وزارة التعليم العالي والبحث العلمي
جامعة البصرة
كلية الإدارة والاقتصاد
قسم الإحصاء

" نماذج ماركوف في التحليل الاحصائي والتنبؤ بإعداد المصابين بالأمراض السرطانية للأطفال من الفئة العمرية [0-14] في محافظة البصرة دراسة تطبيقية من سجلات رئاسة صحة البصرة للمدة (2008-2011)"

رسالة مقدمة

إلى مجلس كلية الإدارة والاقتصاد /جامعة البصرة

وهي جزء من متطلبات نيل درجة ماجستير علوم في الإحصاء

للطالبة

رغدة حامد تركي السعدون

بإشراف

أ.م. د. فوزية غالب عمر

1436هـ 2015م

“Abstract”

There is no doubt that one of the crucial stages of childhood from the age of man. The basic stage as operates approximately a quarter of his life and for creating effects are clear in the rest of ALamrsoa whether in behavior or in detalls. A Phase transition from a certain stage to the more advanced stage, which requires immediate and proper and serious attention in early childhood health and mental health. Basra province have been periods in the nineties of 2003 to the environmental pollution due to wars, as well as greenhouse gas emissions, leading to increased morbidity of cancer in the whole of Iraq ,in basra province in particular , and for all age groups, including children age category (0-14) . So it is through research, was predicted to prepare the injured and the dead cancerous disease of childhood in the province of basra,using Markov chains in the statistical analysis ,in the study of random processes that condition which is characterized by the future do not depend on the condition in the past , this type of operation is called Markov operations . dynamic programming was used to predict the prospects for Alvh Asthaddam markov so is hidden through viterbi algorithm to determine the likelihood of failure ,As the exact prediction important and prominent role in the decision-making process. 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 a futuistic vision of what will be the phenomena and changes in the future .And The success of the mechanism usually is measured accurately and it its forecast that the methods accuracy formthe basis it is clear that the method in the representation of the mechanism that contributedto the provision of basic information and health institutions , and research centers and The development of effective health policy and health institutions to take advantage of Alttabiqihvi scientific study of the field of child health. The study concluded that the results of the Markov model topredict the high casualties as well as deaths in the coming years.As the private Markov sequential analysis helpshealth department to predict the prospects of failure and the expectation of the potential for danger and thisis past of a theory.

"الملخص"

لا شك ان الطفولة إحدى المراحل الحاسمة من عمر الانسان. وتعد مرحلة اساسية إذ تشغل ما يقارب ربع حياته، ولأحداثها آثار واضحة في بقية العمر سواء أكان ذلك في السلوك أم في الصفات. وهي مرحلة انتقال من مرحلة معينة الى مرحلة اعلى أكثر تطورا، الأمر الذي يقتضي الاهتمام المباشر والصحيح والجاد في صحة الطفولة المبكرة والصحة النفسية.

لقد تعرضت محافظة البصرة في فترات التسعينات وبداية عام 2003 إلى التلوث البيئي بسبب الحروب فضلا عن الانبعاثات الحرارية مما أدى إلى ازدياد نسبة الإصابة بالأمراض السرطانية في عموم العراق، وفي محافظة البصرة على وجه الخصوص، ولجميع الفئات العمرية ومنها فئة الاطفال بعمر (0-14).

لذا ومن خلال البحث، تم التنبؤ بأعداد المصابين والمتوفيين بالأمراض السرطانية لمرحلة الطفولة في محافظة البصرة، باستخدام سلاسل ماركوف في التحليل الاحصائي ، في دراسة للعمليات العشوائية التي تتميز بأن حالتها المستقبلية لا تعتمد على حالتها في الماضي وهذا النوع من العمليات العشوائية يسمى بعمليات ماركوف ، وتم استخدام البرمجة الديناميكية للتنبؤ بإحتمالات الفشل وكذلك استخدام ماركوف المخفي من خلال خوارزمية فيتربي لتحديد احتمالات الفشل. إذ إن للتنبؤ الدقيق دوراً مهما وبارزا 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 أساسا 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. أستنتجت الدراسة من نتائج التنبؤ بنموذج ماركوف أرتفاع عدد المصابين وكذلك الوفيات في الأعوام القادمة . إذ أن تحليل ماركوف خاصة التتابعي يساعدالإدارة الصحية للتنبؤ باحتمالات الفشل والتوقع لاحتمالات الخطر وهذا جزء من نظرية أدارة الخطر.

Ministry of higher Education and Scientific Research

University of Basra

College of Administration and Economics

Department of Statistics

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).

A thesis submitted to the Coucile of Administration and Economics College , University of Basra as a partial Fulfillment of the Requirements for the degree of M.SC.in statistics

By

Raghda Hamed Turki

Supervised by

Assis.prof

Fawzia Ghalip Umar

1436 **2015**

المحتــوى

الجـــــداول

" مقدمة "

يعد مرض السرطان من الأمراض الخطيرة التي تشغل بال الباحثين في جميع انحاء العالم نظراً لازدياد معدل الإصابة فيه. لذا جاءت هذه الدراسة لتوضيح أحد تلك الأساليب الإحصائية والمتمثلة بسلاسل ماركوف من حيث إمكان استخدامها في وصف الظاهرة الاقتصادية أو الإدارية 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 ، و ذلك من خلال استخدام التحليل الإحصائي لأنموذج سلاسل ماركوف المبني للظاهرة قيد الدراسة والذي يعتمد بالأساس على مصفوفة الاحتمالات الانتقالية المقدرة لتلك الظاهرة و المتجه الوحيد .

السرطان مصطلح يشمل مجموعة من الأمراض التي يمكنها أن تصيب كل أجزاء الجسم. ويشار إلى تلك الأمراض بالأورام . وطبقا للمعيار المعتمد من قبل الولايات المتحدة والمستخدم بشكل عشوائي يكشف، أن مصطلح سرطان الأطفال يشمل الفئة العمرية من (0-14) ومن الممكن أن يصل حتى سن 14 عاما. وهنالك 12 نوعا من السرطانات قد تصيب الأطفال، ويعد اللوكيميا وسرطان الدماغ من أشهر أنواع السرطانات التي تصيب الطفولة وتزيد مخاطر الإصابة لدى الأطفال الرضع وتقل كلما كبروا.

ونتيجة للتلوث البيئي الكبير الذي تعرضت له البيئة العراقية، جراء الحروب وخاصة في الجنوب العراقي، تزايدت الأمراض السرطانية إذ ظهرت أمراض غريبة، وأخرى معروفة، وأهمها أمراض سرطان الدم الذي لم يكن معروفاً في العراق. وأشارت دراسة أعدتها شعبة تعزيز الصحة في وقت سابق من هذا العام من تسجيل 340 حالة من حالات سرطان الدم بين عامي 2001 و 2008 في البصرة. مقابل 17 حالة عام 1988و 93 حالة عام 1997. كما ارتفعت كمية اليورانيوم في تربة البصرة من 60-70 بيكريل للكليو غرام الواحد

من التربة قبل عام 1991 إلى 10 آلاف بيكريل للكليو غرام في المناطق التي تركزت بها مخلفات الحرب .

لذا ومن خلال هذه الدراسة سوف يتم التنبؤ بأعداد الأطفال المصابين والمتوفين بالأمراض السرطانية في محافظة البصرة ، من خلال استخدام سلاسل ماركوف ومزجها بالتحليل التتابعي الديناميكي ، إذ 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 فضلاً عن تطبيقاتها المتعددة في الكثير من النماذج الإحصائية والهندسية وفي نظرية الموثوقية من خلال (الوصف، والسيطرة والتنبؤ المستقبلي) .

لقد تناولت الدراسة أربعة فصول:

الفصل الاول: تضمن منهجية البحث فضلا عن الاستعراض المرجعي، الذي قدُمت فيه دراسة ملخصة تساعد على قراءة نص ونتائج أبحاث وتجارب الأخرين في استخدام آلية سلاسل ماركوف، والممارسة العلمية والتطبيقية، والمجهود العميق ليظهر بشكل واضح على دقة آلالية وأهميتها بما تقدمه في ذلك العرض، ومدى الإفادة الكبيرة التي يحصل عليها من تلك القراءات.

الفصل الثاني: وقد احتوى على بعض المفاهيم عن العمليات التصادفية، وسلاسل ماركوف فضلاً عن بعض النظريات العلمية والرياضية المتعلقة بسلاسل ماركوف مثل مبرهنة برون فروبانيوس التي تستخدم عندما يكون فضاء الحالة مستمر وكذلك الصيغ الرياضية والتحليل العلمي التتابعي الدقيق التي عالجت بها الموضوعات واستيعاب الاتجاهات التحليلية على أساس من المناقشة والبراهين فضلاً عن نموذج ماركوف المخفي HMM وخاصة خوارزمية " فيتربي " الديناميكية.

الفصل الثالث: وتناول الجانب التطبيقي لآليات سلاسل ماركوف والتحليل التتابعي "الديناميكي" وماركوف المخفي في التنبؤ باحتمالات وأعداد المصابين والمتوفين بأمراض السرطان للفئة العمرية (0-14) في محافظة البصرة،

الفصل الرابع والاخير: فقد تضمن أهم الاستنتاجات والتوصيات. التي توصلت اليها الدراسة والأنماط التي سارت عليها. لتؤكد الدراسة وتبين بعض المبادئ المستخلصة.

وأخيرا، إن الدراسة ذات جدوى وهدف إنساني كبير، ولاسيما في الاعوام الحالية، اذ تردت حالة الإصابة بالأمراض السرطانية للأطفال في الفئة العمرية (0-14) في محافظة البصرة إلى مستوى يشكل علامة خطر على حياة الطفولة في تلك الفئة المهمة.

فالالتزام بمبدأ أن معرفة واقعية أعداد الاطفال المصابين والمتوفين في الامراض السرطانية، يُمكّن من التنبؤ بأي موقف في المستقبل، وتقدير احتمالات الخطر باستخدام أسلوب مراجعة السجلات وتدقيقها.

ولابد أن تقوم تلك الدراسات على حجة علمية قوية لأعلى مجرد تخمينات، وذلك باعتماد الأساليب الرياضية والتجريبية والتوجه نحو النزعة التجريبية، فالأحكام الشرطية للعلم، تتضمن أنواعا من النماذج التطبيقية، بوصفها متطلبات أو شرطا لوجودها الحقيقي، ومدعومة بدراسة ما ستكون عليها النتائج، واثبات واقعية تلك المشكلة أو الظاهرة.

وتبني بعض المبادئ المستخلصة، لعلنا نجد مخرجآ من تلك الظاهرة الخطيرة، التي تمثل خسارة ومسؤولية اجتماعية تقع على عاتق المؤسسات الصحية والمجتمع، والتي احدى مسبباتها التلوث البيئي المستمر الذي يجعل المخاطر قدرآ كبيرآ تواجهه بيئة محافظة البصرة.

