة فان فضاء العينة يمثل متغير مستمر وذلك نسبة لان قوة الملاكم تحسب في شكل نسبة مئوية.

S={0≤X≤%100}

وتقاس هذه القوة خلال الجولات المختلفة مما يعني ان الزمن يمثل رقم الجولة n=1.2.3….,12 هذا يعني ان العملية التصادفية X_n ,n = 1,2,…,12 تمثل قوة الملاكم في الجولة رقم n .

4- ان يكون فضاء العينة مستمر والزمن مستمر :

وكمثال علي هذه الحالة قياس درجات الحرارة خلال فترات زمنية مختلفة وفي هذه الحالة يكون فضاء العينة مستمر مثلا

$S= \{25 \leq X \leq 48\}$

والزمن في هذه الحالة يكون مستمر هذا يعني ان العملية التصادفية $X(t)$ $t \epsilon T$ تمثل قياس درجات الحرارة خلال الفترة $(0,t)$.

3-3 ***العمليات الساكنه (المستقرة): Stationary Processes***

العملية الساكنة هي عملية عشوائية $(X_n , t \in T)$ لاي عدد صحيح موجب K . يعتبر مفهوم الاستقرار من المفاهيم الضرورية التي يجب تحققها عند دراسة العمليات الاحصائية بصورة عامة والعمليات التصادفية بصورة خاصة ونعني بالعمليات المستقرة التي لا تختلف قيمها كثيرا باختلاف الفترات الزمنية.وهنالك بعض الخواص الهامة للعمليات الساكنة يمكن توضيحها كما يلي:

أ- اذا كان المتوسط $m(t): E(X_t)$ موجودا فإنه يجب ان يكون ثابتا ولا يعتمد على t.

ب- اذا كان العزم الثاني $E(X_t)2$ موجوداً فإن التباين $\sigma^2= E(X_t-m)^2$ يجب ان يكون ثابتا ايضا (اي لا يعتمد على t).

ج- باستخدام خاصية الثبات فإن التغاير (Covariance) يمكن حسابه كالاتي:

$$E((X_t - m)(X_t - m)) = E((X_t - s - m)(X_s - m)) \quad \rightarrow \quad (3\text{-}3)$$

(حيث $t > S$)

بحيث ا ن الطرف الايمن يعتمد على الفرق (t-s) .

فإذا ما وضعنا (h = t-s) فإنه يمكن تعريف دالة التغاير Covariance Function كالاتي :

$$R(h) = E((X_h - m)(X_0 - m)) \quad \rightarrow \quad (4\text{-}3)$$

وبالتالي فان:

$$\sigma^2 = R(0) \quad \rightarrow \quad (5\text{-}3)$$

3-4 سلاسل ماركوف: *Markov chains*

تعتبر سلاسل ماركوف من اهم العمليات التصادفية ويرجع تاريخ هذه العملية الي عام 1907 حيث قام العالم اندريه ماركوف بنشر مجموعة من الاوراق العلمية حول هذا الموضوع مثلت تطور منطقي لعملية كالتون _ واتسون حيث تعتبر هذه العملية هي البداية لسلسلة ماركوف ولكن من دون وجود تعريف محدد للخاصية الماركوفية ومن خلال مجموعة الاوراق التي قام بتقديمها ماركوف قام بوضع شرط محدد لاستخدام سلاسل ماركوف هذا الشرط يتمثل في ما يعرف بالخاصية الماركوفية وتنص علي :

"ان الاوضاع المستقبلية للعملية تعتمد فقط علي الوضع الحالي للعملية ومستقلة عن الاوضاع السابقة ".

و هناك العديد من الامثلة التطبيقية التي تتمثل فيها الخاصية الماركوفية علي سبيل المثال :

- تسلسل سذوات المراهن خلال الجولات المختلفة في لعبة المغامرة.
- تسلسل الجينات في خلط النسب.
- عدد السكان خلال السنوات المتتالية .

وهنالك اربع حالات من سلاسل ماركوف كما هو الحال في العمليات التصادفية بحيث يمكن ان يكون فضاء الاوضاع مستمر او متقطع والزمن ايضا يمكن ان يكون مستمر او متقطع .ومن اشهر حالات سلاسل ماركوف واكثرها تطبيقا هي الحالة التي يكون فيها فضاء الاوضاع متقطع والزمن متقطع والذي يمكن تعريفه كمايلي:

اذا كان فضاء الاوضاع للعملية التصادفية هو متقطع بقيم $S = \{1,2,3,\ldots\}$ وكان الزمن ايضا متقطع بحيث ان $n = 0,1,2,3,\ldots.$ فان العملية التصادفية X_n تسمي بسلسلة ماركوف اذا كان الاحتمال الشرطي ل X_n يعتمد فقط علي X_{n-1} ومستقل عن بقية القيم الاخري اي ان :

$$\Pr\{X_n = j | X_{n-1}=I, X_{n-2}=k \ldots\ldots X_a=a\} = \Pr\{X_n=j | X_{n-1}=i\} \rightarrow (6\text{-}3)$$

ويمثل هذا الاحتمال ان العملية الموجودة في الوضع „i„ سوف تنتقل الي الوضع „j„ بعد خطوة واحدة باحتمال يساوي Pij .

