نماذج ماركوف في التحليل الإحصائي والتنبؤ بإعداد المصابين بالإمراض السرطانية للأطفال من الفئة العمرية (0-14) في محافظة البصرة دراسة تطبيقية من سجلات رئاسة صحة البصرة للمدة (2008-2011)

Markov models in Statistical analysis and Forecasting to Prepare the injured and deseased cancer diseases for children in the [14-0] age group in the province of Basra , An Empirical study of the presidency of the basra health records for the period (2008-2011).

****

رغدة حامد تركي
قسم الإحصاء
كلية الادارة والاقتصاد
جامعة البصرة

أ.م.د.فوزية غالب عمر
قسم الإحصاء
كلية الادارة والاقتصاد
جامعة البصرة

نماذج ماركوف في التحليل الإحصائي والتنبؤ بإعداد المصابين بالإمراض السرطانية للأطفال من الفئة العمرية (0-14) في محافظة البصرة دراسة تطبيقية من سجلات رئاسة صحة البصرة للمدة (2008-2011).

أ.م.د.فوزية غالب عمر / رغدة حامد تركي

كلية الإدارة والاقتصاد /جامعة البصرة

المستخلص:

لقد تعرضت محافظة البصرة في فترات التسعينات وبداية عام 2003 إلى التلوث البيئي بسب الحروب فضلاً عن الانبعاثات الحرارية مما أدى إلى أزدياد نسبة الأصابة بالامراض السرطانية في عموم العراق، وفي محافظة البصرة على وجه الخصوص، ولجميع الفئات العمرية ومنها فئة الاطفال بعمر (0-14) . ونتيجة للتلوث البيئي الكبير الذي تعرضت له البيئة العراقية جراء الحروب خاصة في الجنوب العراقي، تزايدت الامراض السرطانية فضلاً عن ظهور امراض غريبة اخرى، أهمها امراض سرطان الدم الذي لم يكن معروفاً في العراق . لذا ومن خلال البحث، تم التنبؤ باعداد المصابين والمتوفيين بالامراض السرطانية لمرحلة الطفولة في محافظة البصرة، باستخدام سلاسل ماركوف في التحليل الاحصائي . ووضع صياغة رياضية معينة تربط بين سلاسل ماركوف والتحليل التتابعي (الديناميكي) للتنبؤ في المستقبل، في دراسة للعمليات العشوائية التي تتميز بأن حالتها المستقبلية لاتعتمد على حالتها في الماضي . وهذا النوع من العمليات العشوائيه يسمى بعمليات ماركوف . إن للتنبؤ الدقيق دوراً مهماً وبارزاً في عملية اتخاذ القرارات . وإعطاء رؤية مستقبلية لما ستكون علية الظواهر والمتغيرات في المستقبل . ونجاح الألية يقاس عاده بدقة تنبؤها وبما ان دقة الاساليب تشكل اساساً فانه من الواضح أن الاسلوب في تمثيل الآلية التي أسهمت في توفير المعلومات الاساسية للمؤسسات الصحية، ومراكز البحوث ووضع السياسات الصحية الفعلية للمؤسسات الصحية للاستفادة من الدراسة العلمية التطبيقية في مجال صحة الطفولة .

Abstract

ive been the province of basra in periods of the nineties and the beginning of 2003 to the environmental pollution as well as greenhouse gas emissions to an the proportion of cancer morbidity in the whole of Iraq in basra province in particular , and for all age groubs, including the category of children (0-14) .AS a result of environmental pollution grand suffered by the Iraqi environment by wars, especially in southern iraq , increased cancer diseases as well as the emergence of diseases peculiar other most important diseases , cancer of the blood which was not known in Iraq . Therefor Through Aldrashtm predict the numbers injured and deceased disease cancer of childhood in the province Basra, using Markov chains in statistical analysis. And the development of a certain mathematical formula linking Markov chains and dynamic programming to predict the future , in the study of random processes characterized by the condition in the past . This type of random processes called Markov processes . A To predict that the exast prominent and important role what will be the decision – making process . And give avision for the future of what will be the variables and phenomena vialmstqubl . The success of the buttock is usually measured accurately and prediction methods including that form the basis it is clear onalaslob in the basic information for health instutions and research centers and The development of health policy for the actual health institutions to take advantageof the scientific study of applied in the fiald of childhood .

المقدمة

يعد مرض السرطان من الأمراض الخطيرة التي تشغل بال الباحثين في جميع انحاء العالم نظراً لازدياد معدل الاصابة فيه . لذا جاءت هذه الدراسة لتوضيح أحد تلك الأساليب الإحصائية والمتمثلة بسلاسل ماركوف من حيث إمكان استخدامها في وصف الظاهرة الاقتصادية أو الادارية أو الصحية أو المالية التي تواجه شركة أو مؤسسة صحية وتحديد المشكلات المترتبة جراء تلك الظاهرة ،ومن ثم تحديد نمو تلك الظاهرة في الوقت الراهن أو المستقبلي، وذلك من خلال استخدام التحليل الأحصائي لأنموذج سلاسل ماركوف المبني للظاهرة والذي يعتمد بالأساس على مصفوفة الاحتمالات الانتقالية المقدرة لتلك الظاهرة والمتجه الوحيد . من خلال هذه الدراسة سوف يتم التنبؤ بأعداد الأطفال المصابين والمتوفين بالأمراض السرطانية للاطفال في محافظة البصرة من خلال استخدام سلاسل ماركوف . اذ ستتم دراسة العمليات العشوائية ، على أسس نظرية عمليات ماركوف التي تحتل مكانة كبيرة ومهمة جداً في نظرية العمليات العشوائية، تعزز هذه المكانة تعدد التطبيقات التي تتمتع بها عمليات ماركوف في النماذج الفيزيائية والبيولوجية وعلم الاجتماع والهندسة وعلم الادارة بالاضافة الى تطبيقاتها المتعددة في الكثير من النماذج الإحصائية والهندسية وفي نظرية الموثوقية . وتبني بعض المبادئ المستخلصة، لعلنا نجد مخرجاً من تلك الظاهرة الخطيرة، التي تمثل خسارة ومسؤولية اجتماعية تقع على عاتق المؤسسات الصحية والمجتمع، والتي احدى مسبباتها التلوث البيئي المستمر الذي يجعل المخاطر قدراً كبيراً تواجهه بيئة محافظة البصرة .

1 : منهجية البحث

- **مشكلة البحث**

نتيجة لعوامل التلوث التي تعرضت لها محافظة البصرة في مدد التسعينات وبداية 2003 بسبب ظروف الحرب، إذ تؤدي الحروب دوراً بارزاً وخطيراً في التأثير بالبيئة، كما وإنها باتت تستخدم مختلف الاعتدة التي تحمل عوامل التلويث لتلك البيئة مما يزيد من خطوراتها في إحداث أضرار جسيمة تؤدي إلى الاخلال في التوازن الديناميكي بين عناصرها الحياتية وغير الحياتية نتيجة للدخول المفاجئ لعمليات وعوامل كيماوية سامة وخطرة تعجز عناصر البيئة المختلفة عن احتوائها، كما ان الانبعاثات الحرارية قد تساعد على ازدياد نسبة الاصابة بالأمراض السرطانية في محافظة البصرة ولجميع الفئات العمرية ومنها فئة الأطفال (0-14) الأمر الذي يجعل من تلك المشكلة معضلة صعبة قد تستحفل و ترتقي إلى مستوى الظاهرة، ومن هنا جاءت فكرة استخدام نماذج ماركوف في التحليل الاحصائي والتنبؤ بأعداد المصابين والمتوفين لتلك الفئة العمرية .

- **هدف البحث :**

يهدف البحث الى تنبؤ بأعداد المصابين والمتوفين بأستخدام الطرق الاحصائية المتضمنة لعمليات ماركوف ، وعن طريق مصفوفة الانتقال و التحليل الاحصائي، للوقوف على مدى الزيادة الحاصلة بنسبة الإصابة بالسرطان لدى الاطفال في محافظة البصرة نتيجة أزدياد التلوث فضلاً عن العوامل الاخرى . اذ أن للتنبؤ دورآ مهما وبارزآ في عملية اتخاذ القرارات , لأنه يمثل رؤية مستقبلية لما ستكون عليه الظواهر والمتغيرات الحالية في المستقبل . كذلك استخدام نموذج ماركوف المخفي من خلال خوارزمية فيتربي التي تمثل احدى خوارزميات البرمجة الديناميكية .

- **فرضية البحث :**

يستند البحث إلى فرضية أن معدل الاصابة أو عدد المصابين بالأمراض السرطانية للاطفال في الفئة العمرية [0-14] في محافظة البصرة تتزايد عبر السنوات المتعاقبة .

أسلوب وعينة البحث

تتضمن الدراسة، دراسة تطبيقية تحليلية علمية ماداتها الاساسية بيانات سجلات دائرة الصحة في المحافظة للاطفال المصابين والمتوفين بالامراض السرطانية للفئة العمرية [0-14] في جميع مستشفيات البصرة الحكومية والاهلية.