"ومن الله التوفيق "

الفصل الاول

" منهجية البحث والاستعراض المرجعي "

(Research Methodoology and Reference review)

1-1منهجية البحث:

•مشكلة البحث

نتيجة لعوامل التلوث التي تعرضت لها محافظة البصرة في مدد التسعينات وبداية 2003 بسبب ظروف الحرب ، إذ تؤدي الحروب دوراً بارزاً وخطيرا في التأثير بالبيئة ، كما وإنها باتت تستخدم مختلف الاعتدة التي تحمل عوامل التلويث لتلك البيئة مما يزيد من خطورتها 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 إن الانبعاثات الحرارية قد تساعد ايضاً على ازدياد نسبة الإصابة بالأمراض السرطانية في محافظة البصرة ولجميع الفئات العمرية ومنها فئة الأطفال (0-14) الأمر الذي يجعل من تلك المشكلة معضلة صعبة قد تستفحل 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 إلى إيجاد علاقات رياضية تربط بين سلاسل ماركوف والتحليل التتابعي الديناميكي للتنبؤ في المستقبل وتحديد احتمالات الفشل، عن طريق مصفوفة الانتقال والتحليل الإحصائي، للوقوف على مدى الزيادة الحاصلة بنسبة الإصابة بالسرطان لدى الأطفال في محافظة البصرة نتيجة ازدياد التلوث فضلاً عن العوامل الاخرى. إذ أن التنبؤ يمثل رؤية مستقبلية لما ستكون عليه الظواهر والمتغيرات الحالية في المستقبل. كذلك استخدام نموذج ماركوف المخفي من خلال خوارزمية "فيتربي".

• فرضية البحث

يستند البحث إلى فرضية أن معدل الإصابة أو عدد المصابين بالأمراض السرطانية للأطفال في الفئة العمرية (0- 14) في محافظة البصرة تتزايد عبر السنوات المتعاقبة.

- **أسلوب مجتمع الدراسة**

تتضمن الدراسة، دراسة تطبيقية تحليلية علمية مادتها الأساسية بيانات سجلات دائرة الصحة في المحافظة للأطفال المصابين والمتوفين بالأمراض السرطانية للفئة العمرية (0-14) في جميع مستشفيات البصرة الحكومية والاهلية.

- **أهمية البحث :**

الطفولة هي المرحلة العمرية الممتدة من الولادة حتى البلوغ. وتعد الطفولة مرحلة أساسية من عمر الإنسان، إذ تشغل ما يقرب ربع حياته، ولأحداثها اثار واضحة في بقية العمر سواء أكان ذلك في السلوك أم في 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 "مرض السرطان لدى الأطفال" ، لإن نموذج ماركوف جداً مفيد ، في اتخاذ القرارات خاصة في المشكلات ذات المخاطرة المستمرة طوال الوقت ، وعندما تكون الفائدة من أوقات حدوثها لكل مدة أكثر من سابقتها . كما الحال في المجالات الطبية إذ 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 آخري، لذا يساعد نموذج ماركوف في تقييم التشعب الدائري في صورة أشبه 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. مما سبق يتضح لنا أن معظم القراءات والتجارب التطبيقية التي ذكرناها. لبعضها مؤثرات أثرت بشكل كبير على اتجاهات الدراسة ، وهو ما يتعلق بالاتجاه الفكري العلمي التطبيقي الذي ينتمي اليه تحليل ماركوف التتابعي أو المخفي ، إلا أن ما يميز الدراسة ان التحليل الذي قدمته في نظرية ماركوف تقضي بربط سلاسل ماركوف مع التحليل التتابعي الديناميكي لسلسلة زمنية مرئية، واحداث تداخل بين الاتجاهين ، والمزج بين عناصرها للوصول الى رؤية مستقبلية لتفادي المخاطر ، من خلال الاعتماد على بعض اساليب التنبؤ الرياضية والكمية لصياغة إستراتيجية ، لتقييم قرارات المخاطر وفقآ لمعيار تحديد احتمالات الفشل و تعظيم القيمة وهو الهدف النهائي ، الذي يجعل التنبؤ من تلك الوقائع نفسها أكثر اكتمالا ودقة .

على حد علم الباحث لأول مرة تم التطبيق من قبل الباحثة في المجال الطبي للأمراض السرطانية، ومن المناسب أن نذكر هنا، أن رغم صعوبة التطبيق من حيث الحصول على البيانات وتنظيمها في دراسة العمليات العشوائية التي تمثل الاحتمالية، وهي دالة من الزمن. إذ اهتمت الباحثة بتكرارات وقوع الحدث في متتابعة زمنية من الحوادث عند دراسة تلك العمليات العشوائية للتنبؤ باحتمالات وأعداد المصابين والمتوفين في الأمراض السرطانية للأطفال في الفئة العمرية [0- 14]في محافظة البصرة.

2-1 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 ما يتضمنه المنطق العلمي الحديث ، ومفاهيم تطبيقها في الاطار الذي وضعت فيه، والبنية الخاصة بالتصور العلمي، خاصة إذا ما طلب تحديد موقف في مناقشة أساليب تطبيق الألية من قبل الآخرين ، والغرض إزالة بعض الأمور المبهمة بشكل ضمني أو علني ، وأن نلقي مزيدا من الضوء والوضوح على ما كان معروفا من قبل وسيكون العرض كله عبارة عن الإفادة من الأفكار

والإنجازات بمقدار ما تعبر عنه ماهية الخواص ، بوصفها العناصر التي تشكل البنية المنطقية للآلية ذاتها .

والواقع أن هناك تسليمآ عاما، 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 والأفكار ما يأتي:-

في عام (1977) قدم الباحث (علي عبد السلام المعزاوي) [9] كتاباً استخدم فيه سلاسل ماركوف في التسويق لدراسة التنبؤ بسلوك المستهلكين فيما يختص بولائهم لصنف معين والانتقال من استخدام صنف إلى استخدام صنف آخر وكذلك أيضاً في التنبؤ بنصيب وسائل النقل المختلفة في نقل سلعة معينة لفترة قادمة .

وخلال 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) : [6] 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 طبقآ 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 H0 للمسار الخطأ، والفرضية البديلة H1 للمسار الصحيح وكالاتي:

$$\alpha=pr\ (choose\ \ H1\ |H0\ \ true)$$

$$\beta=Pr\ (choose\ H0|H1\ true)$$

وفي عام(2003) قدم الباحث (صفاء كريم الزيادي) [5] بحثآ 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) [1] بحثآ 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 الإحصائية 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 اهتمام 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)[4] بحثآ 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 كتابه "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 $X_{n,k}$ يمكن جعلهما في سلسلة ماركوف اذا كانت :

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

قسم المحددة والمعرفة CX,X=0,1,……..,n على فضاء الحالة w .

كل P=(Xn,k=x)=P(Ynϵ Cx) حيث ان X=0,1,……

وخلال عام (2009) قدم الباحثون (ابراهيم العلي) (محمد عكروش) و(سلمان احمد معلا) [8] بحثآ 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) [11] بحثآ 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)[7] بحثآ لنظام يعمل بأسلوب off-line للتعرف على النص العربي المطبوع باستخدام نموذج ماركوف الخفي ، وهو الأكثر وعدآ 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 MatlabV7.6(R2008a) كلغة برمجية في بناء النظام المقترح.

وفي عام (2010) قدم الباحثون (باسل يونس الخياط) (هنادي داود سليم) و(مازن محمد غانم العناز)[3] بحثا تناولوا فيه مسألة التحقق من مراوحة مشاهدات تنمذج على وفق النموذج الماركوفي. واقترحوا طريقة لتحقيق هذا الغرض والتي تعتمد أساسا على مصفوفات معينة، أطلق عليها مصفوفات التكرارات النسبية. وتجري تجربة محاكاة يتم من خلالها الوصول علميا إلى صيغة نظرية تقريبية لحد العتبة. كما طبقت الطريقة المقترحة على مشاهدات الحامض النووي الرايبي منقوص للإنسان الطبيعي، وتبين من خلال ذلك أن هذه المتتابعة مراوحة ومتجانسة موقعيا، أي أن خصائصها لا تتغير بتغير الموقع.

وفي عام (2010) قدمت الباحثتان (بان احمد حسن) و(رشا رعد هادي)[10] 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)[15] 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)[2] 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)[13] بحثا 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.

الفصل الثانـي

"المدخل النظري "

(Theoretical entrance)

1-2:تمهيد

تناول هذا الفصل الجانب النظري بإعطاء صورة واضحة لبعض المفاهيم الأساسية في العمليات التصادفية وعمليات ماركوف وسلاسل ماركوف، فضلآ عن النظريات العلمية او الرياضية المرتبطة بسلاسل ماركوف أو التي لها علاقة بتحليل سلاسل ماركوف.

2-2 : العمليات التصادفية (Stochastic Process) [5]

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 استخداما، فهي عبارة عن مجموعة من المتغيرات العشوائي [X_t, t >0] ذات المعلمة t التي تمثل عنصر الزمن . ويرمز للعمليات التصادفية بالرمز (X_n) حيث أن (n) تشير إلى الزمن المتقطع (n= 0, 1, -------) او يرمز لها بـ (X_t) 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 او متقطعة . وتدل المعلمة (t) غالبآ على الزمن .

1-2-2: عمليات ماركوف (Markov Process) [5][9][4]

من بين العمليات المختلفة للعمليات التصادفية تحتل عمليات ماركوف موقعآ 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 {X_t ,t ∈T} يطلق عليها عملية ماركوف إذا كان الاحتمال الشرطي لـ (X_{t_n}) لمجموعة معطاة من القيم (X_{t_1},X_{t_2} ,----- $X_{t_{n-1}}$) يعتمد فقط

على($X_{t_{n-1}}$) لأي مجموعة من المدد الزمنية ($t_1< t_2< -----<t_n$) ، أي أنه يحقق العلاقة التالية :

$$P\{X_{t_n} \leq x_n \mid X_{t_1}=x_1,\ldots\ldots\ldots X_{t_{n-1}}=x_{n-1}\}$$

$$=P\{X_{t_n} \leq x_n \mid X_{t_{n-1}}=x_{n-1}\} \quad \ldots(2\text{-}1)$$

وعلية يمكن القول إن عمليات ماركوف تمتاز بخاصية مهمة وهي أن احتمال انتقال حالة معينة في المستقبل تعتمد على حالتها في الحاضر فقط ولا تعتمد على حالتها في الفترات الماضية، أي أنها تحقق المعادلة (2-1).

ويمكن تصنيف عمليات ماركوف اعتماداً على طبيعة فضاء الحالة (Space State) 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.

2-2-2:سلاسل ماركوف (markov chains) [5] [9]

إن سلسلة ماركوف Markov Chain، 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 استنادا إلى قوانين احتمالات تسمى الاحتمالات الانتقالية (transition probabilities) .

وتعد سلاسل ماركوف 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 المتقطـــــــــــــــــــــع والتي تأخذ رقما محدودا وقابلا للعد من القيم الممكنة المتمثلة [x_n,n= 0,1,2,……]

بمجموعة من الأعداد الصحيحة غير السالبة ،إذ أن احتمال (x_{n+1}) يكون في الحالة (j) علما أن (x_n) في الحالة (i) يرمز له بالرمز $p_{ij}^{(n, n+1)}$

$$P_{ij}^{(n,n+1)}=p\{x_{n+1}=j|x_n=i\} \quad ...(2\text{-}2)$$

وتعـد سلسـلة مـاركوف ذات الـزمن المتقطـع مسـتقرة (Stationary) أو متجانسـة الـزمن (Homogeneous Time) إذا كـان احتمـال الانتقـال مـن حالـة i فـي الـزمن n إلـى الحالـة j فـي الـزمن (n+1) لايعتمـد علـى الـزمن الـذي تحـدث فيـه عمليـة الانتقـال أو بمعنى أخر لكلا الحالتين (i, j) أذ ان :

$$P_{ij}=P\{x_{n+1}=j/x_n=i\} \quad ...(2\text{-}3)$$

وتعد سلسـلة ماركوف غيـــر مستقرة إذا لـم يتحقق شـــرط 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 .