3-4-1 مصفوفة احتمالات الانتقال:

بما ان فضاء الاوضاع متقطع ومنتهي فانه يمكن التعبير عن احتمالات الانتقال من والي الاوضاع المختلفة بعد خطوة واحدة في شكل مصفوفة تسمي بمصفوفة احتمالات الانتقال ويشترط في عناصر هذه المصفوفة ان تكون قيم احتمالية اي ان جميع قيم هذه المصفوفة بين {0,1} .

كما يشترط ايضا في اي صف من صفوف المصفوفة ان يكون متجه احتمالي اي ان مجموع اي صف يجب ان يساوي الواحد الصحيح $\sum P_{ij} = 1$.

3-4-2 احتمالات الانتقال من الدرجات العليا :

المقصود باحتمالات الانتقال من الدرجات العليا هو حساب احتمال انتقال العملية او السلسلة من وضع الي وضع اخر بعد مرور n من الخطوات ويعبر عن هذا الاحتمال برمز P_{ij}^{n} والذي يعني ان السلسلة الموجودة في الوضع i سوف تنتقل الي الوضع j وبعد مرور n خطوة . ويتم حساب هذا الاحتمال من خلال معادلة جاب مان كلومو غروف Chap man kolomugrov والتي تنص علي ان :

$$P_{ij}^{n} = \sum_{k=0}^{\infty} P_{ik}^{r} P_{kj}^{v} \quad \rightarrow \quad (7\text{-}3)$$

علما بان : r+v=n

حيث :

$P_{ij}^{n} = P_r[X_n = j/X_0 = i]$

$P_{ik}^{n} = P_r[X_r = k/X_0 = i]$

$P_{kj}^{n} = P_r[X_r = j/X_0 = k]$

$P_{kj}^{n} = P_r[X_{n-r} = j/X_0 = k]$

ومن خلال المعادلة اعلاه يتبين انه اذا كان من المعلوم مصفوفة احتمالات الانتقال بعد خطوة واحدة فان احتمالات الانتقال من الدرجات العليا n يتم حسابها من المصفوفة التي تنتج عن ضرب مصفوفة احتمالات في نفسها n مرة اي ان :

$P^n = P.P \dots . P$

3-4-3 الاحتمالات المشتركة :

ان حساب الاحتمالات المشتركة يعني حساب احتمالات مرور العملية او السلسلة خلال اوضاع معينة يتم تحديدها في شكل مسارات افتراضية للسلسلة ولحساب هذه الاحتمالات يتم استخدام مفهوم الاحتمال الشرطي وذلك كالاتي :

$\Pr[X_n = k, X_{n-1} = j, X_{n-2} = i, X_{n-3} \dots \dots = b, X_0 = a] =$

$P_r[X_n = k/X_{n-1} = j, X_{n-2} = i, X_{n-3} = h, \dots, X_1 = b, X_0 = a] P_r[X_{n-1} = j, \ X_{n-2}=i, \dots X_1=b, X_0=a]$ → (8-3)

من خلال الخاصية الماركوفية الاحتمال السابق يساوي P_{jk}

$P_r[X_{n-1} = j/X_{n-2} = i, X_{n-3} = h, \dots, X_0 = a]$

$$[X_{n-2} = i, X_{n-3} = h, \dots., X_0 = a]$$

$$P_0^0 = P_{jk} * P_{ij} * P_{hi} * P_{ab} * p_r[X_0 = 0] \qquad \rightarrow \qquad (9\text{-}3)$$

حيث :

$$P_r[X_0 = a] = P_a^0$$

وهي تعني الاحتمال الابتدائي لتواجد العملية في الوضع a ويتم في الغالب التعبير عن الاحتمالات الابتدائية لتواجد العملية في الاوضاع المختلفة في متجه احتمالي مجموع الاحتمالات يساوي واحد .

$$P^0 = (\mathrm{P}_1^0$$

ويمكن من خلال المتجه الابتدائي تحديد احتمالات تواجد العملية في اي وضع من الاوضاع بعد مرور n مرة والتي يرمز لها بالرمز p_i^n.

ويمثل متجه احتمالي ويتم حسابه من خلال ضرب متجه الاحتمالات الابتدائية في مصفوفة احتمالات الانتقال بعد مرور n خطوة اي ان :

$$P^{\mathrm{n}} = \mathrm{P}^0\mathrm{P}^{\mathrm{n}}$$

$$= P^1 P^{n-1}$$

3-4-4 التوزيع المستقر للسلسلة: *Stationary distribution*

المقصود بالتوزيع المستقر للسلسلة هو دراسة سلوك السلسلة بعد مرور عدد كبير من الخطوات خلال فترة زمنية طويلة نسبيا حيث يلاحظ انه عند دراسة السلسلة لفترة طويلة او عند حساب مصفوفة احتمالات الانتقال عند درجات عالية فان احتمال الانتقال من اي وضع الي وضع معين وليكن j يكون متساوي أي:

$$P_{ij} = P_{kj}$$

بمعني ان الصفوف في المصفوفة سوف تكون متساوية لذلك يمكن التعبير عنها بصف واحد ويسمي بالمتجه الثابت والوحيد للتوزيع المستقر من السلسلة ويرمز له بالرمز $\prod$ حيث:

$$\prod = (\prod_1, \prod_2, \dots) \quad \rightarrow \quad (10\text{-}3)$$

$\prod$هي متجه احتمالي بمعني :

$$\sum \prod_i = 1$$

ومن ناحية المفهوم فان قيم المتجه $\prod$ يمكن التعبير عنها بالشكل الاتي :

$$\prod_1 = \lim_{n \to \infty}$$

$$\prod_2 = \lim_{n \to \infty}$$

ويمكن الحصول على متجه التوزيع المستمر من خلال الصيغة الاتية:

$$\Pi = \Pi p \quad \rightarrow \quad (11\text{-}3)$$

$$[\Pi_1, \Pi_2, \dots]$$

فإذا كانت المصفوفة تحتوي على k وضع فأننا نحصل من العلاقة اعلاه على k معادلة يمكن حلهاانياً وا يجاد قيم $(\prod_j)$. ويمكن ايضاً الإستفادة من العلاقه:

$$\sum_j \Pi_j = 1$$

3-4-5 سلاسل ماركوف ذات الوضعين:

هي حالة خاصة من سلاسل ماركوف وذلك عندما يكون للسلسلة وضعين فقط ولها الكثير من التطبيقات في المجالات المختلفة ومن اشهر هذه التطبيقات مجال الاتصالات والتطبيقات العسكرية .

فمثلاً في تجربة إصابة هدف معين بواسطة مدفع دبابة فأنه عند إصابة الهدف في المحاولة الاولى يكون لدينا إحتمال كبير لإصابة الهدف في المرة الثانية وفي عدم اصابة الهدف في المرة الاولى فأنه يجب اعادة توجيه المدفع حتى يتم إصابة الهدف.

ومن خلال مفهوم الاحتمال المكمل الذي يتحقق بسبب وجود وضعين فقط يمكن الحصول على صيغة لحساب إحتمالات الانتقال عند أي خطوة من الخطوات ويمكن توضيح ذلك كما يلي:

إذا كانت لديك سلسلة ماركوف ذات الوضعين لمصفوفة احتمالات الانتقال التالية:

$$p = \begin{matrix} 0 \\ 1 \end{matrix}\begin{bmatrix} 1- & \\ & b \end{bmatrix}$$

$$0 \leq a, b \leq$$

$$|1 - a - b$$

فأن مصفوفة احتمالات الانتقال عند الخطوة n يحسب من خلال الصيغة التالية:

$$p^n = A + (1 - a - b)^n B \quad \rightarrow \quad (12\text{-}3)$$

حيث:

$$A = \begin{bmatrix} \frac{b}{a+b} \\ \frac{b}{a+b} \end{bmatrix}$$

$$B = \begin{bmatrix} \frac{a}{a+} \\ \frac{-b}{a+} \end{bmatrix}$$

وبالتالي لابد من اثبات مايلي:

$$\mathrm{p}_{00}^{\mathrm{n}} = \frac{b}{a+b} + (1-a-b)^n \frac{a}{a+b}$$

$$p_{01}^{n} = \frac{a}{a+b} - (1-a-b)^n \frac{a}{a+b}$$

$$p_{10}^{n} = \frac{b}{a+}$$

$$p_{11}^{n} = \frac{a}{a+}$$

ولاثبات :

$$p_{00}^{n} = \frac{b}{a+}$$

$$\mathrm{P}^{\mathrm{n}} = \mathrm{P}^{\mathrm{n-1}}$$

$$\begin{bmatrix} P^n{}_{00} & P^n \\ P^n{}_{10} & P^n \end{bmatrix}$$

$$\begin{bmatrix} P^n{}_{00} & P^n \\ P^n{}_{10} & P^n \end{bmatrix}$$

$$p_{00}^{n} = p_{00}^{n-1}$$

$$[P^{n-1}{}_{00}(1$$

عوض بدل

$1 - P^{n-1}{}_{00}$ ب $P^{n-1}{}_{01}$

وبضرب الاقواس نحصل علي:

$$p_{00}^{n-1} - ap_{0}$$

نحول b ونستخرج p^{n-1} عامل مشترك.