- **أهمية البحث** :

ألطفولة هي المرحلة العمرية الممتدة من الولادة حتى البلوغ . وتعد الطفولة مرحلة أساسية من عمر الأنسان، إذ تشغل مايقرب ربع حياته، ولأحداثها أثار واضحة في بقية العمر سواء أكان ذلك في السلوك أو الصفات الشخصية . لذا ينصب الاهتمام على أهمية تنمية الطفولة المبكرة وزيادة الاهتمام بالنمو الشمولي التكاملي للطفل، لتعزيز الانتاجية الاقتصادية في المستقبل، تأتي أهمية سلاسل ماركوف في تشخيص الظاهرة، لآن نموذج ماركوف جداً مفيد، في اتخاذ القرارات خاصة في المشاكلات ذات المخاطرة المستمرة طوال الوقت، وعندما تكون الفائدة من اوقات حدوثها لكل مدة أكثر من سابقتها . كما الحال في المجالات الطبية اذ تتضمن عدة قرارات متشبعة تقتضي فرضيات غير مرنة . عندها نماذج ماركوف تقدر صعوبة الحالة رقمياً في واحدة من الحالات الصحية المتقطعة، لأن كل الحالات والحوادث تعطي انتقالات من حالة الى آخرى، لذا يساعد نموذج ماركوف في تقييم التشعب الدائري في صورة اشبه لمحاكاة مثل محاكاة كورت ومونت كارلو، وحديثاً تستخدم شجرة ماركوف للحوادث التكرارية التي تعتمد على كل الاحتمالات والمنافع التي تتضمنها التحليلات الجارية في المجال الطبي .

2 : الاستعراض المرجعي

نحاول في المبحث الحالي، أن نبين بعض نظريات نماذج "ماركوف " في التحليل التتابعي سواء في الشبكات المتكررة أم في المشكلات الأخرى المتسلسلة وعلى نحو مايتضمنه المنطق العلمي الحديث، ومفاهيم تطبيقها في الاطار الذي وضعت فيه، والبنية الخاصة بالتصور العلمي، خاصة إذا ماطلب تحديد موقف في مناقشة أساليب تطبيق الألية من قبل الآخرين، والغرض إزالة بعض الأمور المبهمة بشكل ضمني أو علني، وأن نلقي مزيداً من الضوء والوضوح على ما كان معروفاً من قبل

وسيكون العرض كله عبارة عن الأفادة من الأفكار والإنجازات بمقدار ما تعبر عنه ماهية الخواص، بوصفها العناصر التي تشكل البنية المنطقية للآلية ذاتها .

والواقع أن هناك تسليماً عاماً ،بأنه ليس ثمة أهمية للاختلافات بين تلك الأفكار، مادام مبدأ الاختلاف في النوع وحسب، لأن الأهمية تأتي من الاختلاف في الدرجة القياسية لتلك الاختلافات .

و من الأمثلة على تلك الجهود والأفكارما يأتي :-

في عام (2002) قدم الباحثان (Bruce A.craig) و(peter P.sendi) [17] بحثاً لتقدير مصفوفة الانتقال بوقت منفصل فقد استخدما سلاسل ماركوف منفصلة الزمن بنجاح للتحقيق في برنامج العلاج وبروتوكولات الرعاية الصحية للأمراض المزمنة .في هذه الحالة مصفوفة الانتقالات تصف التطور الطبيعي للمرض . وطريقة الحصول على تقدير احتمال الحد الأقصى لمصفوفة التحول عندما يكون طول الدورة من طراز يتزامن مع فاصل المراقبة، أو طول الدورة لا يتزامن مع فاصل المراقبة.

وفي عام (2003) قامت الباحثة (رنا بشار حسين) : [9] بدراسة نماذج ماركوف المخفية التي هي عبارة عن مجموعة منتهية من الحالات، كل حالة تقترن بتوزيع احتمالي، أما الانتقالات ما بين الحالات فتحدد بوساطة مجموعة من الاحتمالات طبقاً لتوزيع الاحتمالية المقترنة وبشكل عام، تتولد الحالة الناتجة (المشاهدة) طبقاً لتوزيع الاحتمالية المقترنة، إذ توجد احتمالية ناتجة فقط ولا توجد حالة ظاهرة يمكن أن تُشاهد ولهذا فإن الحالات تكون مخفية .

وفي عام (2003) قدم الباحث (Graham) [19] بحثاً لاختبار نسبة الاحتمال التتابعي طبقاً لمشكلة صيانة المسار التلقائي . في حين من السهل حساب الوقت المتوقع لحذف المسار، أو لتأكيد أن المسار صحيح ،من خلال تطبيق تقنية احتمال انخفاض الحالات في مونت كارلو وهي غير مجدية، إن نظام التعقب التلقائي في فوضى الأهداف تتطلب استراتيجية لاختبار نوعية المسارات، إذ طبق القرار بين فرضية العدم H_0 للمسار الخطأ، والفرضية البديلة H_1 للمسار الصحيح وكالأتي :

α=pr (choose H1 |H0 true)

β=Pr (choose H0|H1 true)

وفي عام(2003) قدم الباحث (صفاء كريم الزيادي) [8] بحثاً تناول فيه دراسة تطبيقية عن معمل إسمنت المثنى لبناء نموذج تخطيط قوى عاملة يصف الحركة المستمرة لتدفق العاملين، ومن ثم التنبؤ باحتياجات المعمل من القوى العاملة لسنوات أو للأعوام القادمة باستخدام سلاسل ماركوف .

وفي عام (2003) قدم الباحث (مهدي محمد البياع) [3] بحثاً عن أخطاء التسجيل في سلاسل ماركوف وقد تناول فيه تفسير فكرة الأخطاء في العشوائية، بشكل مبسط وبيان الفرق بينهما وبين الأخطاء العشوائية . هذا وقد تم التطرق إلى واحدة من أهم وأخطر أنواع الأخطاء غير العشوائية ألا وهي أخطاء التسجيل وشرح إمكان تقديرها، والتنبؤ بمسارها ومقدارها، وذلك في واحدة من أهم التحاليل الأحصائية ألا وهي سلاسل ماركوف، وبيان مدى تأثير وجود أخطاء التسجيل على قيم عناصر المصفوفة الانتقالية، وذلك عند كل من المدى البعيد وحالة الثبات والاستقرارية . أي أن أهتمام البحث أنصب على التنبؤ بمقدار الأخطاء غير العشوائية في مصفوفة الاحتمالات الانتقالية عند الخطوة n .

وخلال عام (2004) قدم الباحثان (Elena) و(Liana) [21] بحثاً لاستخدام نموذج ماركوف لتقييم احتمالات الانتقال لسلسلة هطول الأمطار اليومية .والذي استخدم فيه الحالات الحالية، للتنبؤ في حالات المستقبل إذ استخدم هطول المطر بالصيف وموسم الشتاء للفترة (1961-1990) . وحساب المجموعات الشرطية أو الاحتمالات الانتقالية للرتبة الأولى والثانية والثالثة لسلاسل ماركوف . وإيجاد رتبة النموذج بحساب الفرق الأكبر بين الرتب لسلسلة الهطول اليومية وأن معدل طول التعاقب يحسب كالأتي :

LE=1/1-PE

حيث أن : PE تمثل احتمالة الحدث E والتي تأخذ القيم 0 و1 .

وفي عام (2005) قدمت الباحثة (زينب هاتف عباس) [6] بحثاً لتحديد أفضل اختيار للطرائق المعتمدة على الاحتمالات الانتقالية لمصفوفة ماركوف في ترشيح السلسلة الجينية من سلاسل الحمض النووي والتي تبدأ بشفرة ابتدائية وتنتهي بشفرة النهاية المتكونة منها أنساق النظم المفتوحة لسلسلة الحمض النووي، وذلك من خلال إيجاد تقدير الاحتمالات الانتقالية لسلاسل ماركوف، وتقدير الاحتمالات الانتقالية بطريقة ماركوف التخمينية لاربع سلاسل من سلاسل DNA لهرمون النمو البشري واختيار أفضل التقديرات.

وفي عام (2007) تناول الباحث (Alexander Volfovsky) [16] في كتابة "Markov chains and Application"نظره عامة وسريعة للعمليات العشوائية، ومناقشة سلاسل ماركوف إذ افترض أن هناك بعض المعرفة في احتمال حساب التفاضل والتكامل الأساسي .وثبت نظرية ماركوف الأساسية وعلاقة التوزيعات المستقرة للتوزيعات المحددة ونظرية سلاسل ماركوف ومونت كارلو.

وخلال عام (2008) قدم الباحث (Gregory Russell): [20] كتاباً لتصميم وتحليل التجارب السريرية باستخدام سلاسل ماركوف . وبين نموذج لسلسلة ماركوف لمرحلة السرطان والتجارب السريرية والذي يوضح خصائص ماركوف . وأن المتغير العشوائي الصحيح وغير السالب Xn,k يمكن جعلهما في سلسلة ماركوف اذا كانت :

(1)سلسلة ماركوف المنتهية معرفة Yt : t∈ 1,2,3,.....n على فضاء حالة منتهي w .

(2) قسم المحددة والمعرفة CX,X=0,1,.....,n على فضاء الحالة w .

(3) كل P=(Xn,k=x)=P(Yn∈ Cx) حيث ان X=0,1,.....

وخلال عام (2009) قدم الباحثون (ابراهيم العلي) (محمد عكروش) و(سلمان احمد معلا) [11] بحثاً تناولوا فيه تحليل حركة السوق باستخدام سلاسل ماركوف، اذ يتم تحليل حركة السوق من خلال تحديد الحصص التسويقية للشركات المدروسة(شركة غزل حماه – شركة غزل جبلة – الوليد للغزل بحمص) والتنبؤ بالحصص التسويقية للشركات السابقة في مدة قادمة (شهر)، وفي نهاية البحث توصلوا الى مجموعة من النتائج والتوصيات، أهمها : بلغت قدرة شركة غزل حماه على الاحتفاظ بأكبر نسبة من زبائنها (77%)، في حين نجدها (86%) لدى شركة غزل جبلة، أما شركة الوليد للغزل بحمص فكانت (91%)، وبلغت حصة شركة غزل حماه في شهر كانون الثاني (0,282)، في حين نجدها في شركة غزل جبلة (0،303) في حين بلغت (0،415) في شركة الوليد للغزل بحمص.