2-2-2-1 : مصفوفة الاحتمالات الانتقالية [4][12]

أذا كانت $\{X(t), t \geq 0\}$ تمثل عملية تصادفية ذات فضاء معلمة متقطعة وفضاء حالة متقطع تعرف على شكل آعداد {.....,S={1,2 ,T={1,2,.....} تسمى أذاً تلك العملية عبارة عن سلسلة ماركوف والتي تحقق احتمال 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 تدعى بمصفوفة الاحتمالات الانتقالية (Transition Probabilities Matrix) أو تسمى مصفوفة ماركوف (Markov Matrix) وكالاتي :

$$P=\begin{bmatrix} P_{00} & P_{01} & P_{02} & P_{0n} \\ P_{10} & P_{11} & P_{12} & P_{1n} \\ \vdots & \vdots & \vdots & \vdots \\ P_{0n} & P_{1n} & P_{2n} & P_{nn} \end{bmatrix} ...(2\text{-}4)$$

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

إن العناصر (P_{ij})المكونة لمصفوفة الاحتمالات الانتقالية $P=\{P_{ij}\}$ لسلاسل ماركوف تمثل احتمالات الانتقال من الحالة (i) إلى الحالة (j) بخطوة واحدة أو مدة 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 :

$$P_{ij}^{n+m-n}=P\{X_{n+m}=j \mid x_n=i\} \quad ...(2-5)$$

أذ الفرق 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 :

$$P^{n+m}=P^n P^m \quad ...(2-6)$$

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 :

$$P_{(i,j)}^{n+m} = \sum_{k\in 1} p_{ik}^{n}\, p_{kj}^{m} \quad ...(2-7)$$

إن المعادلـــــة (7-2) تــــدعى معادلـــــة جابمــــان كـــــولمكروف (-Chapman kolommogrov Equation) ومــن هــذه المعادلــة تشــتق علاقــات تعاقبيــة مختلفــة فــي حالــة المعلمــة المتقطعــة، أمــا فــي حالــة المعلمــة المســتمرة نشــتق معــادلات تفاضــلية لــدوال الاحتمال الانتقالي.

أمــا سلاســل مــاركوف الماصــة (Absorbing Markov Chain) مــع الحالــة (j) تستوجب حساب $U_j(i)$ اذ يمثل الاحتمال الشرطي للوصول في أي وقت إلى حالـة الانتهـاء (j)، بحيث أن البدء يكون من الحالـة (i). ويشـار لــ $U_j(i)$ باحتمـال البقـاء فـي الحالـة (j)، بحيـث أن الحالة الابتدائية هي (i).

فـــإذا كانـــت (j) تمثـــل الحالـــة المنتهيـــة فـــي سلســـلة مـــاركوف مـــع الحـــالات (1,2,……………,n) فـإن احتمـالات الانتهـاء $U_j(n)$ ،..........، $U_j(1)$، $U_j(2)$ تمثل حلاً وحيدا لنظام المعادلات :

$U_i(j)=1$ ...(2-8)

$U_j(i)=0$ …(2-9)

$U_j(i)=\sum_k P_{ik}U_{j(k)}$ …(2-10)

ففي الحالة التي يتعذر فيها الوصول إلى (j) من (i) تحقق المعادلة (2-9)، أما المعادلة (2-10) فتحقق في حالة إمكان الوصول إلى (j) من (i). وفي تحليل سلاسل ماركوف تتم تجزئة مصفوفة احتمالات الانتقال إلى أربع مصفوفات جزئية وكالاتي:

إذ تتألف المصفوفات الجزئية من عناصرها الاحتمالية والموضحة بالشكل الاتي:

$$P=\begin{bmatrix} N & Q \\ O & I \end{bmatrix} \quad ...(2\text{-}11)$$

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: تمثل مصفوفة صفرية من الرتبة (axn) تعكس احتمالات الانتقال من الحالة المنتهية إلى الحالة غير المنتهية.

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

3-2-2 خاصية سلاسل ماركوف:

سلسلة ماركوف تتبع التوزيع الاحتمالي الشرطي $P=(X_{n+1}|X_n)$ الذي يدعى باحتمال الانتقال بخطوة في العملية. احتمال الانتقال بخطوتين أو ثلاثة أو أكثر يقع الحصول عليها انطلاقا من احتمال الانتقال بخطوة، وخاصية ماركوف هي :

$$P(X_{n+2}|X_n)=\int P(X_{n+2},X_{n+1}|X_n)dX_{n+1} =\int P(X_{n+2}|X_{n+1})\,P(X_{n+1}|X_n)\,dX_{n+1}$$

$$P(X_{n+3}|Xn)=\int P(X_{n+3}|X_{n+2}) \int P(X_{n+2}|X_{n+1})\,P(X_{n+1}|X_n)dx_{n+1}dx_{n+2}$$

وهذه المعادلات يمكن تعميمها إلى مستقبل بعيد نسبيا n+K بضرب احتمالات الانتقال، وإجراء عملية التكامل k من المرات.

والتوزيع الحالي (X_n) هو توزيع الحالات في الوقت n. التوزيع الاولي هو $P(X_0)$. وتطور العملية الاحتمالية بعد خطوة يمكن كتابته كالاتي :

$$P(X_{n+1})=\int P(X_{n+1}|X_n)\, P(X_n)dX_n \quad \ldots(2\text{-}12)$$

وهذه هي كتابة من كتابات معادلة برون – فروبانيوس. ويمكن أن توجد واحدة أو أكثر من توزيعات الحالات f بحيث أن:

$$f(X)=P\int \ (X|Y)\ f(Y)\ d\ (Y) \ \ldots(2\text{-}13)$$

اذ ان Y هو اسم مختار لمتغير التكامل. والتوزيع f يدعى توزيع غير مبدل (Distribution of non-Changer). والتوزيع غير المبدل هو دالة مميزة للتوزيع الشرطي، المرتبطة بالقيمة الذاتية 1.

أما مبرهنة برون وفروبانيوس فهي مبرهنة تتعلق بنظرية المصفوفات (Matrix). أثبتها أوسكار برون (1907) وفردينايد جورج فروبانيوس (1912) وتقول المبرهنة ما يلي:

- إذا كانت المصفوفة A كل عناصرها أكبر أو تساوي صفراً واذا كانت A غير قابلة للاختزال irreducible أي أن مخطط A مترابط بقوة (strongly connected) فإنه توجد قيمة ذاتية وحيدة أكبر من صفر ويوجد متجه ذاتي (eigenvector) وحيد يسمى متجه برون فروبانيوس الذاتي قيمته المطلقة واحد وموجب أي كل عناصره أكبر من الصفر

في هذه الحالة يكون ما يلي:

- كل القيم الذاتية الأخرى للمصفوفة A في قيمتها المطلقة أصغر من القيمة الذاتية المذكورة آنفاً أو تساويها.
- القيمة الذاتية المذكورة آنفاً ذات تكرار جبري هندسي يساوي 1، (algebraic and geometric multiplicity 1) .

- كل المتجهات الذاتية الأخرى هي عبارة عن عدد مضروب في متجه برون فروبانيوس كما يمكن القول أنه اذا كانت المصفوفة منتظمة (regular) وان القيم الذاتية حتما أصغر من القيمة الذاتية التابعة لمتجه برون فروبانيوس .

4-2-2 كيفية استخدام أنموذج سلسلة ماركوف للتنبؤ بالظاهرة قيد الدراسة: [12]

لا يمكن توضيح أسلوب التنبؤ باستخدام سلاسل ماركوف من دون معرفة الشروط الرئيسة لحالات المصفوفة p التي تجعلها قادرة على التنبؤ بصورة دقيقة ومحددة ونستطيع إجمال تلك الشروط والنظريات بالتعاريف كما يلي:

- **سلسلة ماركوف غير قابلة للتجزئة (Irreducible) .**

يقال لسلسلة ماركوف أنها غير قابلة للتجزئة اذا كانت ذات صف واحد فقط أي إذا أمكن الانتقال من أي حالة من حالاتها الى الحالات الأخرى وبالعكس عند أي زمن .

- **سلسلة ماركوف ذات العودة الموجبة (Positive Recurrent) .**

يقال للحالة i في سلسلة ماركوف بأنها حالة عودة إذا كان احتمال المرور الاول لتلك الحالة مع نفسها يساوي الواحد الصحيح ويرمز لها اختصاراً بالحرف R أي أن fii=1 أي من المؤكد رجوع العملية للحالة نفسها والتي سبق وان غادرتها، وإذا كان متوسط عدد الزيارات لتلك الحالة $\mu i<\infty$ فيقال لهذة الحالة بأنها حالة عودة موجبة إذ إن

$$\mu i=\sum_{n=1}^{\infty} n\, fii^{n} \quad ....(2\text{-}14)$$

- **الحالة الدورية (periodic) .**

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

- **الحالة الثبوتية (Ergodic).**

يقال للحالة i بأنها حالة ثبوتية (عديمة الاختزال) إذا كانت غير قابلة للتجزئة وذات عودة موجبة وغير دورية.

إذا توافرت هذه الشروط الأربعة في سلسلة ماركوف نستطيع بعدها إيجاد التوزيع المستقر للسلسلة الذي يساعدنا في عملية التنبؤ بالظاهرة قيد الدراسة وان مفهوم الاستقرارية (Stationary) (يعني عدم تغير الصفات الإحصائية بدرجة أو أخرى بمرور الزمن). أو (ان المشاهدات تتذبذب بشكل عشوائي حول المتوسط خاصة في موضوع السلاسل الزمنية " Time Series " لسلسلة ماركوف يمكن ان نعبر عنه بمتجه احتمالي يطلق علية المتجه الوحيد (Unique Vector) والذي سنرمز له بالرمز π إذ إن عدد العناصر الموجودة في هذا المتجه تساوي عدد حالات سلسلة ماركوف للظاهرة المدروسة وأن تلك العناصر هي قيم احتمالية بحيث أن مجموعها يساوي الواحد الصحيح، ويتم استخراج المتجه الوحيد π بعدة طرائق وستناول هنا طريقتين فقط.