$$= b + p_{00}^{n-2}$$

بإستخدام التعويض المتتالي او تعويض القيم المختلفة داخل الدالة نفسها فأن:

$$p_{00}^{n} = b +$$

هذا يعني أن

$$p_{00}^{n} = b +$$

$$p_{00}^{n} = b +$$

ويمكن إيجاد p_{00}^{n-2} وهذا يعني:

$$p_{00}^{n} = b +$$

$$P^{n}{}_{00} = b$$

$$P^{n}{}_{0}$$

$$P^{n}{}_{00} = b$$

$$P^{n}{}_{00} = b$$

$$= b \sum_{i=0}^{n-2} (1 -$$

من خلال مجموع المتتالية الهندسية النهائية:

$$\sum_{i=0}^{n} q^i = \frac{1}{-}$$

$$p_{00}^n = b \left[\frac{1}{-}\right.$$

$$= b \left[\frac{1-(}{1-}\right.$$

$$p_{00}^n = \frac{b}{a+}$$

$$= \frac{b}{a+b} +$$

$$= \frac{b}{a+b} +$$

$$= \frac{b}{a+b} +$$

$$= \frac{b}{a+b} + (1-a-b)^n \frac{a}{a+b} \quad \rightarrow \quad (13\text{-}3)$$

و يمكن إيجاد كل من p_{01}^{n} و p_{10}^{n} و p_{11}^{n} بنفس الطريقة السابقة.

3-5 *الاستدلال في سلاسل ماركوف:*

تتمثل الخطوات الاساسية في طرق الاستدلال الاحصائي في إختبار الفرضيات وتقدير المعاملات وبالنسبة للنماذج الإحصائية فإن عملية إختبار الفرضيات تسبق عملية التقدير عكس ما جرت عليه العادة.

3-5-1 اختبار ملائمة البيانات لسلاسل ماركوف:

يستخدم هذا الاختبار لمعرفة ما اذا كانت السلسلة المدروسة من البيانات تمثل سلسلة ماركوف ام لا.

ولإختبار هذه الفرضيات يتم إستخدام الصيغة التالية:

$$Q = 2\sum nij \ \ ln\left[\frac{n*nij}{ni.*nj}\right] \qquad \rightarrow \qquad (14\text{-}3)$$

حيث:nij :تمثل عدد الانتقالات من االوضع i إلى الوضع j .

ni.:عدد الانتقالات من الوضع i الى بقية الاوضاع .

n.j:عدد الانتقالات من أي وضع الى الوضع j .

n :العدد الكلي للانتقالات.

أي أن:

$$n = \sum_i ni.$$

$$n = \sum_j n.j$$

وتقارن قيمة Q مع قيمة مربع كاي الجدولية المستخرجة عند درجة حرية (k-1) .

حيث

K : تمثل عدد الاوضاع.

فإذا كانت قيمة Q اكبر من قيمة مربع كاي نستنتج ان البيانات تمثل سلسلة ماركوف اما اذا كانت اقل نستنتج ان البيانات لا تمثل سلسلة ماركوف.

3-5-2 ***تقدير مصفوفة احتمالات الانتقال*** :***Estimation of Markov chain***

هناك العديد من الطرق التي تستخدم لتقدير احتمالات الانتقال من والى الاوضاع المختلفة وسوف نتناول منها ثلاث طرق وهي طريقة الترجيح الاعظم وطريقة لابلاس وطريقة بيز.

3-5-2-1 طريقة الترجيح الاعظم:

في هذه الطريقة فأن احتمال الانتقال المقدر من الوضع i الى الوضع j يحسب من خلال الصيغة التالية:

$$P^{n}{}_{ij} = \frac{nij}{ni.} \qquad \rightarrow (15\text{-}3)$$

نفرض أن nij هو عدد المرات التي تنقل السلسلة من الوضع i→j .

3-5-2-2 طريقة لابلاس:

في هذه الطريقة فأن p_{ij}^{n} يحسب من الصيغة التالية:

$$P^{n}{}_{ij} = \frac{nij+1}{\sum_j (nij+1)} \qquad \rightarrow \quad (16\text{-}3)$$

3-2-5-3 طريقة بيز: *Boylston Method*

وطريقة بيز تسمى مقدر m (m – estimate) وتكون على النحو التالي:

$$P_{ij}{}^{n} = \frac{nij+p(i).ni.}{\{\sum nik\}+ni.} \qquad \rightarrow \qquad (17\text{-}3)$$

حيث:

$n_{i.}$= تمثل عدد الانتقالات من الوضع i إلى الاوضاع الاخرى. أي

$$n_{i.} = \sum_{k\epsilon s} n_{i.}$$

اذاً :

$$P_{ij}{}^{n} = \frac{nij+p(i).ni}{2ni}$$

أو :

$$P_{ij}{}^{n} = \frac{nij+(pi).\sum nik}{2\sum_{k\epsilon s} nik} \qquad \rightarrow \qquad (18\text{-}3)$$

p(i) : يمثل الاحتمال الاول prior probability للوضع i.

3-6 تصنيف الاوضاع والسلسله: *Classification of the states and chain*

يمكن تصنيف الاوضاع والسلسله من حيث عدد من المفاهيم التاليه:

(1) إذا الوضع j يمكن الوصول إليه من الوضع i بأي عدد من الانتقالات

$(P^{(n)}{}_{ij} > o; n \geq 1)$

نقول أن الوضع j هو accessible من الوضع i و نكتب i→j.

(2) إذا كان كل من الوضعين I,j هو accessible من الاخر فنسمي الوضعان متصلين communicate ونكتب i↔j.