وخلال عام (2009) قدم الباحثان (بان احمد متراس) و (كافي دنو بتي) [2] بحثاً استخدما فيه نماذج حقول ماركوف العشوائية في معالجة الصور .واقترحا خوارزمية لتجزئة الصور معتمدة على التوزيع الطبيعي الثلاثي المختلط . إذ تم استخدام أسلوبين في تلك التجزئة، أحدهما تقنية K-Means غير المرشدة، وثانيهما استخدام أسلوب تجزئة اللاحق الأعظم وتم تعميمها إلى التوزيع الطبيعي الرباعي.

وخلال عام (2009) قدم الباحث (Roger Levy) [22] بحثاً طبق فيه خوارزمية فيتربي لماركوف المخفي على المشاهدات المتعاقبة غير المنظورة أي "المدمجة" من خلال برمجة المشاهدات المتعاقبة بأسلوب ديناميكي للتنبؤ بالاحتمالية الناتجة .

وفي عام (2010) قدمت الباحثتان (غيداء عبد العزيز الطالب) و(ارمانسية نعمان حسون) [10] بحثاً لنظام يعمل بأسلوب off-line للتعرف على النص العربي المطبوع باستخدام نموذج ماركوف الخفي، وهو الأكثر وعداً وذلك بسبب قدرته على تمييز الكتابة المتصلة، مع الاستعانة بخوارزمية تقطيع السطر النصي إلى مقاطع ثم حروف، حقق النظام المقترح نسبة إنجاز قدرها (94.9)٪ وهي نسبة تقع ضمن بحوث التعرف المنجزة، وتبقى هذه النسبة قابلة للتحسين، وقد استخدم Matlab V7.6(R2008a) كلغة برمجية في بناء النظام المقترح.

وفي عام (2010) قدم الباحثون (باسل يونس الخياط) (هنادي داود سليم) و(مازن محمد غانم العناز [4] بحثاً تناولوا فيه مسألة التحقق من مراوحة مشاهدات تنمذج على وفق النموذج الماركوفي . واقترحوا طريقة لتحقيق هذا الغرض والتي تعتمد أساساً على مصفوفات معينة، أطلق عليها مصفوفات التكرارات النسبية . وتجري تجربة محاكاة يتم من خلالها الوصول علمياً إلى صيغة نظرية تقريبية لحد العتبة . كما طبقت الطريقة المقترحة على مشاهدات الحامض النووي الرايبي منقوص للانسان الطبيعي، وتبين من خلال ذلك أن هذه المتتابعة مراوحة ومتجانسة موقعيا، أي أن خصائصها لاتتغير بتغير الموقع .

وفي عام (2010) قدمت الباحثتان (بان احمد حسن) و(رشا رعد هادي) [1] بحثاً استخدما فيه خوارزميات نماذج ماركوف المخفية للتعرف على صورة الوجه الاعتيادي فضلا عن استخدام هذه الخوارزميات للتعرف على صورة الوجه المحددة حافاته باستخدام طريقة (canny)أما باقي الطرائق الأخرى المستخدمة في تحديد الحافات والمتمثلة بكل من طريقة (soble log) كانت نسبة التعرف فيها على صورة الوجه جيدة إلا أن طريقة (canny) كانت هي الأفضل .

وخلال عام (2012) قام الباحثان (السيد احمد عادل محمد) و(عمر عبد المحسن علي) [13] بدراسة تطبيقية، لدراسة باب من ابواب صرف الموازنة لأحدى مؤسسات الدولة إذ تم أخذ الراتب الرسمي لثلاث مديريات هي (بغداد ،نينوى، ديالى)ولإحدى الوزارات، وقد تم تحليل النتائج بتطبيق الإمكان الأعظم وطريقة المربعات الصغرى الاعتيادية، وتم الحصول على مصفوفة الاحتمالات الانتقالية بثلاث حالات للصرف (الزيادة ،النقصان ،الاستقرار) والحصول على استقرار المصفوفة والتنبؤ للحالة ثم دراستها، وأي سلوك سوف تسلكه الحالة في المستقبل باستخدام سلاسل ماركوف.

وفي عام (2013) قدم الباحثان (باسل يونس الخياط) و (مثنى صبحي السليمان) [4] بحثاً درسا فيه التنبؤ عن الحالات المطرية في مدينة الموصل وقد تناول البحث مسألة مهمة وهي التنبؤ عن الحالات المطرية اليومية . إن الحالة المطرية اليومية تتنمذج بوصفها سلسلة ماركوف مؤلفة من أربع حالات هي : انعدام المطر ،ومطر خفيف ،ومطر معتدل، ومطر غزير . وطرحا طريقتين للتنبؤ بالحالات المطرية القادمة . وتم اقتراح خوارزميتين للتنبؤ، الخوارزمية الأولى تعتمد اساسا على المصفوفة الانتقالية، ويمكن استخدامها لإيجاد المتنبآت ولأية رتبة كانت لسلسلة ماركوف . أما الخوارزمية الثانية . فتُعتمد فيها نماذج الانحدار الذاتي . وتم تطبيق الخوارزميتين على السلسلة . وتبين من تطبيق الخوارزميتين أنهما تجهزان بمتنبآت ذوات كفاءة جيدة من ناحية سهولة الاستخدام

وفي عام (2014) قدم الباحث (عمر صابر قاسم) [12] بحثاً يهدف إلى تطوير أداء عمل أنموذج ماركوف المخفي والذي يقتصر على فضاء الادخال من نوع الأعداد الصحيحة الموجبة، وذلك من خلال استخدام شبكة إيلمان العصبية الاصطناعية التي لها القابلية على تقبل جميع أنواع البيانات في فضاء الإدخال . اذ أثبت الأنموذج المقترح كفاءة عالية في تصنيف بيانات هشاشة العظام مقارنة مع شبكة إيلمان العصبية الاصطناعية من جهة وانموذج ماركوف المخفي من جهة أخرى .

3: العمليات التصادفية (Stochastic Process) [8]

تعد العمليات التصادفية من العمليات التي تتغير مع الزمن بشكل عشوائي وتتضمن مجموعة كبيرة من النماذج ولاشك أن نماذج ماركوف الرياضية الاحصائية الاعتيادية والمخفية هي من أهم تلك النماذج استخداماً ، فهي عبارة عن مجموعة من المتغيرات العشوائية { Xt, t > 0 } ذات المعلمة t . ويرمز للعمليات التصادفية بالرمز (Xn) حيث أن (n) تشير إلى الزمن المتقطع (-------- ,n= 0, 1) او يرمز لها بـ (Xt) عندما يكون الزمن المستمر (t > 0)

وعليه فأن العملية التصادفية والقيم التي تفترض بواسطة العملية تسمى بالحالات (states)، ومجموعة القيم الممكنة تسمى فضاء الحالة (state space)، وأن مجموعة القيم الممكنة للمعلمة (T) المؤشرة (Index parameter) تسمى فضاء المعلمة (parameter space) والتي يمكن أن تكون مستمرة أو متقطعة . وتدل المعلمة (T) غالباً على الزمن .

1-3: عمليات ماركوف (Markov Process) [6][15][8]

من بين العمليات المختلفة للعمليات التصادفية تحتل عمليات ماركوف موقعاً مهماً والتي تعرف بأنها "الوسيلة التي يتم بها تحليل التغيرات الحالية لمتغير عشوائي معين من أجل التنبؤ بالمتغيرات المستقبلية لهذا المتغير "، وقد أطلقت هذه التسمية نسبة لعالم الرياضيات الروسي (A.A.Markov) الذي استخدم هذا الأسلوب في البداية لدراسة حركة جزيئات الغاز في إناء مغلق ومن ثم ا لتنبؤ بحركة هذه الجزيئات .

إن العملية التصادفية $\{Xt\ ,t\ \epsilon T\}$ يطلق عليها عملية ماركوف إذا كان الاحتمال الشرطي لـ (X_{tn})لمجموعة معطاة من القيم ($Xt_1,Xt_2,$-----Xt_{n-1}) يعتمد فقط على (X_{tn-1}) لأي مجموعة من المدد الزمنية ($t_1< t_2<$ -----t_n) , أي أنه يحقق العلاقة التالية :

$$P\{X_{tn} \leq x_n / X_{t1} = x_1, \ldots\ldots\ldots x_{tn-1} = x_{n-1}\}$$

$$= P\{X_{tn} \leq x_{tn-1} / X_{n-1} = x_{n-1}\} \qquad (1)$$

وعلية يمكن القول إن عمليات ماركوف تمتاز بخاصية مهمة وهي أن احتمال انتقال حالة معينة في المستقبل تعتمد على حالتها في الحاضر فقط ولاتعتمد على حالتها في الفترات الماضية , أي أنها تحقق المعادلة (1).

ويمكن تصنيف عمليات ماركوف اعتماداً على طبيعة فضاء الحالة (State Space) وفضاء المعلمة (Parameter Space)، إلى أربعة أصناف وكالآتي :

1- سلاسل ماركوف ذات فضاء معلمة متقطع وفضاء حالة متقطع .

2- سلاسل ماركوف ذات فضاء معلمة متقطع وفضاء حالة مستمر .

3- عمليات ماركوف ذات فضاء معلمة مستمر وفضاء حالة متقطع .

4-عمليات ماركوف ذات فضاء معلمة مستمر وفضاء حالة مستمر.

2-3: سلاسل ماركوف (markov chain) [15][8]

إن سلسلة ماركوف Markov Chains، يرمز لها اختصاراً (MC) ، هي نوع خاص من عمليات ماركوف، وتعرف سلاسل ماركوف بأنها عبارة عن سلسلة من الحالات التي تمر بها الظاهرة خلال فترة زمنية معينة، أو سلسلة من المواقع التي يمر بها جسم متحرك خلال فترات زمنية مختلفة استناداً إلى قوانين احتمالات تسمى الاحتمالات الانتقالية (transition probabilities) .