2-2-4-1 الطريقة الأولى لحساب π :

يتم استخراج المتجه الوحيد π الذي يمثل التوزيع المستقر لسلسلة ماركوف و ذلك من خلال الاستمرار برفع المصفوفة P الى قوة معينة حتى نحصل على تساوي بين اسطر المصفوفة P، وبذلك نحصل على المتجه π الذي يمثل أي سطر من اسطر المصفوفة المستقرة، وهناك عدة طرائق تمكننا من رفع المصفوفة P إلى القوة المطلوبة منها.

$$P^n=PP^{n-1} \quad ;n \geq 1 \qquad ...(2\text{-}15)$$

فعندما n=1 نحصل على $p^1=P$ وعندما n=2 نحصل على $p^2=p\ p^{2-1}$ وهكذا إلى أي قوة . بحيث أن القوة التي ترفع لها المصفوفة تدل على المدة الزمنية لاحتمالات انتقال الظاهرة، فعندما تكون قيمة t تمثل المدة الزمنية للسلسلة لسنة واحدة فأن p^1 تمثل احتمالات انتقال الظاهرة عند نهاية السنة الأولى ، p^2 تمثل احتمال انتقال الظاهرة بعد مرور سنتين وهكذا . أما إذا اعتبرنا أن t المدة الزمنية للسلسلة لسنتين فأن p^1 احتمالات انتقال الظاهرة لسنتين ، p^2 تمثل احتمالات انتقال الظاهرة بعد مرور أربع سنوات وهكذا .مع ملاحظة أن الدليل t ممكن أن يكون أي مدة زمنية تمر بها الظاهرة سواء كانت على شكل سنوات أو أشهر أو أيام أو ساعات الخ .

2-2-4-2 الطريقة الثانية لحساب π:

تعد هذه الطريقة من الطرائق الشائعة الاستخدام لحساب المتجه الوحيد π الذي يمثل التوزيع المستقر لسلسلة ماركوف وذلك من خلال حل المعادلتين الآتيتين.

$$\pi P=\pi \qquad ...(2\text{-}16)$$

$$\pi_j=\sum_{i=1}^{n} \pi_j P_{ij} \;;\; j \geq 1 \ldots (2\text{-}17)$$

$$\sum_{j=1}^{n} \pi j = 1 \ldots (2-18)$$

مع مراعاة ان المعادلة رقم (2-16) تضم عدداً من المعادلات تساوي عدد حالات السلسلة الممثلة للظاهرة، وأن عدد المعادلات اللازمة لاستخراج التوزيع المستقر بهذه الطريقة يجب أن يساوي عدد المعادلات المستخرجة من المعادلة رقم (2-16) زائد الشرط الضروري والمتمثل بالمعادلة رقم (2-18).وبعد حل هذه المنظومة من المعادلات وذلك باستخراج جذورها نحصل على المتجه الوحيد π الذي يمثل التوزيع المستقر للسلسلة إذ تمثل عناصر هذا المتجه صفوف المصفوفة المستقرة التي سنرمز لها بالرمز L وعندئذ نستطيع التنبؤ بالظاهرة قيد الدراسة وذلك بالاعتماد على المصفوفة P والمتجه الوحيد π والمصفوفة المستقرة L وكما سنوضح ذلك في الجانب التطبيقي من الفصل الثالث .

2-2-4-3: اختبار دقة وملائمة الأنموذج للتقدير [7]

عند دراسة أي ظاهرة نقوم بإنشاء نموذج معين ثم اجراء اختبار لذلك النموذج يبين مدى صلاحيته في تمثيل الظاهرة المدروسة بصورة جيدة أم لا، وذلك من خلال وضع فرضيات معينة على ذلك النموذج ومن ثم اختبار تلك الفرضيات للتأكد من ملائمة النموذج المستخدم.

ففي بحثنا استخدمنا نموذج سلاسل ماركوف من الدرجة الأولى لتمثيل الظاهرة والمتمثلة بأعداد الاطفال المصابين والمتوفين بالأمراض السرطانية ولغرض معرفة هل ان النموذج المستخدم يستطيع وصف الظاهرة أم لا لابد من عمل اختبار يبين لنا بان المصفوفات المقدرة تمثل سلسلة ماركوف من الدرجة الاولى ام لا، فإذا كان الجواب لا، فمعنى ذلك ان النموذج المستخدم في البحث لا يستطيع وصف الظاهرة بصورة حقيقية. وعلى هذا الأساس سوف يتم صياغة الفرضيات وكما يلي.

فرضية العدم H0 : ان سلسلة ماركوف المقدرة P من الدرجة صفر.

الفرضية البديلة H1: ان سلسلة ماركوف المقدرة P من الدرجة الأولى.

$$R= 2\sum^{m}\sum_{i=1}^{m} yij \; log \frac{yij(\sum\sum_{i=1}^{m} yij)}{yi.y.j} \ldots (2\text{-}19)$$

ان الاحصاءه R تسلك وفق مربع كاي وبدرجة حرية (m-1) حيث ان m تمثل عدد الحالات المقدرة في سلسلة ماركوف.

3-2 : تقدير الاحتمالات الانتقالية لسلاسل ماركوف [4] [5]

إن أسلوب ماركوف يعد أحد النماذج المناسبة لبيانات السلاسل الزمنية عندما تكون البيانات المتوافرة في كل مدة زمنية من السلسلة عبارة عن حالات تقع ضمنها الظاهرة، وتكون هناك حركة أو انتقال للظاهرة بين الحالات (قد يكون الانتقال إلى الحالة نفسها) . لذلك فإن الاحتمالات الانتقالية تمثل معلمات فيستوجب تقديرها، سوف نستخدم طريقتين للتقدير، الأولى طريقة الإمكان الأعظم (Maximum Likehood Estimation) وتعد إحدى الطرائق المهمة في النظرية الإحصائية عند تقدير المعالم لأنها تعطينا التقدير الذي له أعظم احتمال. وعندما تكون احتمالات الانتقال في سلسلة ماركوف معلومة الكيفية (أي معلومة التوزيع) عندها يمكننا تطبيق طريقة الإمكان الأعظم. والثانية طريقة المربعات الصغرى الاعتيادية (Ordinary method least squares) وفيها يتم تحويل البيانات التجميعية إلى نسبة في كل حالة لكل مدة زمنية ، وتستخدم هذه البيانات قاعدة للتقدير وذلك عن طريق استخدام أنموذج للانحدار الخطي المتعدد .

1-3-2 التقدير بطريقة الإمكان الاعظم (Estimating by Maximum likelihood Method):

نفترض أن هناك عينة مكونة من المشاهدات على شكل سلاسل ماركوف في حالة الثبوتية (ergodic) ، وعلى فرض أن العدد $n_{i(0)}$ يمثل العناصر المشاهدة في الحالة (i)عند الوقت (t=0) إذ تشير العناصر المشاهدة إلى سلسلة من الحالات عند الوقت (t=0،1،2…….T) وعليه فإن عملية ماركوف في حالة الاستقرارية بالشكل الاتي :-

$$P\,r(x_0,x_1,x_2,\ldots\ldots.x_T)=Pr(x_0)\prod_t Pr(x_t|x_{t-1}) \qquad ...(2\text{-}20)$$

ليكن n_{ij} (t) تمثل عدد العناصر المشاهدة لكل (X_t=j ,X_{t-1}=i) وان :-

$$n_{ij}=\sum_t n_{ij}\,(t) \qquad \ldots(2\text{-}21)$$

إن الاحتمال المشار إليه في المعادلة رقم (2-20) يمكن كتابته على شكل تناسبي كالاتي: -

$$Pr(X_0,X_1,X_2,\ldots\ldots\ldots,X_T)=Pr(X_0)\prod_{i,j} P_{ij}^{n_{ij}} \ldots(2\text{-}22)$$

وكما أوضح كودمان واندرسون (Coodman and Anderson) ان صيغة n_{ij} تمثل مجموعة إحصاءات كافية (set of Sufficient Statistic) وأن توزيع $n_{ij}(t)$ يمكن الحصول عليه بوصف $n_i(t-1) = \sum_t n_{ij}(t)$ من المشاهدات الموزعة لتوزيع متعدد الحدود (Multionomial Distribution) باحتمال (P_{ij}) إن دالة الكثافة الاحتمالية (p.d.f) لـ $n_{ij}(t)$ هي:-

$$P_r(n_{11}(t),n_{12}(t),\ldots\ldots,/\mathring{n}(0)P_{11},\ldots\ldots)=\prod_t \left[\prod_i \left[\frac{\mathrm{ni(t-1)!}}{\prod_j \mathrm{nij(t)!}} \prod_j P_{ij}^{n_{ij}(t)}(t)\right]\right]$$

$$=\left[\prod_{t,i} \frac{\mathrm{ni(t-1)!}}{\prod_j \mathrm{nij(t)!}}\right] \quad \left[\prod_{i,j} P_{ij}^{\sum n_{ij}(t)}\right]$$

$$= \left[\prod_{t,i} \frac{\mathrm{ni(t-1)!}}{\prod_j \mathrm{nij(t)!}}\right]\left[\prod_{i,j} P_{ij}^{n_{ij}}\right] \quad \ldots(2\text{-}23)$$

إذ إن $\mathring{n}(0)=[n_1(0), n_2(0),\ldots\ldots,n_r(0)]$ يمثل متجه عناصره تمثل الإعداد في الحالات عند الزمن $t=0$.

فإذا كانت n_{ij} (t) لكل (t,,i,,j) معلومة ، يمكننا الحصول على تقديرات الاحتمالات الانتقالية المستقرة مع تحقيق الشرط :

$$\sum_j P_{ij} = 1 \quad , \quad j=1,2,\ldots\ldots..n \quad \ldots. (2\text{-}24)$$

وبأخذ اللوغاريتم لطرفي المعادلة (2-22) وتوظيف الشرط (2-23) باستخدام مضاعفات لانكراج (Langrangian Multipliers) يمكن الحصول على دالة لانكراج كالآتي :-

$$\text{Log Pr}(x_o,x_1,\ldots\ldots.,x_T/n) -\sum_i \lambda i\left(\sum_j P_{ij} - 1\right) + c \quad \ldots(2\text{-}25)$$

OR

$$\text{Log}\left(\prod_{ij} P_{ij}^{n_{ij}}\right) - \sum_i \lambda i\left(\sum_j P_{ij} - 1\right) + c$$

إذ أن C الثابت يمثل :-

$$C=\text{Log}\prod_{t,i} \frac{n_i(t-1)!}{\prod_j n_{ij}(t)!}$$

وللحصول على دالة الإمكان الأعظم للمعادلة (2-25) تؤخذ المشتقة الجزئية بالنسبة لـ P_{ij} ولـ (λ_i) على التوالي :-

$$\left[\frac{\partial}{\partial pij}\right]\left[\sum i\sum_j n_{ij}\ logP_{ij}-\sum_i\lambda_i\left(\sum_j P_{ij}-1\right)\right]=\frac{n_{ij}}{P_{ij}}-\lambda_i=0\ldots(2\text{-}26)$$

$$\left[\frac{\partial}{\partial\lambda i}\right]\left[\sum i\sum_j n_{ij}logP_{ij}-\sum_i\lambda i\left(\sum_j P_{ij}-1\right)\right]=\sum_j \mathrm{P_{ij}}-1=0\ldots(2\text{-}27)$$

ومن المعادلة (2-26) بعد المساواة بالصفر نحصل على :-

$$n_{\mathrm{ij}}^{\wedge}=\lambda_i^{\wedge}\ P_{ij}^{\wedge}\quad\ldots(2\text{-}28)$$

وعليه

$$\sum_j \mathrm{n_{ij}}=\lambda_i^{\wedge}\ P_{ij}^{\wedge}$$

وبما إن $\sum_j \mathrm{P}_{\mathrm{ij}}^{\wedge}=1$ فان :-

$$\sum_{\mathrm{j}}\mathrm{n_{ij}}=\lambda_{\mathrm{i}}^{\wedge}\ldots(2\text{-}29)$$

وبتعويض المعادلة (2-28) في المعادلة (2-27)نحصل على :-

$$P_{ij}^{\wedge}=\frac{n_{ij}}{\sum_j n_{ij}}\geq 0\ \ldots(2\text{-}30)$$

4-2 : النموذج التتابعي (الديناميكي) ومتسلسلات ماركوف [14]

إن أسلوب البرمجة الديناميكية يرجع الفضل في تطويره وإرساء قواعده إلى ريتشاد بلبان (1957). وبالرغم من أن هناك باحثين قبله استخدموا الأسلوب في حل بعض المسائل ذات الطبيعة الخاصة إلا أنهم لم يميزوا الطريقة كأسلوب فريد في الصياغة الرياضية ولم يعمموا نتائجها. فكرة البرمجة الديناميكية هي أنه من الممكن صياغة هذه الأنواع من المسائل بحيث يمكن تحويلها إلى سلسلة من المراحل المتتالية عددها n وفي كل مرحلة من هذه المراحل تحل المسألة ببعد واحد.