(3) اذا كانت مجموعة من الاوضاع c، لا يمكن لأي وضع خارج c الوصول لأي وضع داخل المجموعة c ، وتسمى مجموعة مغلقة closed set.

(4) اذا كان كل وضع يمكن الوصول اليه من كل الاوضاع الاخرى بأي عدد من الانتقالات نقول أن السلسلة غير قابلة للاختزال irreducible وتسمى مصفوفة الانتقال غير مختزلة irreducible.

(5) اذا كانت المجموعة المغلقة c تحتوي على وضع واحد j، يسمى j وضع ماص absorbingstole.

$$P_{jk} = 0 \; \forall \; j \neq k, P_{jj} = 1$$

3-7 كيفية استخدام أنموذج سلسة ماركوف للتنبؤ بالظاهرة قيد الدراسة:

للتعرف علي اسلوب التنبؤ باستخدام سلاسل ماركوف لابد من معرفة بعض الشروط الرئيسية لحالات المصفوفة Pالتي تجعلها قادرة على التنبؤ بصور ة دقيقة ، ونستطيع إجمال هذه الشروط بالتعاريف التالية :

1- سلسلة ماركوف غير قابلة للتجزئة أو ذات الصف الواحد :

يقال لسلسلة ماركوف أنها غير قابلة للتجزئة أو ذات الصف الواحد فقط إذا أمكن الانتقال من اى حالة من حالاتها إلى الحالات الاخري وبالعكس عند اى زمن

2- سلسلة ماركوف ذات العودة الموجبة :

يقال للحالة في سلسلة ماركوف بأنها حالة عودة إذا كان من المؤكد رجوع العملية للحالة نفسها والتي سبق إن غادرتها ، ويقال لهذه الحالة بأنها حالة عودة موجبة إذا كان متوسط عدد الزيارات لتلك الحالة $\mu_i < \infty$ اي أن :

$\mu_i = \sum_{i=1}^{n} n f_{ii}^{n}$; $f^{n}_{ii} = p(y_{n=I}, y_{r\neq I}, r_{=0,1,2,,\ldots,n-1}/y_{0=i})$

3- الحالة الدورية :

يقال للحالة i في سلسلة ماركوف بأنها حالة دورية إذا كان القاسم المشترك الأعظم لعدد الدورات التي تظهر فيها الحالة i اكبر من الواحد الصحيح ، وعكس ذلك تسمى الحالة غير دورية .

4- الحالة الثبوتية :

يقال للحالة i بأنها حالة ثبوتية إذا كانت غير قابلة للتجزئة وذات عودة موجبة ودورية .

إذا توفرت هذه الشروط الأربعة في سلسلة ماركوف نستطيع بعدها إيجاد التوزيع المستقر للسلسلة الذي يساعدنا في عملية التنبؤ بالظاهرة قيد الدراسة.

الفصل الرابع
الجانب التطبيقي

4-1 مقدمه:

يتناول هذا الفصل الجانب التطبيقي للبحث ، حيث يتم اولا وصف بيانات الدراسه ،ومن ثم اختبار ان البيانات تمثل سلسله ماركوف ،ومن ثم تقدير مصفوفه ماركوف وتصنيف اوضاع السلسله واخيرا ايجاد التوزيع المستقر للسلسله للتنبؤ باحوال الطقس في الامد البعيد وبغرض الحصول علي النتائج الدقيقه تم استخدام برنامج وينكيوسبي WINQSB.

4-2 وصف واختبار البيانات :

تم استخدام بيانات تمثل درجات الحراره الشهريه في ولاية الخرطوم في الفتره من 2003 الي 2013 لتطبيق الدراسه .جدول (4-1) يوضح المقاييس الوصفيه لهذه البيانات.

جدول (4-1): المقايس الوصفيه لدرجات الحراره الشهريه في ولاية الخرطوم في الفتره (2003-2013).

المدينه	الوسط الحسابي	الانحراف المعياري	اعلي درجه حراره	ادني درجه حراره
الخرطوم	**32.90**	23.39	43.8	**15.9**

من جدول (4-1) اعلاه نلاحظ ان المتوسط الشهري لدرجات الحراره خلال فترة الدراسه لولاية الخرطوم هو 10.3478 . وقد بلغ الانحراف المعياري للبيانات 25.398 بينما وجد ان اقل درجة حراره خلال هذه الفترة كانت 15.9 واعلاها هي 43.8.

لاختبار ان البيانات تمثل سلسلة ماركوف تم تصنيف البيانات الي شهور حاره أي غير رطبه (Dry) وشهور بارده أي رطبه (Humid) وتم الحصول علي الانتقالات الموضحه في جدول (4−2).

جدول(4−2): الانتقالات الشهريه لولاية الخرطوم في الفترة من 2003 الي 2013.

	D	**H**	$n_{i.}$
D	**70**	**11**	**81**
H	**10**	**31**	**41**
$n_{.j}$	**80**	**42**	**122**

باستخدام البيانات الموضحه في جدول (4−2) تم اختبار الفرضيه ما اذا كانت بيانات درجات الحراره الشهريه لولاية الخرطوم في الفترة (2003−2013) تتبع سلسلة ماركوف.