وتعد سلاسل ماركوف حالة خاصة من عمليات ماركوف وايضاً حالة خاصة من عمليات ماركوف، ذات العدد المحدود أو غير المحدود من الحالات، إذ يعد الزمن (T) المعلمة التي تميز سلاسل ماركوف . إذ إن الانتقال بمرحلة واحدة يعرف بأنه حالة سلسلة ماركوف ذات الزمن المتقطع [$x_n, n= 0,1,2,\ldots\ldots$] والتي تأخذ رقماً محدوداً وقابلاً للعد من القيم الممكنة المتمثلة بمجموعة من الاعداد الصحيحة غير السالبة ،إذ أن احتمال (x_{n+1}) يكون في الحالة (j) علماً أن (x_n) في الحالة (i) يرمز له بالرمز $p_{ij}^{(n, n+1)}$

$$P_{ij}^{(n,n+1)}=p\{x_{n+1}=j/x_n=i\} \quad \ldots(2)$$

وتعد سلسلة ماركوف ذات الزمن المتقطع مستقرة (Stationary)أو متجانسة الزمن (Homogeneous Time) إذا كان احتمال الانتقال من حالة ألى أخرى مستقل عن الزمن الذي تحدث فيه عملية الانتقال أو بمعنى أخرلكلا الحالتين (i, j) أذ ان :

$$Pij=P\{x_{n+1}=j/x_n=i\}$$

وتعد سلسلة ماركوف غير مستقرة إذا لم يتحقق شرط الاستقرارية .وإن الاحتمال($P_{ij}^{(n-1,n)}$) يعني احتمال الانتقال من الحالة (i) إلى الحالة (j) في المرحلة (n)، وفي حالة السلسلة المستقرة فإن الاعتماد على (n) يمكن أن يهمل أو يزول .

3-3: مصفوفة الاحتمالات الآنتقالية

أذا كانت $\{X(t), t \geq 0\}$ تمثل عملية تصادفية ذات فضاء معلمة متقطعة وفضاء حالة متقطع تعرف على شكل آعداد $S=\{1,2,\ldots\ldots\}$ $T=\{1,2,\ldots\ldots\}$ تسمى سلسلة ماركوف آذن تلك العملية عبارة عن سلسلة ماركوف والتي تحقق الاحتمال الانتقال آلشرطي المعرف في معادلة رقم (1-2) عندئذ نستطيع ان نحصر جميع الاحتمالات الانتقالية (Transition probabilities) التي تأخذها تلك الظاهرة آو تلك السلسلة في مجموعة

واحدة على شكل مصفوفة تلك المصفوفة تدعى بمصفوفة الاحتمالات الانتقالية (Transition Probabilites Matrix) أوتسمى مصفوفة ماركوف (Markov Matrix) وكالاتي :

$$P=\begin{bmatrix} P_{00} & P_{01} & P_{02} & P_0n \\ P_{10} & P_{11} & P_{12} & P_1n \\ \vdots & \vdots & \vdots & \vdots \\ P_0n & P_1n & P_2n & Pnn \end{bmatrix} \quad ...(3)$$

إن المصفوفة (P) تكون مربعة من الرتبة (nxn) وعناصرها غير سالبة وإن مجموع كل صف فيها يساوي الواحد الصحيح، أي أن $\sum_{j=0}^{n} pij = 1$.

إن العناصر(P_{ij})المكونة لمصفوفة الاحتمالات الانتقالية P={Pij} لسلاسل ماركوف تمثل احتمالات الانتقال من الحالة (i) إلى الحالة (j) بخطوة واحدة أو فترة زمنية واحدة، فإذا أردنا إيجاد قيمة احتمال انتقال الظاهرة من الحالة (i) إلى الحالة (j) وبعدد محدود من الخطوات أو الفترات الزمنية مقداره (m) فيكون لدينا (P_{ij}^{m}) حيث أن :

$$P_{ij}^{m}=P\{X_{n+m}=j/x_n=i\} \quad ...(2-4)$$

أذالفرق بين الزمنين هو m

أذ إن :

P_{ij}^{m} : يمثل الاحتمالات الانتقالية خلال (m) من الخطوات .

ويمكن تعميم ماورد في العلاقة (4) بحيث ($n,m \in N$) فيكون :

$$P^{n+m}=P^{n} P^{m} \quad ...(5)$$

إذ أن (P^{n+m}) تمثل مصفوفة الاحتمالات الانتقالية لسلاسل ماركوف بعد (n+m) من الخطوات . أما العنصر الواقع في الصف (i) والعمود (j) من المصفوفة (P^{n+m}) فيكون :

$$P^{n+m} =\sum_{k\in 1} Pik^{\,n}\, pkj^{\,m} \quad ...(6)$$

أن المعادلة (6) تدعى معادلة جابمان كولمكروف (Chapman-kolommogrov Equation) ومن هذة المعادلة تشتق علاقات تعاقبية مختلفة في

حالة المعلمة المتقطعة، أما في حالة المعلمة المستمرة نشتق معادلات تفاضلية لدوال الاحتمال الانتقالي .

أما سلاسل ماركوف الماصة (Absorbing Markov Chain) مع الحالة (j)تستوجب حساب (i) U_j اذ يمثل الاحتمال الشرطي للوصول في أي وقت إلى حالة الانتهاء (j)، بحيث أن البدء يكون من الحالة (i) . ويشار لـ (i) U_j باحتمال الاستغراق في الحالة (j)، بحيث أن الحالة الابتدائية هي (i) .

فإذا كانت (j) تمثل الحالة المنتهية في سلسلة ماركوف مع الحالات (1,2,.....,n) فأن احتمالات الانتهاء $U_j(n)$,.....,$U_j(2)$,$U_j(1)$تمثل حلاً وحيداً لنظام المعادلات :

$U_i(j)=1$ ...(2-7)

$U_j(i)=0$ ... (2-8)

$U_j(i)=\sum_k pik\ uj(k)$ ... (2-9)

ففي الحالة التي يتعذر فيها الوصول إلى (j) من (i) تحقق المعادلة (2-8)، أما المعادلة (2-9) فتحقق في حالة امكانية الوصول إلى (j) من (i) . وفي تحليل سلاسل ماركوف تتم تجزئة مصفوفة احتمالات الانتقال إلى أربع مصفوفات جزئية وكالاتي :

اذ تتألف المصفوفات الجزئية من عناصرها الاحتمالية والموضحة بالشكل الاتي :

$$P=\begin{bmatrix} N & Q \\ O & I \end{bmatrix} \quad ...(10)$$

اذ أن :

N : تمثل مصفوفة من الرتبة (nxn) تتضمن احتمال الانتقال من أي حالة غير منتهية إلى أي حالة غير منتهية أخرى .

Q : تمثل مصفوفة من الرتبة (nxa)تتضمن احتمال الانتقال من أي حالة غير منتهية إلى حالة منتهية .

O: تتمثل مصفوفة صفرية من الرتبة (axn)تعكس احتمالات الانتقال من الحالة المنتهية إلى الحالةغير المنتهية .

I: مصفوفة الوحدة من الرتبة (axa) عناصرها تمثل احتمالات البقاء ضمن الحالة المنتهية .

4: الجانب التطبيقي

لغرض وضع البيانات التي تم الحصول عليها بصورة مطابقة لنموذج المستخدم لابد من معرفة الأمور والأهداف التي يرغب في تحقيقها، لكي نحدد حالات النموذج بصورة دقيقة، ويكون النموذج مطابق للواقع العملي . اذ نهدف الى معرفة اعداد المصابين والمتوفين في المستقبل القريب والبعيد .والجدول التالي يوضح عدد المصابين بالامراض السرطانية موزعة على حالتين، المصابين من الذكور والمتوفين من الذكور من خلال المصفوفة الماركوفية التالية :

جدول (1)

أعداد المصابين والمتوفين بالأمراض السرطانية من الذكور للفئة العمرية [0-14] في محافظة البصرة لعام 2008 .

الحالات	M1	M2	المجموع عند المدة t
M1	910	64	974
M2	0	64	64
المجموع عند المدة t+1	910	128	1038

المصدر/ الجدول من إعداد الباحثة

حيث إن :

M_1 : تمثل حالة المصابين من الذكور.

M_2 : تمثل حالة المتوفين من الذكور .

ولغرض تقدير الاحتمالات الانتقالية للمصابين سنعتمد على المعادلة :

$Pij=Yij/Yi.$; $i, j=1,2$

$P11=910/974=0.93$

$P12=64/974=0.07$

وبعدها يتم وضع تلك الاحتمالات على شكل مصفوفة .

جدول (2)

مصفوفة ماركوف للذكورللفئة العمرية [0-14] لعام 2008

$$P=\begin{bmatrix} 0.93 & 0.07 \\ 0 & 1 \end{bmatrix}$$

المصدر/حسبت المصفوفة من قبل الباحثة بالاعتماد على الجدول[1-3].

لغرض حساب التوزيع المستقر للمصفوفة لابد من تحقق شروط :

إن حالات المصفوفة تكون ذات عودة موجبة وذلك لأن متوسط عدد الزيارات Mi للحالتين يحقق الشرط Mi<∞

F11=0.93

F112=0

$F11=\sum_{n=1}^{\infty} f11^n$

= 0.93+0+.....=0.93~ 1

حالة العودة:

الحالة (1)حالة عودة

$M1=\sum nf11^n$

0.93<∞

F22=1

$F22=\sum nF22^{\ n}$

=1<∞

حالة عودة موجبة

بالنسبة للشرط يلاحظ أن حالات المصفوفة جميعها تكون غير دورية وذلك كون جميع احتمالات حالات المصفوفة تكون موجبة من الدورة الأولى ممايدل على أن القاسم المشترك الأعظم لعدد الدورات لأي حالة من حالات المصفوفة هو الواحد الصحيح .