إذ نشير باختصار هنا إلى العمليات العشوائية المعروفة باسم متسلسلات ماركوف وهو الاسم المقترح لعمليات ماركوف في الأزمنة المتقطعة.

سوف نتعرض لأبسط أنواع هذه المتسلسلات والتي يمكن فيها التعبير عن النظام المدروس بحالتين حالة الاصابة (1) والأخرى حالة الوفاة (0) .

جرى تطبيقه بما يناسب الدراسة بفرض أنه إذا كانت المحاولة n باءت بالفشل فإن احتمال الوفاة (الفشل) في المحاولة (n+1) هو (1-α) وإحتمال النجاح في المحاولة (n+1) هو α .

كذلك إذا كانت المحاولة n ناجحة فإن احتمال الاصابة (1-β) واحتمال الوفاة β على الترتيب في المحاولة التالية (n+1).

يمكن التعبير عن ذلك بمصفوفة تسمى مصفوفة انتقال النظام على الشكل:

$$P=\begin{bmatrix} 1-\alpha & \alpha \\ \beta & 1-\beta \end{bmatrix} \qquad \ldots(2\text{-}31)$$

إن مدخل المصفوفة P في الوضع (i;j) هو الاحتمال المشروط للإنتقال من الحالة (i) في الزمن n إلى الحالة j في المدة (n+1) فإذا فرضنا أن متجه الصف $P^{(n)}=[P_0^{(n}, P_1^{(n)}]$يدل على احتمال وجود الاصابة في الزمن n في الحالة 0 هو $[P_0^{(n)}]$ أو في الحالة 1 هو$[P_1^{(n)}]$ ، فإن احتمال وجود النظام في الزمن n+1 في الحالة 0 هو $[P_0^{(n+1)}]$ أو في الحالة 1هو $[P_1^{(n+1)}]$ ، أي ان :

$$P^{n+1}=[P_0^{n+1}, P_1^{n+1}] \ldots(2\text{-}32)$$

والذي يعطي بالعلاقة الاتية :

$$P^{n+1}=P^n\ P \qquad \ldots(2\text{-}33)$$

$$[P_0^{n+1}, P_1^{n+1}]=P^{n+1}=[P_0^n, P_1^n].\begin{bmatrix} 1-\alpha & \alpha \\ \beta & 1-\beta \end{bmatrix}$$

أي

$$P_1^{n+1}=P_0^n(1-\alpha)+P_1^n\beta$$

$$P_1^{n+1}=P_0^n \cdot \alpha+P_1^n(1-\beta)$$

إذا كان النظام في الحالة الابتدائية $P^{(0)}=(P_0^0,P_1^0)$

$$P^n=P^{(n-1)}\ P^n$$

ان كل ما يلزمنا لتحديد حالة النظام في أي مدة زمنية هو حالة البداية $P^{(0)}$ ومصفوفة الانتقال [P] .

ثم نحسب بعد ذلك الاستقرار الاحصائي للمصفوفة بعد المدد الزمنية الكافية. فإذا استقرت فإنه توجد لدينا احتمالات استقرار يعبر عنها بالمتجه :

$$\pi=[\pi_0,\pi_1] \qquad \ldots(2\text{-}34)$$

ووضح أن في هذه الحالة لا تتأثر الاحتمالات بالزمن:

$$\pi\ [I-P]=0 \qquad \ldots(2\text{-}35)$$

إذ أن $|I-P|$ يمثل الشرط الذي يضمن وجود حل للمعادلة (2-35) الذي يجب تعميمها إلى $\pi[I-P]=0$

أن المعادلة (2-35) يمكن حلها فقط إذا كانت محدودة المصفوفة

$$|I-P|=0$$

$$[I-P]=\begin{bmatrix}1 & 0\\ 0 & 1\end{bmatrix}-\begin{bmatrix}1-\alpha & \alpha\\ \beta & 1-\beta\end{bmatrix}$$

$$=\begin{bmatrix}\alpha & \alpha\\ -\beta & \beta\end{bmatrix}$$

وبالتعويض في(2-35) نحصل على

$$\pi[I-P]=[\pi^{(0)},\pi^{(1)}]\begin{bmatrix}\alpha & \alpha\\ -\beta & \beta\end{bmatrix}\ldots(2\text{-}36)$$

ومنها

(2-37)

$$-\alpha = \pi^{(0)} + \beta\pi^{(1)}$$

والمعادلتين (2-37) هما في الواقع معادلة واحدة . ولتحديد قيم $\pi^{(1)}, \pi^{(0)}$ لاحظ أن

$$\pi^{(0)} + \pi^{(1)} = 1 \quad \ldots(2\text{-}38)$$

من (2-37)،(2-38)

$$\pi^{(0)} = \frac{\beta}{\alpha+\beta}$$

$$\pi^{(1)} = \frac{\alpha}{\alpha+\beta}$$

وهي الاحتمالات لحالة التوازن الاحصائي للنظام .

والآن لنفترض أن للمصفوفة P جذوراً مميزة λ1,λ2 وحسب نظرية المصفوفات يمكن التعبير عنها في الصورة .

$$P = Q \begin{bmatrix} \lambda_1 & 0 \\ 0 & \lambda_2 \end{bmatrix} Q^{-1} \ldots(2\text{-}39)$$

اذ المصفوفة Q تتكون اعمدتها q_1,q_2 من حل المعادلات

$$Mq_j = \lambda_j q_j \qquad j=1,2 \qquad \ldots \quad (2\text{-}40)$$

أن المعادلة (2-38) يتيح لنا أن نعبر عن (2-33) بالشكل

$$P(n) = P_0\, Q \begin{bmatrix} \lambda 1^{n} & 0 \\ 0 & \lambda 2^{n} \end{bmatrix} Q^{-1} \quad \ldots(2\text{-}41)$$

وإن إيجاد الجذور المميزة للمصفوفة يأتي بحل معادلة المحددة :

$$|P - \lambda I| = 0 \qquad \ldots(2\text{-}42)$$

وهي في حالتنا

$$(1-\alpha-\lambda)(1-\beta-\lambda)-\alpha\beta \quad ...(2\text{-}43)$$

ومنها $\lambda_1=1 \qquad \lambda_2=1-\alpha-\beta$

احتمالات الحالة المستقرة للنظام العشوائي يمكن ايجادها من العلاقة التالية:

وبالتعويض في (2-40) نجد أن :

$$Q=\begin{bmatrix} 1 & \alpha \\ 1 & -\beta \end{bmatrix}$$

$$Q^{-1}=\frac{1}{\alpha+\beta}\begin{bmatrix} \beta & \alpha \\ 1 & -1 \end{bmatrix}$$

وبعد ايجاد قيم Q نجد الاحتمالات المستقرة من العلاقة

$$P^n=P_0Q\begin{bmatrix} \lambda 1^n & 0 \\ 0 & \lambda 2^n \end{bmatrix} Q^{-1} \quad ...(2\text{-}44)$$

$$P^n=Q\begin{bmatrix} 1 & 0 \\ 0 & (1-\alpha-\beta)^n \end{bmatrix}Q^{-1}$$

$$P^n=\begin{bmatrix} 1 & \alpha \\ 1 & -\beta \end{bmatrix}\begin{bmatrix} 1 & 0 \\ 0 & (1-\alpha-\beta)^n \end{bmatrix}\frac{1}{\alpha+\beta}\begin{bmatrix} \beta & \alpha \\ 1 & -1 \end{bmatrix}$$

$$=\frac{1}{\alpha+\beta}\begin{bmatrix} \beta & \alpha \\ \beta & \alpha \end{bmatrix}+\frac{(1-\alpha-\beta)^n}{\alpha+\beta}\begin{bmatrix} \beta & \alpha \\ 1 & -1 \end{bmatrix}$$

ثم نعوض قيم الاحتمالات المستقرة ونحصل على قيم احتمالات الفشل من العلاقة الاتية:

$$C_{t+1}=C_t\,P^n \qquad ...(2\text{-}45)$$

Ct: يمثل متجة التشكيل الأبتدائي

ولقد صمم برنامجاً خاصاً بالنموذج وسيجرى تطبيقه لاحقاً في الفصل الثالث

5-2: نماذج ماركوف المخفية (Hidden Markov Models)

إن مفهوم نماذج ماركوف المخفية (HMMs) وخوارزمياته مستلهمة أساساً من أكثر من (90) سنة من نماذج رياضية معروفة باسم العالم الذي اكتشفها وهو (Andrei Markov) التي ظهرت في بداية القرن العشرين والتي تدعى بنماذج ماركوف ، وهذا يدل على أن نماذج ماركوف المخفية (HMMs) ماهي إلا امتداد لنماذج ماركوف الاعتيادية (MMs) . [10]

نماذج ماركوف المخفية هي عبارة عن مجموعة منتهية من الحالات كل حالة تقترن بتوزيع احتمالي ، أما الانتقالات ما بين الحالات فتحدد بوساطة مجموعة من الاحتمالات وتسمى الاحتمالات الانتقالية . بشكل عام ، تتولد الحالة الناتجة (اي المشاهدة) طبقاً لتوزيع الاحتمالية المقترنة ، إذ توجد احتمالية ناتجة فقط و لا توجد حالة ظاهرة يمكن أن تشاهد ، ولهذا فإن الحالات تكون مخفية ، هذا هو معنى نماذج ماركوف المخفية بشكل عام . [6]

وهناك تعاريف لمفهوم نماذج ماركوف المخفية منها:

تعد نماذج ماركوف المخفية إحدى الوسائل المفيدة لدراسة النماذج الاحتمالية في السلاسل الزمنية، إذ إن معلومات (HMMs) حول الماضي تنقل على شكل متغير متقطع منفرد (وهي تمثل الحالة المخفية).