وذلك باستخدام الصيغه التاليه:

$$Q = 2\sum n_{ij} \ln\left[\frac{n}{ni.} \times \frac{nij}{n.j}\right]$$

وبالتعويض نجد ان :

$$Q = 2(70\text{Ln}(\frac{122\times70}{81\times80} + 11 \times ln\ \frac{122\times11}{81\times42} + 10\ \ln\frac{(122\times10)}{41\times80} + 31\ ln\frac{122\times31}{41\times42}))$$

$$Q = 2*[19.6 - 10.23 + 24.39 - 9.89]$$

$$= 47.74$$

وبمقارنة قيمه Q المحسوبه مع قيمة مربع كاي الجدوليه عند مستوي معنويه $\alpha = 0.01$ ودرجة حريه 1 هي (6.635) نجد أن قيمة Q المحسوبه اكبر من القيمه الجدوليه وعليه نستنتج أن المشاهدات تمثل سلسله ماركوف .

3-4 تقدير سلسلة ماركوف:

بعد التأكد من ان البيانات تمثل سلسله ماركوف تم تقدير مصفوفة الانتقالات وذلك بإستخدام الطرق التي تم شرحها في الباب الثالث كما هو موضح :

1-تقدير الترجيح الاعظم:

في هذه الطريقه تم حساب الاحتمالات من الصيغه التاليه :

$$P_{\text{ij}}^{\wedge} = \frac{nij}{ni.}$$

وبالتعويض نجد أن:

$$P_{dd}^{\wedge} = \frac{70}{81} = 0.86$$

$$P_{dh}^{\wedge} = \frac{11}{81} = 0.14$$

$$P_{hd}^{\wedge} = \frac{10}{41} = 0.24$$

$$P_{hh}^{\wedge} = \frac{31}{41} = 0.76$$

وبالتالي نحصل علي مصفوفة $p^{\wedge}$ كما هو موضح :

$$P^{\wedge} = \begin{bmatrix} 0.86 & \cdots & 0.14 \\ \vdots & \ddots & \vdots \\ 0.24 & \cdots & 0.76 \end{bmatrix}$$

2-طريقه لابلاس:

في طريقة لابلاس تم حساب الاحتمالات بإستخدام الصيغه التاليه:

$$P_{\text{ij}}^{\wedge} = \frac{nij+1}{\sum_j (nij+1)}$$

وبالتعويض نجد أن:

$$P_{dd}^{\wedge} = \frac{70+1}{70+1+10+1} = .87$$

$$P_{dh}^{\wedge} = \frac{11+1}{(11+1)+(31+1)} = .27$$

$$P_{hd}^{\wedge} = \frac{10+1}{10+1+70+1} = .13$$

$$P_{hh}^{\wedge} = \frac{31+1}{31+1+11+1} = .73$$

ومنه تم الحصول علي مصفوفة $p^{\wedge}$ لطريقة لابلاس التاليه:

$$P^{\wedge} = \begin{bmatrix} .87 & \cdots & .27 \\ \vdots & \ddots & \vdots \\ .13 & \cdots & .73 \end{bmatrix}$$

3-طريقة بيز:

تم حساب الاحتمالات بإستخدام الصيغه التاليه لطريقة بيز:

$$p_{ij}^{\wedge} = \frac{n_{ij}+p_i n_{i.}}{\sum_k nik + n_{i.}}$$

حيث:

$$n_{i.} = \sum_k n_{ik}$$

اذا

$$\hat{p_{ij}} = \frac{n_{ij} + p_i n_{i.}}{2n_{i.}}$$

$p_{i.}$ يمثل الاحتمال الاول وهو :

$p_{(d)} = 0.864$

$p_{(h)} = 0.244$

تم حساب n_h و n_d كما يلي:

$n_d = \sum n_{di} = n_{dd} + n_{dh} = 70+11=81$

$n_h = \sum n_{hi} = n_{hd} + n_{hh} = 10+31=41$

وبالتعويض في صيغة بيز تم الحصول علي التالي:

$$\hat{p_{dd}} = \frac{70+0.864\times81}{2\times81} = 0.864$$

$$\hat{p_{dh}} = \frac{11+0.864\times81}{2\times81} = 0.491$$

$$\hat{p_{hd}} = \frac{10+0.244\times41}{2\times41} = 0.244$$

$$\hat{p_{hh}} = \frac{42+0.244\times41}{2\times41} = 0.634$$

ومنه تم الحصول علي مصفوفة $\hat{p}$ كما هو موضح:

$$p^{\wedge}=\begin{bmatrix}0.864 & \cdots & 0.491\\ \vdots & \ddots & \vdots\\ 0.244 & \cdots & 0.634\end{bmatrix}$$

4-5 تصنيف الاوضاع:

من خلال المصفوفة التي تم تقديرها بطريقة الترجيح الاعظم تم تصنيف الاوضاع كما يلي:

$$P^{\wedge}=\begin{bmatrix}0.86 & \cdots & 0.14\\ \vdots & \ddots & \vdots\\ 0.24 & \cdots & 0.76\end{bmatrix}$$

الوضع h يمكن الوصول اليه من الوضع d ،اذا $d\rightarrow h$

الوضع d يمكن الوصل اليه من الوضع h ، اذا $h\rightarrow d$

بالتالي فأن الوضع d و h متصلان،اذا $h\leftrightarrow d$.