P11=0.93 > 0

d(1)=1 حالة غير دورية

P22=1 > 0

d(2)=1 حالة غير دورية

لغرض حساب التوزيع المستقر للمصفوفة :

$P^2=PP^{2-1}$

$$=\begin{bmatrix}0.86 & 0.135\\ 0 & 1\end{bmatrix}$$

$P^3=PP^2$

$$=\begin{bmatrix}0.799 & 0.196\\ 0 & 1\end{bmatrix}$$

$P^4=PP^3$

$$=\begin{bmatrix}0.74 & 0.25\\ 0 & 1\end{bmatrix}$$

$P^5=PP^4$

$$=\begin{bmatrix}0.7 & 0.3\\ 0 & 1\end{bmatrix}$$

استقرت صفوف المصفوفة P عند القوة n=5 وأن المتجة الوحيد لهذة المصفوفة كالأتي :

$\pi=\{0.7 \quad 0.3\}$

1-4: نتائج التنبؤ للذكور

يجب ان نعرف أولآ متجه التشكيل الأبتدائي عند الزمن t والذي يمثل االزمن الابتدائي

$Ct=\{974 \quad 64\}$

عدد المصابين عند الزمن t+1 التي نرمز لها Ct+1 يتم الحصول عليها من العلاقة

$Ct+1=Ct\ P$

$=[906 \quad 132]$

نلاحظ من هذا المتجه ازدياد عدد الوفيات بمقدار 68

$Ct+2=CtP^2$

=[838 195]

يمكننا من التنبؤ بعدد المصابين عند أي مدة زمنية مرغوب فيها

$Ct+n=Ct\ P^n$

اما بالنسبة للحالة المتوقعة على الأمد البعيد للمصابين

$C\infty=Ct\ Lv$

=[727 311]

2-4 اختبار المعنوية :

ولاختبار صلاحية نموذج ماركوف للتقدير لدينا الفرضية التالية :

H0: إن سلسلة ماركوف المقدرة P من الدرجة صفر

H1: إن سلسلة ماركوف المقدرة Pمن الدرجة الأولى

$\lambda=2\sum_{j=1}^{m}\sum_{i=1}^{m} Yij\ Log\ Yij(\sum_{j=1}^{m}\sum_{i=1}^{m} Yij) / Yi.\ Y.j$

=2[910Log(910)(1038)/(974)(910)+64Log(64)(1038)/(974)(128)+64Log(64)(1038)/(64)(128)]

=2[25.48+-17.28+3.64]

=2(11.84)

=23.68

إن الإحصاءة المذكورة آنفاً تسلك على وفق مربع كاي وبدرجة حرية (m-1) حيث إن m تمثل عدد الحالات المقدرة في سلسلة ماركوف وهي 2 في هذه الحالة . وبعد حساب قيمةالإحصاءة الخاصة بالفرضية (23.68) =λ. ومن خلال مقارنتها بالقيمة الجدولية لتوزيع مربع كاي بدرجة حرية (1) وعند مستوى معنوية 0.05 نلاحظ ان القيمة الجدولية تساوي (3.84) . وهي أصغر من القيمة المحسوبة λ وعليه يكون القرار برفض العدم وقبول الفرضية البديلة أي إن المصفوفة p من الدرجة الأولى وتمثل الظاهرة المدروسة وإن نموذج ماركوف استطاع تمثيل عدد المصابين بالأمراض السرطانية للأطفال بصورة جيدة .

3-4: التنبؤ من نموذج ماركوف للإناث

جدول يوضح عدد المصابات بالأمراض السرطانية موزعة على حالتين مصابات من الإناث ومتوفيات من الإناث

جدول (3)

اعداد المصابات بالأمراض السرطانية للفئة العمرية [0-14] من الاناث في محافظة البصرة لعام 2008 .

المجموع عند المدة t	F2	F1	الحالات
557	32	525	F1
32	32	0	F2
589	64	525	المجموع عند المدة t+1

حيث ان :

F_1 تمثل حالة المصابات من الإناث .

F_2 تمثل حالة المتوفيات من الإناث .

ولغرض تقدير الاحتمالات الانتقالية للمصابات سنعتمد على المعادلة التالية :

Pij=Yij/Yi. ; I,j=1,2

P11=5255/57=0.94

P12=32/557=0.06

وبعدها يتم وضع الاحتمالات في المصفوفة كالأتي :

جدول (4)

$$P=\begin{bmatrix}0.94 & 0.06\\ 0 & 1\end{bmatrix}$$

إن حالات المصفوفة p جميعها تكون ذات عودة موجبة وذلك لأن متوسط عدد الزيارات Mi للحالتين يحقق الشرط Mi>∞ :

F11=0.94

F112=0

F11=$\sum_{n=1} f11\ n$

=0.94 1

الحالة (1) حالة عودة :

M1=$\sum nf11^n$

=1(0.94)=0.94 <∞

حالة عودة موجبة :

F22=1

F22=$\sum f22^n$

الحالة (2) حالة عودة موجبة =1

M2=$\sum n\ f22^n$

=1 < ∞

حالة عودة موجبة

بالنسبة للشرط يلاحظ ان حالات المصفوفة جميعها تكون غير دورية وذلك لكون احتمالات حالات المصفوفة موجبة من الدورة الأولى، ممايدل على أن القاسم المشترك الأعظم لعدد دورات أي حالة من حالات المصفوفة هو الواحد الصحيح .

P11=0.94 >0

d(1)=1

P22=1 >0

d (2)=1 حالة غير دورية

حساب التوزيع المستقر للمصفوفة :

P^2=pp

$$=\begin{bmatrix}0.884 & 0.116\\ 0 & 1\end{bmatrix}$$

$P^3=pp^2$

$$=\begin{bmatrix}0.831 & 0.169\\ 0 & 1\end{bmatrix}$$

$P^4=pp^3$

$$=\begin{bmatrix}0.78 & 0.29\\ 0 & 1\end{bmatrix}$$

$P^5=PP^4$

$$==\begin{bmatrix}0.73 & 0.3\\ 0 & 1\end{bmatrix}$$

$P^6=PP^5$

$$=\begin{bmatrix}0.7 & 0.3\\ 0 & 1\end{bmatrix}$$

استقرت صفوف المصفوفة Pعند القوة n=6 وأن المتجة الوحيد لهذة المصفوفة

π=[0.7 0.3]

4-4 نتائج التنبؤ للإناث:

يجب ان نعرف أولآ متجه التشكيل الابتدائي عند الزمن tوالذي يمثل الزمن الابتدائي

Ct=[557 32]

عدد المصابات عند الزمن t+1 التي نرمز لها Ct+ 1 يتم الحصول عليها من العلاقة

Ct+1= Ct P

=[529 65]

Ct+2=Ct P2

=[429 97]

يمكننا من التنبؤ بعدد المصابات عند أي مدة زمنية مرغوب فيها

Ct+n=Ct Pn

أما بالنسبة للحالة المتوقع اليها على الامد البعيد للمصابات

C∞=C Lv

=[412 97]

نلاحظ ازدياد عدد الوفيات من الإناث في المستقبل بنسبة 80 وهذا يعني أن العلاجات غير مناسبة للمرضى .

1-4-4 أختبار المعنوية :

ولاختبار صلاحية نموذج ماركوف للتقدير لدينا الفرضية التالية :

H0: إن سلسلة ماركوف المقدرة P من الدرجة صفر .

H1: إن سلسلة ماركوف المقدرة Pمن الدرجة الأولى .

$\lambda=2\sum_{j=1}^{m}\sum_{i=1}^{m} Yij \text{ Log } Yij(\sum_{j=1}^{m}\sum_{i=1}^{m} Yij) / Yi.\ Y.j$

=2[525Log(525)(589)/(557)(525)+32Log(32)(589)/(557)(64)+32Log(32)(589)/(32)(64)

=2[525Log(309225)/(292425)+32Log(18848)(35648)+32Log(18848)/(2048)]

=2[13.125+-8096+30.72]

=69077

إن الإحصاءة المذكورة آنفاً تسلك على وفق مربع كاي وبدرجة حرية (m-1) حيث إن m تمثل عدد الحالات المقدرة في سلسلة ماركوف وهي 2 في هذه الحالة . وبعد حساب قيمة الإحصاءة الخاصة بالفرضية (69.77) =λ. ومن خلال مقارنتها بالقيمة الجدولية لتوزيع مربع كاي بدرجة حرية (1) وعند مستوى معنوية (0.05) نلاحظ ان القيمة الجدولية تساوي (3.84) . وهي أصغر من القيمة المحسوبة λ وعليه يكون القرار برفض العدم وقبول الفرضية البديلة اي إن المصفوفة p من الدرجة الأولى وتمثل الظاهرة المدروسة وإن نموذج ماركوف استطاع تمثيل عدد المصابات من الإناث بالأمراض السرطانية للأطفال بصورة جيدة .

جدول (5)

" نتائج التنبؤ بنموذج ماركوف باعداد المصابين والمتوفين بالامراض السرطانية للأجمالي من الاطفال للفئة العمرية [0-14] في محافظة البصرة " .