كما إن نماذج ماركوف المخفية هي نماذج إحصائية تستخدم لنمذجة البيانات اذ إنها تستخدم وبنجاح في العديد من المجالات منها تمييز وفهم الكلام وسيطرة الرجل الآلي.[6]

وتعد نماذج ماركوف المخفية أداة إحصائية قوية تستخدم لنمذجة العمليات التي تتغير مع مرور الزمن، فهي تساعد على ملاحظة مجموعة من الأحداث تمت ملاحظتها مسبقا.

1-5-2: عناصر نماذج ماركوف (Elements of HMMs) [4] [6]

لأجل تطبيق هذه النماذج في مشكلة البحث لابد من ذكر العناصر التي تتكون منها هذه النماذج لغرض تسهيل الإجراءات ولمعرفة الحالات المخفية، وهذه العناصر هي :

١- N: هي عدد الحالات المخفية في النموذج ويمكن تمثيل فضاء الحالة (S) كما يأتي : $S=\{s_0,s_1,\dots\dots\dots s_{N-1}\}$ ، اذ يرمز للحالة عند الزمن (t) بـ (q_t).

٢- M : هي عدد رموز مشاهدات الحالة الواحدة.

٣- التوزيع الاحتمالي للحالة الانتقالية (A) : وهو يمثل مصفوفة احتمالية الانتقال من إحدى الحالات في الزمن (t) إلى نفسها أو إلى حالة أخرى في الزمن (t+1) وتكون أبعادها N*N .

$$A=[a_{ij}] \quad \ldots(2\text{-}46)$$

حيث إن :

$$a_{ij}=P(q_{t+1}=S_j \backslash q_t=S_i) \quad , \quad i,j=0,\ldots\ldots,N-1 \quad \ldots(2\text{-}47)$$

$$=P(\text{state } qj \text{ at } t+1 | \text{ state } qi \text{ at } t)$$

٤- التوزيع الاحتمالي لرمز المشاهدة (B) : وهو يمثل مصفوفة احتمالية رابطة بين الحالات المخفية والمشاهدة وتكون أبعادها (N*M) وهو يمثل الرمز الناتج عند الزمن (t) المعتمد على التوزيع الاحتمالي للمشاهدة في الحالة المختارة عند الزمن (t) أيضآ ، إذ إن المشاهدة خلال الزمن (t) هي O_t .

$$B=[b_j(K)] \quad \ldots(2\text{-}48)$$

حيث إن :

$$b_j(K)=P(O_t=V_k | qt=S_j) \quad , \ldots(2\text{-}49) \qquad j=0,\ldots\ldots\ldots,N-1$$

$$=P(\text{Observation } K \text{ at } t | \text{state } q_j \text{ at } t) \quad ,K=0,\ldots\ldots\ldots,M-1$$

٥- توزيع الحالة الابتدائية [π] : وهو يمثل متجه احتمالي لتوزيع الحالة الابتدائية وهو يحدد الحالة وذلك عندما يكون الزمن هو t=0 .

$$\pi=[\pi i]$$

حيث إن:

$$\pi i=P(q_0=Si) \quad ,\ldots(2\text{-}50) \qquad i=0,\ldots\ldots N-1$$

وبإعطاء القيم المناسبة لـ (π, B, A,M,N) فيكون بالإمكان استخدام (HMMs) كمولد لمتسلسلة من المشاهدات أي:

$$O=O_0,\ O_1,\ \ldots\ldots\ldots\ldots,O_{T-1}$$

إذ إن كل مشاهدة (Ot)هي واحدة من الرموز لـ (V) و(V) تمثل مجموعة رموز المشاهدات الممكنة $V=[0,1,\ldots\ldots\ldots,M-1]$ ، وإذ يرمز للمشاهدات دائماً بـ $\{0,1,\ldots\ldots..M-1\}$ ، فإن :

$$o\ i\in V \qquad , \qquad for\ i=0,1,\ldots\ldots.,T-1$$

وأن (T) هي عدد المشاهدات في المتسلسلة أي طول متسلسة المشاهدات .

وأن (*Q*) هي الحالات العلمية ماركوف (أي الحالات المخفية)

$$Q=[q_0,q_1,\ldots\ldots.,Q_{N-1}]$$

*2-5-2*أنواع نماذج ماركوف المخفية (*Type of HMMs*) :

يمكن تصنيف (*HMMS*) إلى نوعين وذلك حسب الانتقالات بين حالتها وكما يأتي

1-النموذج الثبوتي (*Ergodic Model*) : وهو النموذج الذي تكون فيه كل الحالات انتقالية .

2-نموذج الأيسر- الأيمن (*Left-Right Model*) : وهو النموذج الذي تكون فيه بعض الحالات انتقالية ، بحيث إن :

$$a_{ij}=0 \ ,\ \ \forall\ j< i$$

أي إن المصفوفة الانتقالية تكون مثلثية عليا

3-5-2 المسائل الثلاث لنماذج ماركوف المخفية (*The Three Problems of HMMs*) : *[10] [6]*

تستخدم نماذج ماركوف لحل ثلاث مسائل أساسية :

1-3-5-2: المسألة الأولى (مسألة التقييم) *Evaluation Problem*

إذا توافر نموذج ماركوف التالي $\lambda=(A,B,\pi)$ ، ومتسلسلة من المشاهدات $O=O_1,O_2,\ldots\ldots.,O_T$ عندها يتم حساب احتمالية متسلسلة المشاهدات $P(O|\lambda)$ ، من أجل تحديد الامكان الأعظم (*Likelihood*) لـ *O* . وذلك باستخدام خوارزمية الخلفية الـ *Backward* أو الأمامية الـ *Forward*

2-3-5-2: المسألة الثانية (مسألة حل الشفرة)

Decoding Problem

إذا كان نموذج ماركوف في في الصورة التالية $\lambda = (A,B,\pi)$ عندها يتم اختيار متسلسلة الحالات $Q=[q_0,q_1,\ldots\ldots,q_{N-1}]$ بحيث يتم تعظيم $P(O,Q|\lambda)$ الاحتمال الترابطي لمتسلسلة المشاهدات $O=O_1,O_2,\ldots\ldots\ldots,O_T$ ومتسلسلة الحالات المخفية . ،وحلها باستخدام خوارزمية *Viterbi* .

3-2-5-2: المسألة الثالثة مسألة التدريب T raining Problem

بإعطاء نموذج ماركوف التالي $\lambda = (A,B,\pi)$ ، وذلك بتعديل المعلمات A وb وπ للنموذج ، بحيث يتم تعظيم $P(O|\lambda)$ و $P(O, Q|\lambda)$

ويتم استخدام خوارزمية العنقدة *K-means* و / أو خوارزمية *Baum-Welsh* في حلها

- **خوارزمية الأمام(*Forward Algorithm*) :**

يعرف المتغير الامامي $\alpha_{t(i)}$ أوما يدعى(*α-pass*) بأنه احتمالية متسلسلة المشاهدات الجزئية $O_1,O_2,\ldots\ldots\ldots,O_t$ عند الزمن (t) عندما يكون النموذج (λ) هو المعطى . وتكون بالصيغة الآتية :

$$\alpha_{t(i)} = P(O_1,O_2,\ldots,O_t,q_t = s_i \mid \lambda) \qquad \ldots (2\text{-}51)$$

يمثل الشعاع α_{ti} الاحتمال الجزئي لمتسلسلة من المشاهدات الحالية في الحالة i خلال الزمن t وباستخدام نموذج ماركوف المخفي λ .

ويتم حساب $P(O|\lambda)$ باستخدام الخطوات التالية :

1-البداية (*Initialization*)

$$\alpha_{1(i)} = \pi_i \; b_i\,(O_1) \qquad ;i=0,1,2,\ldots\ldots,N \quad \ldots(2\text{-}52)$$

2- التعاقب (*Recursion*)

$$\alpha_{t(j)} = bj\,[\textstyle\sum_{I=1}^{N} \alpha_{t-1(i)} a_{ij}].(O_{t+1}) \qquad \ldots(2\text{-}53)$$

$j=1,2,\ldots\ldots N \quad ;t=2,3,\ldots\ldots\ldots,T$

(3)النهاية (*Termination*)

$$P(O|\lambda)= \sum_{I=1}^{N} \alpha T(i) \quad \ldots \quad (2\text{-}54)$$

- **خوارزمية الخلف (*Backward Algorithm*):**

يعرف المتغير الخلفي أو مايدعى (*β–Pass*)وتعطى المتحولات الخلفية (*Backward Variables*) بـ $\beta_t(i)$ وتعرف بأنها متتالية المشاهدات من $t+1$ إلى T في الحالة i وفي الزمن t بالنسبة إلى النموذج λ وتمثل كالاتي .

$$\beta_t(i)=P(O_{t+1},O_{t+2},\ldots\ldots\ldots,O_T \,|q_t =s_i,\lambda) \quad \ldots(2\text{-}55)$$

1-البداية (*Initialization*)

$$\beta_T(i)=1 \qquad \ldots (2\text{-}56)$$

2- التعاقب (*Recursion*)

$$Bt(i)=\sum_{j=1}^{N} a_{ij}\, b_j\,(O_{t+1})\beta_{t+1}(j) \qquad \ldots \quad (2-57)$$

$;t=T-1,T-2,\ldots\ldots\ldots,1 \quad ;i=1,2,\ldots\ldots\ldots,N$

3-النهاية (*Termination*)

$$P(o|\lambda)=\sum_{i=1}^{N} \alpha_t(i)\beta_t(i) \qquad \ldots (2\text{-}58)$$

- **خوارزمية *Viterbi***

خوارزمية " Viterbi " تمثل إحدى خوارزميات البرمجة الديناميكية والتي تستخدم في إيجاد أفضل متسلسلة 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 للمسار على احتمال المسارات السابقة ، في حين ان الخوارزمية الأمامية تأخذ المجموع (Sum) . كذلك فأن خوارزمية فيتربي لها مؤشرات تراجعية " Back-Pointers " لا تمتلكها 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 .

ولكي يتم إيجاد متتابعة الحالة المثلى لمتتابعة المشاهدات يجد النظام متتابعة الحالة ذات الطول (T) من الحالة الابتدائية الى الحالة النهائية .كما أن هناك بعض المتغيرات الأساسية لهذه الخوارزمية وكالآتي :

1 . المتغيرV_t (i) : يمثل أعلى احتمالية على طول المسار الوحيد في الحالة i عند الزمن t والذي يساوي احتمالية متتابعة الحالة الجزئية الأكثر احتمالا بالنسبة لممتابعة المشاهدات المنتهية في الحالة i ويمكن التعبير عنه رياضيا كالآتي :

$V_t(j)=max_{i=1}^{N} V_{t-1}(i) \quad .a_{ij} \quad b_j(O_t)$

j=1,2,.....,N ; t=1,2,....,T ....(2-60)

a_{ij}: احتمالية الانتقال من الحالة السابقة *qi* الى الحالة الحالية *qj* .

b j(O$_t$*)* : احتمالية المشاهدة للرمز *Ot* الذي تعطيه الحالة الحالية *j* .

$\Psi_t(j)$: يعمل هذا المتغير على حفظ تتابع الأثر*(Keep Tark)*للمسار الفعلي .