4-5 سكون السلسله:

المقصود بالوضع المستقر للسلسله هو دراسه سلوك السلسله بعد مرور عدد كبير من الخطوات "خلال فترات زمنيه طويله نسبيا".ومن خلال التحليل وباستخدام طريقة الترجيح الاعظم تم التوصل الي البيانات كما هو موضح في جدول 4-3 حيث يوضح زمن العوده الاول والوضع المستقر للسلسله .

جدول (4−3):التوزيع المستقر للسلسله

State name	State probabitiy	Recurrence time
1	0.6316	1.5833
2	0.3684	2.7143

من خلال النتائج الموضحه في جدول 4−3 تم التوصل الي ان الوضع المستقر لدرجات الحراره في مدينة الخرطوم هو ان ياتي شهر بارد باحتمال 0.3684 في الامد البعيد و ان ياتي شهر حار باحتمال0.6316 في الامد البعيد.

الفصل الخامس
النتائج والتوصيات

5-1 *النتائج:*

من خلال تطبيق سلاسل ماركوف ذات الحالتين تم التوصل الي النتائج التاليه:

1- نجد ان درجات الحراره في ولاية الخرطوم تمثل سلسلة ماركوف ذات الحالتين.
2- السلسله مستقره حيث ان الوضع المستقر لدرجات الحراره في مدينة الخرطوم هو احتمال ان ياتي شهر بارد في الامد البعيد هو 0.3684 واحتمال ان ياتي شهر حار هو0.6316 .
3- من خلال النماذج الشهريه لهذا البحث نلاحظ ان هنالك تقارب كبير في نتائج هذه الشهور مما يؤدي الي نتيجه هامه تتمثل في ان السلوك التصادفي لدرجات الحراره خلال الشهور المختلفه متشابه الي حد كبير.

5-2 التوصيات:

من خلال الدراسه والنتائج التي تم التوصل اليها نوصي بالاتي :

1-استخدام سلاسل ماركوف في تطبيقات اوسع .

2-من خلال الدراسه تبين ان هنالك صعوبه للحصول علي البيانات الخاصه بالدراسه وتكلفه عاليه جدا مما ادى للاعتماد علي القراءات الشهريه بدلا عن القراءات اليوميه لذلك نوصي بأن يكون هنالك جهه تدعم تلك البحوث وتسهيل الصعاب لها حتي تاتي النتائج اكثر دقه وتمثل الواقع حتي تكون الفائده بصوره اكبر.

3-تطبيق النموذج علي القراءات اليوميه لدرجات الحراره بدلا عن القراءات الشهريه للحصول علي نتائج اكثر دقه.

4-الاستفاده من تقنيات الحاسوب باستخدام البرامج الاحصائيه للحصول علي نتائج اكثر دقه .

5- تطبيق سلاسل ماركوف للمقارنه بين درجات الحراره للولايات المختلفه في السودان.

المراجع والمصادر

المراجع العربيه :

1. الطويل ، مجدي (2000) م"الاحتمالات النظريه والتطبيق" ، دار النشر للجامعات ، القاهره .
2. خالد رحمة الله , دراسه احصائيه علي الامطار في ولايتي الخرطوم والقضارف باستخدام سلاسل ماركوف ذات الحالتين , جامعة السودان للعلوم والتكنولوجيا في عام (2005).
3. زين العابدين ، محاضرات ماجستير الاحصاء كلية العلوم جامعة السودان للعلوم والتكنولوجيا للعام الدراسي 2013– 2014 م .
4. كتيب مصلحة الارصاد الجوي لعام 2013 م .
5. مبارك حسن مبارك , تصميم نماذج تصادفيه لحركة مرض القلب داخل عنابر وغرف مستشفي الشعب التعليمي , جامعة السودان للعلوم والتكنولوجيا في عام (2010).

المراجع الانجليزيه :

1- Csenki A .(1994) : Dependability for systems with apartitioned state space (Markov and Semi – markov Theory and computional implementation) . Sprinqer verlaqe , Berlin .

2- Doop J .L. (1953) : Stochastic Processes. Wiley , New Yourk .

3- Fred Moses and See King Ng , Bridge Deleriovation modeling UsingSemiMarkovTheory(1998) .

4- Punya warden , B.v.R ; kuLasiri , Don"On development and comparative study of two markov models of rainfall in the Dry zore of sir lanka " Journal of markov chains .