المتوفين	المصابين	السنة
654	1481	2012
712	1393	2013
760	1316	2014
846	1230	2015
925	1150	2016
1060	1075	2017
1126	1005	2018

المصدر/ الجدول من إعداد الباحثة

جدول (6)

" نتائج التنبؤ بنموذج ماركوف باعداد للمصابين والمتوفين بالامراض السرطانية من الاطفال من الذكور للفئة العمرية [0-14] في محافظة البصرة " .

المتوفين	المصابين	السنة
308	721	2012
356	682	2013
404	634	2014
449	589	2015
490	548	2016
528	509	2017
564	473	2018

المصدر/الجدول من إعداد الجدول الباحثة

جدول (7)

"نتائج التنبؤ من نموذج ماركوف باعداد للمصابين والمتوفين بالامراض السرطانية للاطفال من الاناث المصابين للفئة العمرية [0-14] في محافظة البصرة " .

المتوفين	المصابين	السنة
346	760	2012
356	711	2013
356	682	2014
397	641	2015
435	602	2016
532	566	2017
562	532	2018

المصدر/الجدول من إعداد الباحثة

جدول (8)

"النسب المئوية للتنبؤ في أعداد المصابين والمتوفين للاعوام [2012-2018] "

وفيات إناث	وفيات ذكور	إناث مصابات	ذكور مصابين	السنة
53	47	51	49	2012
50	50	51	49	2013
47	53	53	48	2014
47	53	52	47	2015
47	53	52	47	2016
50	50	53	48	2017
50	50	53	47	2018
%49	%50	%52	%48	المعدل

5: تطبيق خوارزمية "Viterbi "

خوارزمية " Viterbi " تمثل إحدى خوارزميات البرمجة الديناميكية والتي تستخدم في إيجاد أفضل متتالية من الحالات الموجودة ضمن نموذج ماركوف المخفي " HMM " .

تعمل خوارزمية " Viterbi " على ايجاد أفضل متتابعة حالة عندما يكون المعطى الأنموذج $\lambda=(A,B,\pi)$ وعدد الحالات هو (N) ومتتابعة المشاهدات $O=\{O1,O2,.....,OT\}$. وتكون هذه الخوارزمية مشابهة للخوارزمية الأمامية الا أنها تأخذ أعلى احتمالية للمسارعلى احتمال المسارات السابقة ، في حين ان الخوارزمية الأمامية تأخذ المجموع (Sum) . كذلك فأن خوارزمية فيتربي لها مؤشرات تراجعية " Back-Pointers " لاتمتلكها الخوارزميات الأساسية، إذ يتم حساب أفضل تسلسل للحالة عن طريق الاحتفاظ بمسار الحالات المخفية التي تقود لكل حالة، ثم تتبع أفضل مسار " Back Trace " إلى البداية . [12]

ولكي يتم إيجاد متتابعة الحالة المثلى لمتتابعة المشاهدات يجد النظام متتابعة الحالة ذات الطول (n) من الحالة الابتدائية الى الحالة النهائية .وكالآتي :

1 . القيمة الابتدائية $\delta_0(s)=1$ لكل (s) من حالة البدء، وأن $\delta_0(s)=0$ بالنسبة للحالات الآخرى . تلك تبدو وكأنها تمتلك حالة واحدة، فقط في مصفوفة المشاهدات المتعاقبة عند الموقع [صفر].

2 . لكل قيمة $i=1,.....n$ نحل كل من :

$$a.\delta_i(s)=max s_{i-1} P(Si/S_{i-1})\ P(w_{i-1}/S_{i-1})\delta_{i-1}(S_{i-1})$$

$$b.\Psi_i(s)=arg\ max s_{i-1}\ P(Si/S_{i-1})\ P(w_{i-1}/S_{i-1})\delta_{i-1}(S_{i-1})$$

3 . آخيراً، نضع حالة النهاية عند الموقع (n+1) باستخدام القاعدة رقم (2) المذكورة آنفاً . [19]

لدينا من مشكلة البحث أن مصفوفة توزيع الاحتمالات الانتقالية التالية :

Next

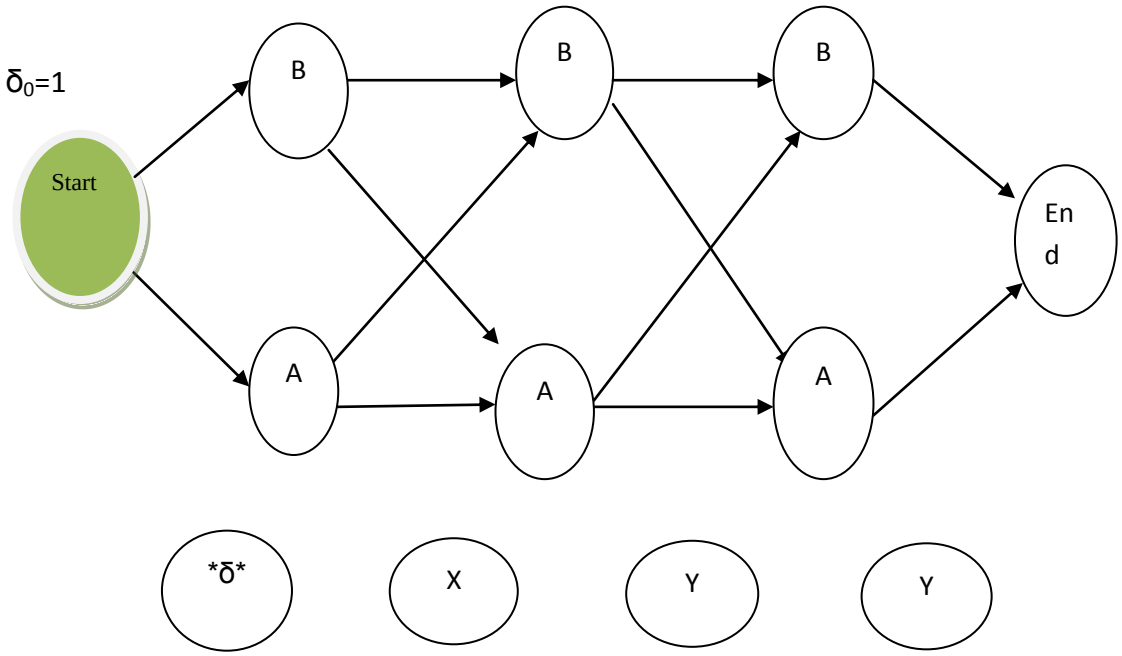
Current	A	B	End
Start	0.7	0.3	0
A	0.94	0.06	1
B	0.7	0.3	1

في حين مصفوفة emission لتوزيع الاحتمالات المرافقة وكالآتي :

Word

Start	*S*	X	Y
State	1	0	0
A	0	0.94	0.06
B	0	0.3	0.7

نفترض ان المدخلات المتعاقبة (xyy) . نبدأ بناء الشبكة عند الحالة الابتدائية عندما $\delta_0(*Start*)=1$. أما العقد المضللة فتشير الى عدد التكرارات المتعاقبة المتولدة، والتي يمكن توليدها لكل ملف في الشبكة . كما في الشكل التالي :



وبعد ذلك، نقوم بتحليل قيم (δ) عند الموقع (1) :

$$\delta_1(A)\ (A)=\max\delta_0\ P(A/S_0)\ P(*S*/S_0)\delta_0\ (S_0)\ \ldots\ldots\ldots[1]$$

وهي معادلة بسيطة وسهلة لأنها تتضمن قيمة واحدة محتملة فقط وهي (S_0)، وأن حالات البداية :

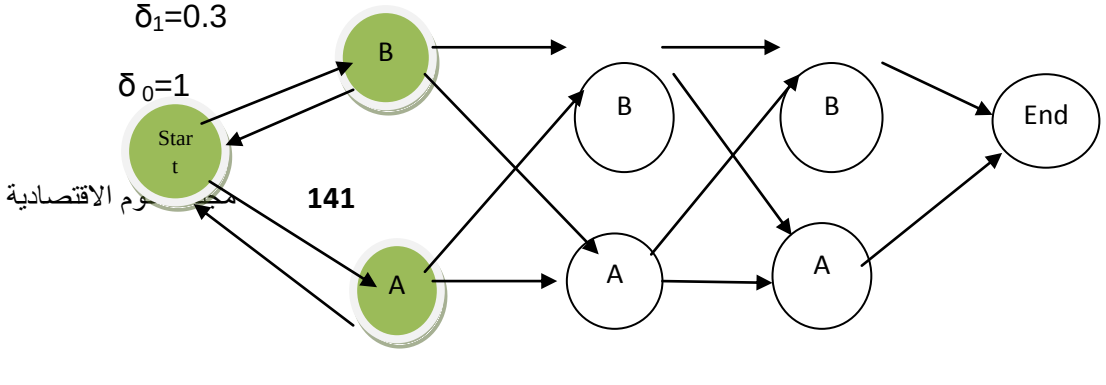
$$\delta_1(A)=1*1*0.7=0.7\quad \ldots\ldots.[2]$$

وهكذا يمكن الحصول على :

$$\delta_1(B)=1*1*0.3=0.3\quad \ldots\ldots.[3]$$

إن التعاقب المعاكس لكليهما يرحل على أنهما تعاقب (A)= تعاقب (B) اي :

$$\Psi_1(A)=\Psi_1(B)=*S_0*\quad \ldots\ldots\ldots[4]$$



$\delta_1=0.7$

بعدها نحل قيم عند الموقع (2) :

δ_2(A)=maxδ_1 P(A/s_1) P(*s*/s_1) (s_1) …….[5]

δ_2(A)= max{ 0.94*0.4*0.7;0.94*0.3*0.3}……[6]