أما خطوات خوارزمية فيتربي فهي كما يأتي :

*1-*البداية *Initialization*

$V_{1(j)}=\pi_i \ b_i \ (O_1 \ ) \qquad ;j=1,2,N \quad ...(2\text{-}61)$

$$\Psi_1(j) = 0$$

2- التعاقب *Recursion*

$V_t(j)=max_{i=1}^{N}[V_{t-1}(i) \ \ .a_{ij} \ \ ]. \ b_j \ \ (O_t) \qquad ...(2\text{-}62)$

j=1,2,….,N;t=2,3,…,T

$\Psi_1(j)$=arg $max_{i=1}^{N}$ [$V_{t-1}(i).a_{ij}$] …(2-63)

j=1,2,…..,N ;t=2,3,….,T

3- النهاية Termination

P*= $max_{i=1}^{N}$[$V_T(i)$] …(2-64)

q^*_T =arg $max_{i=1}^{N}$[$V_T(i)$]…(2-65)

4- التعاقب المعاكس Back tracking

$q^*_T = \Psi_{t+1}$ (q^*_{t+1}) …(2-66)

t=T-1,T-2,……..,2,1

وكالآتي :

1.القيمة الابتدائية $\delta_0(s)=1$ للحالة (s) التي تم حالة البدء ، وأن $\delta_0(s)=0$ بالنسبة للحالات الآخرى أذ لايوجد غير حالة واحدة فقط هي حالة البدء . تلك تبدو وكأنها تمتلك حالة واحدة ، فقط في مصفوفة المشاهدات المتعاقبة عند الموقع [صفر].

2.لكل قيمة i=1,........n يتم حساب الآتي :

a) $\delta_i(s)=\max s_{i-1} P(si/s_{i-1})\, P(w_{i-1}/s_{i-1})\delta_{i-1}(s_{i-1})$ ...[3-1]

b) $\Psi_i(s)=\arg\max s_{i-1}\, P(si/s_{i-1})\, P(w_{i-1}/s_{i-1})\delta_{i-1}(s_{i-1})$ ...[3-2]

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

تعد هذه الخوارزمية من إحدى خوارزميات البرمجة الديناميكية وتستخدم من أجل إيجاد أفضل متتالية من الحالات موجودة ضمن نموذج *HMM*، وتحدد بالخطوات التالية:

$$P(O,I\backslash\lambda) = P(O\backslash I,\lambda)\, P(I\backslash\lambda) \qquad -1$$

$$=\pi_{i1}\, b_{i1}(O1)a_{i1,i2}b_{i2}(O_2).....a_{iT-1}\, b_{iT}(O_T) \qquad ...(2\text{-}42)$$

2-حساب تابع التكلفة *u (cost function)*

$$U(i1,i2,.......It)=-[In(\pi i1bi1(o1)+\sum_{t=2}^{T}In(a1t-1it\ bit\ (ot)](50)$$

اي $P(O,I|\lambda)$ يمكن أن يحسب كما يلي :

$$P(O,I|\lambda) = \exp(-U(i_1, i_2, \ldots\ldots, i_T)) \qquad \ldots (2\text{-}43)$$

3-فتحسب أفضل متتالية من الحالات حسب المعادلة التالية:

$$\text{Min } U(i_1, i_2, \ldots\ldots, i_T) \qquad \ldots (2\text{-}44)$$

الفصل الثالث

التطبيق والتحليل

" Application and Anayliasis "

1-3: تمهيد

يركز هذا الفصل على الجوانب التطبيقية والعملية للبحث، والتي تعد القاعدة الأساسية ونقطة البدء من أجل التنبؤ، باحتمالات وأعداد المصابين والمتوفين بالأمراض السرطانية للفئة العمرية [0-14] في محافظة البصرة.

لا شك إن طريقة جمع البيانات من أهم المراحل التي يعتمد عليها البحث الإحصائي، كما إن جمع البيانات بأسلوب علمي صحيح، يترتب عليه الوصول إلى نتائج دقيقة في التحليل، فضلاً عن اختبار فرضية أو نظرية معينة.

ولقد تمثلت البيانات التي جمعت من السجلات المحفوظة في رئاسة دائرة صحة البصرة، في حصر أعداد المصابين بالأمراض السرطانية كمصابين ومتوفين للفئة العمرية [0-14] وللمدة [2008-2011] في محافظة البصرة كما في الملحق رقم (1).

2-3 نموذج سلاسل ماركوف في التنبؤ:

1-2-3 : نموذج سلاسل ماركوف للذكور

لغرض وضع البيانات التي تم الحصول عليها بصورة مطابقة للنموذج المستخدم لابد من معرفة الأمور والأهداف التي يرغب في تحقيقها، لكي نحدد حالات النموذج بصورة دقيقة، ويكون النموذج مطابقاً للواقع العملي. إذ نهدف إلى معرفة أعداد المصابين والمتوفين في المستقبل القريب والبعيد أو احتمالات الفشل.

والجدول التالي يوضح عدد المصابين بالأمراض السرطانية موزعة على حالتين، المصابين من الذكور والمتوفين من الذكور من خلال المصفوفة الماركوفية التالية:

جدول (3-1)

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

حيث إن:

M_1: تمثل حالة المصابين من الذكور.

M_2: تمثل حالة المتوفين من الذكور.

ولغرض تقدير الاحتمالات الانتقالية للمصابين سنعتمد على المعادلة:

$P_{ij}=Y_{ij} / Y_{i.}$; i, j=1,2

$P_{11}=910/974=0.93$

$P_{12}=64/974=0.07$

وبعدها يتم وضع تلك الاحتمالات على شكل مصفوفة.

جدول (2-3)

مصفوفة ماركوف للذكور للفئة 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<∞

$f_{11}=0.93$

$f_{11}^2=0$

$P_r[T_i<\propto]=\sum_{n=1}^{\propto} f_{11}^n$

$=0.93+0+\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots= 0.93$

الحالة (1) حالة عودة

$M_1=\sum nf_{11}{}^n$

$0.93<\infty$

$F_{22}=1$

$M_{22}=\sum nF_{22}{}^n$

$=1<\infty$

حالة عودة موجبة

بالنسبة للشرط يلاحظ أن حالات المصفوفة جميعها تكون غير دورية وذلك لكون جميع احتمالات حالات المصفوفة موجبة من الدورة الأولى مما يدل على أن القاسم المشترك الأعظم لعدد الدورات لأي حالة من حالات المصفوفة هو الواحد الصحيح. يرمز للحالة الدورية بالرمز d(i)

$P_{11}=0.93 > 0$

$d(1) =1$ حالة غير دورية

$P_{22}=1 > 0$

$d(2) =1$ حالة غير دورية

لغرض حساب التوزيع المستقر للمصفوفة:

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

$=\begin{bmatrix} 0.9 & 0.1 \\ 0 & 1 \end{bmatrix}$

$P^3=PP^2$

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

$P^4=PP^3$

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

$P^5=PP^4$

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

استقرت صفوف المصفوفة P عند القوة n=5 وأن المتجه الوحيد لهذه المصفوفة كالأتي :

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

3-2-1- 1 : نتائج التنبؤ للذكور

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

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

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

$Ct+1=Ct\ P$

$=[974 \quad 64]\begin{bmatrix} 0.93 & 0.07 \\ 0 & 1 \end{bmatrix}$

$=[906 \quad 132]$

نلاحظ من هذا المتجه ازدياد عدد الوفيات بمقدار 68

$Ct+2=CtP^2$

$=[974 \quad 64]\begin{bmatrix} 0.86 & 0.135 \\ 0 & 1 \end{bmatrix}$

$=[838 \quad 195]$

يمكننا من التنبؤ بعدد المصابين عند أي مدة زمنية مرغوب فيها

$Ct+n=Ct\ P^n$

اما بالنسبة للحالة المتوقعة على الأمد البعيد للمصابين

$C\infty=Ct\ Lv$

$$=[974 \quad 64]\begin{bmatrix}0.7 & 0.3\\ 0.7 & 0.3\end{bmatrix}$$

$$=[727 \quad 311]$$

2-1-2-3: 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

وبتطبيق المعادلة رقم (19-2)

λ=2∑j=1 m∑i=1m Yij Log Yij(∑j=1m∑i=1m Yij) / Yi.Y.j

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

=2[910Log(944580)/(886340)+64Log(66432)/(124672)+64Log(66432)/(8192)]

=2[910Log(1.066)+64Log(0.533)+64Log(80109)]

=2[910(0.028)+64(-0.27)+64(0.91)]

=2[25.48+-17.28+3.64]

=2(11.84)

=23.68

إن الإحصاءة المذكرة 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 (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 R وعليه يكون القرار برفض العدم وقبول الفرضية البديلة أي

أن المصفوفة p من الدرجة الأولى وتمثل الظاهرة المدروسة وأن نموذج ماركوف استطاع تمثيل عدد المصابين بالأمراض السرطانية للأطفال بصورة جيدة.

3-2-2: التنبؤ من نموذج ماركوف للإناث

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

جدول (3-3)

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

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

حيث ان :

F_1 تمثل حالة المصابات من الإناث .

F_2 تمثل حالة المتوفيات من الاناث .

ولغرض تقدير الاحتمالات الانتقالية للمصابات سنعتمد على المعادلة التالية :

$P_{ij}=Y_{ij} / Y_{i.}$; i,j=1,2

$P_{11}=525/557=0.94$

$P_{12}=32/557=0.06$

وبعدها يتم وضع الاحتمالات في المصفوفة كالأتي :

جدول (3-4)

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

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

$f_{11}=0.94$

$f_{11}^{2}=0$

$P_r[T_i<\propto]=\sum_{n=1}^{\propto} f_{11}^{n}$

$=0.94$

الحالة (1) حالة عودة :

$M1=\sum_{n=1}^{\propto} f_{11}^{n}$

$=1(0.94)=0.94<\infty$

حالة عودة موجبة:

$F_{22}=1$

$F_{22}=\sum_{n=1}^{\propto} f_{22}^{n}$

$=1$

الحالة (2) حالة عودة موجبة

$M2=\sum_{n=1}^{\propto} nf_{22}^{n}$

$=1<\infty$

حالة عودة موجبة

بالنسبة للشرط يلاحظ ان حالات المصفوفة جميعها تكون غير دورية وذلك لكون احتمالات حالات المصفوفة موجبة من الدورة الأولى، مما يدل على أن القاسم المشترك الأعظم لعدد دورات أي حالة من حالات المصفوفة هو الواحد الصحيح . يرمز للحالة الدورية بالرمز d(i)

$P_{11}=0.94>0$

$d(1)=1$

$P_{22}=1>0$

$d(2)=1$ حالة غير دورية

حساب التوزيع المستقر للمصفوفة:

$P^2=pp$

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

$P^3=pp^2$

$$=\begin{bmatrix} 0.8 & 0.2 \\ 0 & 1 \end{bmatrix}$$

$P^4=pp^3$

$$=\begin{bmatrix} 0.8 & 0.2 \\ 0 & 1 \end{bmatrix}$$

$P^5=PP^4$

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

$P^6=PP^5$

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

استقرت صفوف المصفوفة Pعند القوة $n=6$ وأن المتجه الوحيد لهذه المصفوفة

$\pi=[0.7 \quad 0.3]$

1-2-2-3 نتائج التنبؤ للإناث:

يجب ان نعرف أولآ متجه التشكيل الابتدائي عند الزمن t والذي 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

$$=[557 \quad 32]\begin{bmatrix}0.94 & 0.06\\ 0 & 1\end{bmatrix}$$

=[529 65]

Ct+2=Ct P2

$$=[557 \quad 32]\begin{bmatrix}0.884 & 0.116\\ 0 & 1\end{bmatrix}$$

=[429 97]

يمكننا من التنبؤ بعدد المصابات عند أي مدة زمنية مرغوب فيها

$Ct+n=Ct\ P^{n}$

أما بالنسبة للحالة المتوقع اليها على الامد البعيد للمصابات

C∞=C Lv

$$=[557 \quad 32]\begin{bmatrix}0.7 & 0.3\\ 0.7 & 0.3\end{bmatrix}$$

=[412 97]

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

3-2-2-2 إختبار 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 .