الملاحق

الرقم	السنه	الشهور	اعلي درجه	ادني درجه
1	2003	يناير	36.4	18.7
2		فبراير	38.3	20.2
3		مارس	40.5	22.1
4		أبريل	43.0	25.5
5		مايو	42.8	27.2
6		يونيو	38.2	23.7
7		يوليو	33.1	21.7
8		أغسطس	32.6	21.5
9		سبتمبر	33.9	21.9
10		أكتوبر	37.0	22.9
11		نوفمبر	37.4	21.9
12		ديسمبر	35.9	19.3
13	2004	يناير	35.2	18.4
14		فبراير	36.3	18.8
15		مارس	40.3	22.7
16		أبريل	41.7	25.5
17		مايو	42.5	26.6
18		يونيو	37.5	23.6
19		يوليو	34.3	22.0
20		أغسطس	33.4	21.7
21		سبتمبر	34.8	22.4

22.7	37.8	أكتوبر		22
22.9	38.4	نوفمبر		23
18.5	35.1	ديسمبر		24
16.8	34.4	يناير	2005	25
21.1	39.7	فبراير		26
22.5	40.8	مارس		27
26.1	43.5	أبريل		28
25.3	41.7	مايو		29
24.5	38.7	يونيو		30
22.0	33.5	يوليو		31
21.7	33.0	أغسطس		32
22.4	35.0	سبتمبر		33
23.2	37.4	أكتوبر		34
22.1	38.0	نوفمبر		35
20.7	37.5	ديسمبر		36
19.7	36.9	يناير	2006	37
20.4	38.4	فبراير		38
22.0	39.5	مارس		39
25.1	41.7	أبريل		40
25.6	40.4	مايو		41
23.7	38.8	يونيو		42
22.4	34.4	يوليو		43
21.7	32.7	أغسطس		44
21.5	33.4	سبتمبر		45
22.9	36.6	أكتوبر		46
20.9	37.0	نوفمبر		47
17.4	33.9	ديسمبر		48
15.9	33.2	يناير	2007	49
18.7	37.0	فبراير		50
21.7	40.3	مارس		51

25.1	42.0	أبريل		52
27.7	42.5	مايو		53
24.3	38.0	يونيو		54
22.0	32.8	يوليو		55
21.3	31.8	أغسطس		56
21.8	34.1	سبتمبر		57
22.8	36.8	أكتوبر		58
22.7	37.7	نوفمبر		59
20.2	36.2	ديسمبر		60
18.8	34.7	يناير	2008	61
19.2	36.6	فبراير		62
23.6	41.5	مارس		63
25.7	40.4	أبريل		64
24.7	40.9	مايو		65
24.0	38.5	يونيو		66
22.3	35.3	يوليو		67
21.6	34.0	أغسطس		68
22.3	34.5	سبتمبر		69
22.7	37.3	أكتوبر		70
22.1	37.9	نوفمبر		71
20.1	36.3	ديسمبر		72
19.0	35.8	يناير	2009	73
21.7	38.4	فبراير		74
22.2	40.1	مارس		75
26.6	43.1	أبريل		76
27.4	41.9	مايو		77
25.1	40.8	يونيو		78
22.0	34.9	يوليو		79
23.2	34.6	أغسطس		80
23.1	36.4	سبتمبر		81

23.7	39.3	أكتوبر		82
22.2	38.6	نوفمبر		83
19.4	36.0	ديسمبر		84
20.1	36.8	يناير	2010	85
21.6	38.7	فبراير		86
23.6	40.6	مارس		87
27.0	43.8	أبريل		88
27.0	42.4	مايو		89
24.3	39.0	يونيو		90
22.9	34.0	يوليو		91
22.0	32.3	أغسطس		92
22.2	34.0	سبتمبر		93
23.3	37.4	أكتوبر		94
23.4	39.0	نوفمبر		95
20.1	35.8	ديسمبر		96
17.7	34.2	يناير	2011	97
20.6	38.6	فبراير		98
21.5	39.0	مارس		99
25.8	42.9	أبريل		100
26.2	41.6	مايو		101
26.0	39.7	يونيو		102
23.5	35.9	يوليو		103
21.9	33.5	أغسطس		104
22.9	35.5	سبتمبر		105
23.4	38.0	أكتوبر		106
20.5	37.1	نوفمبر		107
19.3	36.5	ديسمبر		108
17.7	35.5	يناير	2012	109
20.4	39.1	فبراير		110
21.4	39.0	مارس		111

24.5	42.8	أبريل		112
27.1	42.0	مايو		113
24.1	37.8	يونيو		114
22.1	33.4	يوليو		115
21.7	31.9	أغسطس		116
22.5	34.9	سبتمبر		117
23.1	38.2	أكتوبر		118
22.2	36.3	نوفمبر		119
19.7	35.9	ديسمبر		120
19.5	36.4	يناير	2013	121
21.3	38.9	فبراير		122
22.2	41.5	مارس		123
24.5	42.5	أبريل		124
27.5	42.5	مايو		125
26.2	39.3	يونيو		126
23.6	36.1	يوليو		127
21.5	31.9	أغسطس		128
22.6	35.4	سبتمبر		129
23.2	37.4	أكتوبر		130