δ_2(A) = max {0.2632 ; 0.0846}

δ_2(A)=0.2632

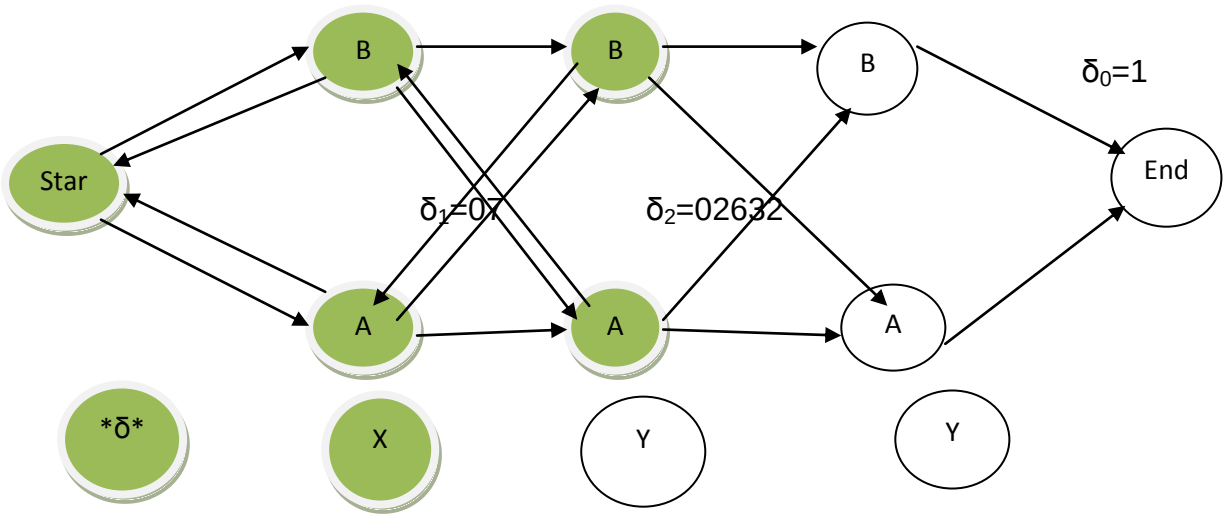
Ψ عندها يكون : s_2(A)=B_1، عندما B=هذه القيمة$_1$

δ_2(B)= max {0.7*0.94*0.7;0.3*0.3*0.3}

δ_2(B)= max {0.4606; 0.027}

δ_2(B) = 0.4606

$\delta_1=03$ $\delta_2=0.4606$



ثم نكرر التعاقب مرة آخرى عند الموقع (3) :

δ_3(A)=max{0.94*0.06*0.61852 ; 0.7*0.3*0.4606}

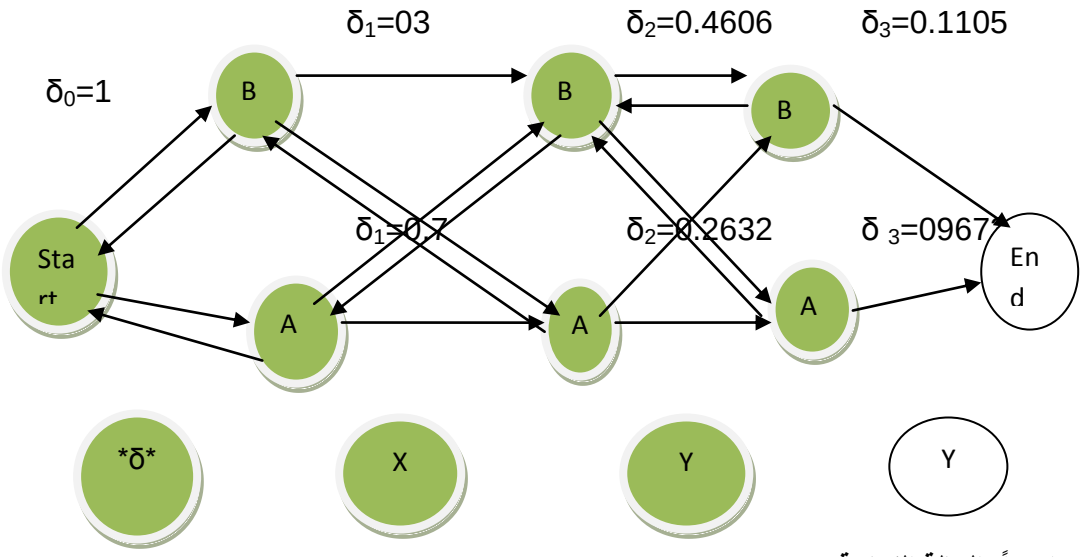
max {0.03488 ; 0.9673} $=_3\delta$

{0.9673} $=_3\delta$

B)=max {0.7*0.06*0.2632 ; 0.3*0.7*0.4606 }$(_3\delta$

B)= max {0.0115 ; 0.0967 }$(_3\delta$

B)=0.1105 $(_3\delta$



واخيراً، الحالة النهائية :

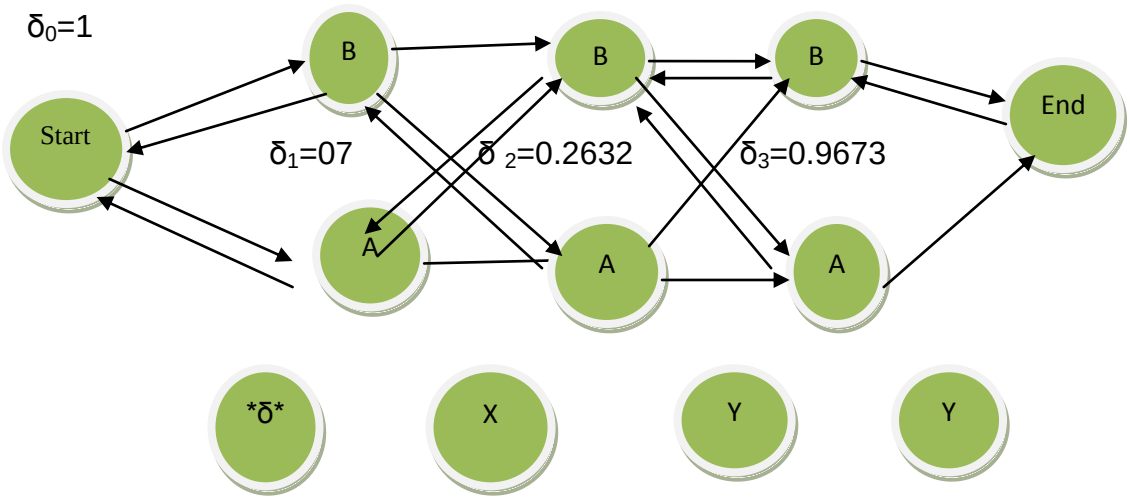
End)=max {1*0.06*0.9673 ; 1*0.7*0.1105}$(_4\delta$

End)= max {0.05803 ; 0.07735 } $(_4\delta$

End)= 0.07735 $(_4\delta$

كما في الشكل التالي :

δ_1=0.3 δ_2=0.4606 δ_3=0.110



لذلك نستطيع تقرأ فيتربي المتعاقب للمؤشرات التراجعية من خلال الحالة الابتدائية

Veterbi Sequence = ABB

الاحتمالية الناتجة :

P(ABB ; xyy)=0.07735

علماً أن هذا الاستدلال يختلف حسب احتمالات النموذج التكراري، كما إن نماذج الترافق والانتقال تعمل معاً لتحديد الاستدلال اللاحق.

1-6 **الاستنتاجات** :

1- أظهرت نتائج التنبؤ بنموذج ماركوف ارتفاع عدد الوفيات بشكل كبير في المستقبل ففي سنة 2012 كان عدد الوفيات (540) في حين ارتفع الى (880) طفلاً متوفىً في سنة 2018 وهذا يتفق مع فرضية البحث التي تنص على ازدياد أعداد الوفيات ممايدل على ملاءمة النموذج للبيانات.

2- كما أظهرت نتائج التنبؤ بنموذج ماركوف ارتفاع عدد الوفيات من الاطفال الذكور بشكل كبير ففي سنة 2012 كان عدد الوفيات (308) إذ ارتفع الى (564) طفلاً متوفىً في سنه 2018، وكذلك الحال بالنسبة للإناث إذ ارتفعت أعداد الوفيات من (346) إلى (562) في سنة 2018.

3- أظهرت الدراسة أن معدل عدد المتوفين من الذكور والإناث يميل الى التساوي أو التقارب كلما زاد عدد المصابين المسجلين في تلك المدة إذ بلغت النسبة المصابين من الذكور والإناث [52,48] على التوالي. إذ الأمر يتعلق باستقرار تكرار بعض الحوادث عند وجود عدد كاف منها مع أنها عشوائية .

4- يتضح أن زيادة عدد خطوات الاحتمالات المطلقة يجعلها غير مرتبطه بالحالة الابتدائية وهذا مايميز ماركوف للسلاسل المستقرة طويلة الأجل .

5- من تطبيق خوارزمية فيتربي وجدنا الاحتمالية الناتجة للمؤشرات التراجعية من خلال الحالة الابتدائية للشبكة (ABB) تساوي (0.07735) .

6- بدأت انواع النماذج السابقة تترابط بعد توضيح نتيجة التنبؤ في كل نموذج، والتي أظهرت جميعها زيادة في أعداد المصابين والمتوفين بالأمراض السرطانية ،وأن كانت كل درجة مختلفة عن غيرها بطريقة خاصة تجمع بين أختلافات الدرجة والنوع .

7- أن توفير البيانات الدقيقة والتفصيلية من قبل المؤسسات الصحية ذات العلاقة للباحثين في المواضع الطبية والبيولوجية، إذ يمكن أن تستخدم تلك البيانات والنتائج التجريبية بأكبر فائدة وذلك من خلال أخضاعها إلى التحليلات والأختبارات الإحصائية الدقيقة .

8- أن الباحث الأحصائي يعطي حساباً منظماً للمبادئ الإحصائية المستخدمة في تحليل ومعالجة التجارب الحياتية في أختبار المواد الكيمياوية والفيزياوية المختلفة وغيرها من المعالجات، وكذلك تحديد تأثيراتها .

2-6 التوصيات :

على الرغم من أنه لايمكن الفصل في انهاء المرض، لكن نطرح بعض التوصيات حول مدى السبل لتلافي آثاره ومعالجته وهي :-

1- لابد من وضع استراتيجية تنموية صحية تنص على إعداد الخبراء المتخصصين من أساتذة وكوادر طبية متخصصة وبناء مراكز علاج نموذجية ومتطورة .

2-نوصي بآجراء دراسة عن الامراض السرطانية باستخدام نماذج السلاسل الزمنية المستقرة وغير المستقرة ولجميع الفئات العمرية.

3-التوسع في البحوث والدراسات التي تتناول امراض السرطان في الطفولة المبكرة من قبل الجامعات ومراكز البحوث والمؤسسات المعنية وعمل الدراسات المسحية الدورية لتقييم أحوال الطفولة من الاطفال المصابين .

4-اجراء دراسة إحصائية للتنبؤ بكمية الجرعات المثلى للاطفال المصابين بالامراض السرطانية .

5- اجراء دراسة للتنبؤ باعداد المصابين والمتوفين باستخدام شبكة الانتشار العكسي من خلال استخدام نماذج ماركوف المخفي أو تقنية الخلية العصبية الاصطناعية أو المزج بينهما .

6-ان التطبيقات الاحصائية من الامور المهمة في تحليل التجارب الحياتية النوعية . في سبيل المثال بإمكان الباحث الاحصائي من تحليل العلاقة بين الجرعات الكيمياوية التي تُعطي للمصابين بالأمراض السرطانية أو العلاج الإشعاعي أو الجراحة أو جميعها مجتمعة، أن يختبر ويحلل العلاقة الناتجة بين نسبة الوفيات والجرعة، أو تقدير قوة التأثير في حدوث الاستجابة أو عدم حدوثها، وتحديد الجرعة الوسيطة الفعالة، خاصة بالنسبة للأطفال المصابين بالأمراض السرطانية بعد استبعاد المتوفيين .

7-اعتماد المبدأ الوقائي من المخاطر البيئية أوالعوامل البيئية السامة والتعرض للاشعة السينية أو أدوية معينة قبل الولادة والاشعاعات الكهرومغناطسية .

8-ضروره توفير الأدوية والمعالجات لتقوية جهاز المناعة في مراحل مبكرة من الإصابة لتعزيز الجهاز المناعي فضلاً عن الرضاعة الطبيعية من الخيارات الجيدة بالنسبة للمصابين من الرضع .

9-تحسين جودة الخدمات العلاجية والرعاية والتشخيص المبكر الدقيق مما تزيد من فرص الاستفاده من المعالجات.

10-استخدام الفيتامينات ومضادات التأكسد ونشر الوعي الصحي عند الأسر إذ أن هناك قدره شافية كبيرة في الفيتامينات ومضادات التأكسد . ان البيئة الملوثة والطعام غير الصحي والضغوط الاجتماعية تحرم الأجسام البشرية من أسلحتها الطبيعية . إذ الغذاء الصحي هو الغذاء المتوازن الذي يحتوي على العناصر الغذائية اللازمة لضمان صحة الجسم .

11-ينبغي على جميع الدول التي أسهمت في تلوث البيئة العمل على إزالة آثار التلوث نظراً لما تمتلكه من قدرات تكنولوجية متطورة وتعويض المصابين وعوائلهم عن كلفة النتيجة.

12-اتباع مجموعة من الاستراتيجيات المتضمنة زيادة قدرة الجهاز المناعي لدى المريض نفسه لمحاربة الورم، لآثارها الإيجابية في الشفاء من بعض الأورام .

المـــــصادر

أولاً : المصادر العربية

1- بان، احمد حسن ورشا رعد حسن، (2012)م " استخدام نماذج ماركوف المخفية في التعرف على صور الوجه الاعتيادي والمحدده حافاته، المجلة العراقية للعلوم الاحصائية، العدد 21، ص – ص: 24 .

2-بان، احمد متراس وكافي دنو بتي، (2009)م " خوارزمية مقترحة لتجزئة الصور باستخدام حقل ماركوف العشوائي "، كلية علوم الحاسبات والرياضيات، جامعة الموصل، ص – ص : 552 .

3-البياع، مهدي محمد ،(2003)م " اخطاءالتسجيل في سلاسل ماركوف دراسة تطبيقية على منتجات الألبان "، مركز بحوث السوق وحماية المستهلك، جامعة بغداد.

4-الخياط، باسل يونس ومثنى صبحي سليمان السليمان، (2013)م " التنبؤ عن الحالات المطرية في مدينة الموصل " ،المجلة العراقية للعلوم الإحصائية، العدد (23)، ص- ص:19-32.

5-الخياط، باسل يونس و هنادي داود سليم ،مازن محمد، (2010)م " خوارزمية مقترحة من مراوحة المشاهدات تنمذج وفق النموذج الماركوفي مع التطبيق "، المجلة العراقية الاحصائية، ص – ص : 359 -372

6-الركابي، زينب هاتف عباس، (2005)م " استخدام سلاسل ماركوف في التعرف على تعاقبات الحامض النووي DNA "، رسالة ماجستير في الاحصاء، جامعة بغداد ،كلية الادارة والاقتصاد، ص- ص : 1- 95.

7- ريكان، عبد العزيز احمد ،(2008) م " سلاسل ماركوف بين النظرية والتطبيق في المجال الاقتصادي أو المالي أو الإداري "، جامعة البصرة ،المجلد (30) العدد (92) .

8-الزيادي، صفاء كريم، (2003) م " استخدام سلاسل ماركوف وبرمجة الاهداف في تخطيط القوى العاملة مع التطبيق "، رسالة ماجستير في الاحصاء، الجامعة المستنصرية، كلية الادارة والاقتصاد، بغداد، ص – ص : 1-74 .

9-الصوفي، رنا بشار حسين، (2005)م " استخدام سلاسل ماركوف المخفية في تمييز حروف العلة في اللغة الانكليزية "، رسالة ماجستير في علوم الاحصاء، كلية علوم الحاسبات والرياضيات، جامعة الموصل، ص – ص : 1- 58.

10- الطالب،غيداء عبد العزيز وارمانسية حسون، (2010) م " التعرف على النص العربي المطبوع باستخدام نموذج ماركوف المخفي "، مجلة الرافدين لعلوم الحاسبات والرياضيات، المجلد 7، العدد 2، ص – ص : 173-188 .

11-العلي، ابراهيم ومحمد عكروش، سلمان احمد معلا ،(2009)م " تحليل حركة السوق باستخدام سلاسل ماركوف دراسة تطبيقية على الشركات التالية (شركةحماه –شركة غزل جبلة – الوليد للغزل بحمص) "، مجلة جامعة تشرين للبحوث والدراسات العلمية – سلسلة العلوم الاقتصادية والقانونية، المجلد (31)، العدد (1)، ص 175-184 .

12 - عمر ،صابر قاسم، (2014)م " تهجين انموذج ماركوف المخفي باستخدام شبكة ايلمان العصبية الاصطناعية مع التطبيق "، مجلة الرافدين لعلوم الحاسوب والرياضيات المجلد (11) العدد (1) .

13-محمد، احمد عادل وعمر عبد المحسن علي، (2012)م " التنبؤ في التغيرات الحاصلة على مصروفات الموازنة باستعمال سلاسل ماركوف مع التطبيق "، مجلة دراسات محاسبة ومالية، المجلد السابع، العدد 18- الفصل الاول، كلية الادارة والاقتصاد، جامعة بغداد، ص – ص : 117-133.

14- لطفي، لويز سيفين، (1977) م " بحوث العمليات المنهج الكمي لاتخاذ القرارات "، دار الجامعات المصرية بالاسكندرية .

15- المعزاوي، علي عبد السلام، (1977)م " بحوث عمليات في مجال الانتاج والتخزين والنقل "، دار العلوم الحديثة، بيروت – لبنان ،ص- ص: 1-533

ثانياً : المصادر الانكليزية

16-Alexander V. (2007) " markov chains and application ", Agust 17 .

17-Bruce A.craigand peter p.sendi .(2002) " Estimation of the transition matrix of a discrete-time markov chain " , health Economic 11:33-24 , Dol:10.1002/hec654 .

18-Ellis , D .(2001) " Sequence Recognition " , computer, speech ,and Language , Vol .1, no .2, p.167-197 .

19-Graham W.pulford .(2003) " Markov chains Analysis of the sequential probility Ratio Test for Automatic Track maintenance" ,Rydalmere Nsw 2112, Australia,p.1258-1265. .

20-Gregory Russell pond, (2008) " Design ana analysis of sequential clinical trials using a markov chain transition rate model with conditional power" ,department of public health sciences ,university of Toronto ,Doctor of philosophy,p.1-108 .

21-Liana Gazacioc and Elena cipu , " Evalution of the transition probabilities for daily precipitatin time series using markov chain model ", splaiul independentei 313,Ro-060042,Romania,p .22- .

22-Roger Levy ,(2009) " Hidden Markov inference with the viterbi algorithm ,Linguisttics ,Cse 256

23- Zhai, C.(2003) . " ABrief Not on the Hidden Markov Models " , IEEE Transactions onpami . vol .pami-18 ,No3, P. 475-479 .