وبتطبيق المعادلة رقم (2-19)

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

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

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

$$=2[525\ Log(1.06)+32Log(0.35)+32Log(9.20)]$$

$$=69.77$$

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 إن القيمة الجدولية تساوي (3.84) . وهي أصغر من القيمة المحسوبة R وعليه يكون القرار برفض العدم وقبول الفرضية البديلة اي إن المصفوفة p من الدرجة الأولى وتمثل الظاهرة المدروسة وأن نموذج ماركوف استطاع تمثيل عدد المصابات من الاناث بالأمراض السرطانية للأطفال بصورة جيدة.

3-2-3 التنبؤ من نموذج ماركوف للإجمالي

والجدول التالي يوضح عدد المصابين بالأمراض السرطانية موزعه على حالتين (مصابين ومتوفين):

جدول (3-5)

اعداد المصابين والمتوفين بالأمراض السرطانية للفئة العمرية [0-14]

في محافظة البصرة لعام 2008.

الحالات	مصابون	متوفون	المجموع عند المدة t
مصابون	1435	96	1531
متوفون	0	96	96
المجموع عند المدة t+1	1435	192	1627

ولغرض تقدير الاحتمالات الانتقالية

$P_{ij}=Y_{ij} / Y_{i.}$; $i,j=1,2$

$P_{11}=1435/1531=0.94$

جدول (3-6)

مصفوفة الانتقالات الماركوفية لإجمالي المصابين بالأمراض السرطانية

للفئة العمرية [0-14] في محافظة البصرة لعام 2008

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

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

$f_{11}=0.94$

$f_{11}^{2}=0$

$f_{11}=\sum_{n=1} f11\ n$

$=0.94$

الحالة (1) حالة عودة

$M1=\sum_{n=1}^{\infty} f_{11}^{n}$

$=1(0.94)=0.94 < \infty$

حالة عودة موجبة

$F_{22}=1$

$F_{22}=\sum_{n=1}^{\infty} f_{22}^{n}$

$=1$ الحالة (2) حالة عودة موجبة

$M2=\sum_{n=1}^{\infty} nf_{22}^{n}$

$=1 < \infty$

حالة عودة موجبة

بالنسبة للشرط يلاحظ أن حالات المصفوفة جميعها تكون غير دورية وذلك كون احتمالات حالات المصفوفة تكون موجبة من الدورة الأولى مما يدل على أن القاسم المشترك الأعظم لعدد دورات أي حالة من حالات المصفوفة هو الواحد الصحيح . يرمز للحالة الدورية بالرمز d(i) .

$P_{11}=0.94 >0$

$d(1)=1$

$P_{22}=1 >0$

$d(2)=1$ حالة غير دورية

حساب التوزيع المستقر للمصفوفة:

$P^2=pp$

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

$P3=pp2$

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

$P^4=pp^3$

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

$P^5=PP^4$

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

$P^6=PP^5$

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

استقرت صفوف المصفوفة Pعند القوة n=6 وأن المتجه الوحيد لهذه المصفوفة

$\pi=[0.7 \quad 0.3]$

1-3-2-3 : نتائج التنبؤ للإجمالي

يجب أن نعرف أولآ متجه التشكيل الابتدائي عند الزمن t والذي يمثل الزمن الابتدائي:

$Ct=[1531 \quad 96]$

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

$Ct+1= Ct\ P$

$=[1439 \quad 188]$

$Ct+2=Ct\ P^2$

$$=[1531 \quad 96] \begin{bmatrix} 0.884 & 0.116 \\ 0 & 1 \end{bmatrix}$$

=[1353 274

يمكننا من التنبؤ بعدد المصابين عند أي مدة زمنية مرغوب فيها:

$Ct+n=Ct\ P^{n}$

أما بالنسبة للحالة المتوقعة على الأمد البعيد للمصابين:

$C\infty=C\ Lv$

$=[1531 \quad 96]\begin{bmatrix} 0.7 & 0.3 \\ 0.7 & 0.3 \end{bmatrix}$

=[1139 488]

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

2-3-2-3: اختبار المعنوية

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[1435Log(1435)(1627)/(1531)(1435)+0+96Log(96)(1627)/(1531)(192)+96Log(96)(51627)/(96)(192)

==2[1435Log233475)/(2196985)+96Log(156192)(293952)+96Log(156192)/(18432)]

=2[1435 Log(1.063)+96Log(0. 531)+96Log(0.531)]

=2[1435(0.027)+96(-0.027)+96(0.928)]

=2[38.745-25.92+89.088]

=203.826

إن الإحصاءة المذكورة آنفاً تسلك على وفق مربع كاي وبدرجة حرية (m-1) حيث ان m تمثل عدد الحالات المقدرة في سلسلة ماركوف وهي 2 في هذه الحالة. وبعد حساب قيمة الاحصاءة الخاصة بالفرضية (203.826) =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 R وعليه يكون القرار برفض العدم وقبول الفرضية

البديلة أي أن المصفوفة p من الدرجة الأولى وتمثل الظاهرة المدروسة وأن نموذج ماركوف استطاع تمثيل عدد المصابين من الإناث بالأمراض السرطانية للأطفال بصورة جيدة.

جدول (7- 3)

" نتائج التنبؤ بنموذج ماركوف بأعداد المصابين والمتوفين بالأمراض السرطانية للإجمالي من الأطفال للفئة العمرية [0-14] في محافظة البصرة ".

السنة	المصابون	المتوفون
2012	1176	451
2013	1089	555
2014	1024	603
2015	956	671
2016	893	734
2017	842	792
2018	777	848

المصدر/ الجدول من إعداد الباحثة

جدول (3-8)

" نتائج التنبؤ بنموذج ماركوف بأعداد المصابين والمتوفين بالأمراض السرطانية من الاطفال من الذكور للفئة العمرية [0-14] في محافظة البصرة ".

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

المصدر/ الجدول من إعداد الباحثة

جدول (3-9)

"نتائج التنبؤ من نموذج ماركوف بأعداد المصابين والمتوفين بالأمراض السرطانية من الاطفال من الإناث المصابات للفئة العمرية [0-14] في محافظة البصرة ".

السنة	المصابات	المتوفيات
2012	446	143
2013	407	199
2014	390	199
2015	367	222
2016	345	244
2017	333	264
2018	304	284

المصدر/ الجدول من إعداد الباحثة

جدول (3-10)

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

السنة	ذكور مصابين%	إناث مصابات%	وفيات ذكور%	وفيات إناث%
2012	61	38	68	32
2013	63	37	64	36
2014	62	38	67	33
2015	62	38	67	33
2016	61	39	67	33
2017	60	40	67	33
2018	61	39	67	33
المعدل	%61	%38	%67	%33

المصدر/ الجدول من إعداد الباحثة

يبين الجدول (3-10) أن النسب المئوية للتنبؤ في أعداد المصابين والمتوفين للأعوام (2012-2018) يوجد تباين في النسب المئوية بالزيادة أو النقصان عن النسبة المئوية ولكن عند عزل التأثيرات الناتجة من المعدل العام تظهر كفاءة ودقة النتيجة في الاتجاهين للمصابين والمتوفين. وعند مقارنة النسب في الملحق رقم (2) نجد أن معدل عدد المصابين للأعوام 2011- (2008) بلغت 63% للذكور مقابل37 % بالنسبة للإناث. أما للفترة التنبؤية بلغت معدل نسبة الإصابة 61% للذكور و 38% للإناث. أي هناك زيادة بمعدل المصابين ولكل من الذكور والإناث ولكن للذكور بمعدل أقل نسبياً عن الإناث. أما معدل نسبة المتوفين للذكور والإناث للفترة (2008-2011) قد بلغت 64% ، 36%) على التوالي في حين بلغت(33%،67%) للذكور والإناث على التوالي . ويتضح لنا من ذلك أن كلما زاد عدد المتكررات يقل مقدار التباين بين الاحداث المكررة.

3-3 : سلاسل ماركوف في التنبؤ والتحليل التتابعي

إن الأهمية الخاصة للتنبؤ والتحليل الديناميكي تأتي من الحالات الاحتمالية في اتخاذ القرارات لمستقبل عشوائي." وبقدر ما تكون التنبؤات قريبة من الواقع يشوبها في أحسن الحالات قدر معين من عدم التأكد " [10].

هنا يتم تحديد القياس الكمي لاحتمال الخطر من خلال تحديد قيمة احتمال الخطر لمجموعة من النتائج المتعاقبة لأعداد المصابين أو المتوفين بالأمراض السرطانية للأطفال في الفئة العمرية [0-14] وعلى مدى زمني، والهدف العمل على اتخاذ الإجراءات اللازمة للتقليل من شدته حفاظاً على الأجيال القادمة ومعالجة التلوث البيئي الذي يعد احدى أهم مسببات مرض السرطان في جميع محافظة البصرة.

3-3-1: تطبيق سلاسل ماركوف التتابعي للأجمالي

تم تطبيق متسلسلات ماركوف التتابعي للإجمالي من المصفوفة التالية:

مصفوفة (3-11)

"مصفوفة ماركوف للإجمالي"

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

$P^{n+1}=P^n\ P$

$[P_0^{n+1}, P_1^{n+1}]= P^{n+1}=[P_0^n\ ,P_1^n].\begin{bmatrix}0.94 & 0.06\\ 0 & 1\end{bmatrix}$

$P_1^{n+1}=P_0^n(0.94)+P_1^n(0)$

$P_1^{n+1}=P_0^n(0.06)+P_1^n(1)$

$P^n=P^{(n-1)}P=P^{(0)}P^n$

ثم نحسب بعد ذلك الاستقرار الاحصائي للمصفوفة بعد المدد الزمنية الكافية يستقر النظام أم لا يستقر

$\pi= [\pi(0)\ ,\pi(1)]$

ووضح أن في هذه الحالة لا تتأثر الاحتمالات بالزمن:

$\pi\ [I\text{-}P]=0$

وبالتعويض في المعادلة (2-36)

$[\pi_{(0)}\quad \pi_{(1)}]\left[\begin{bmatrix}1 & 0\\ 0 & 1\end{bmatrix}-\begin{bmatrix}0.94 & 0.06\\ 0 & 1\end{bmatrix}\right]$

ومنها

$0.06\ \pi(0)+0\pi(1)=0$

$-0.06\ \pi(0)+0\pi(1)=0$

ولتحديد قيم $\pi(0)$, $\pi(1)$ من المعادلة (2-37) ،(2-38)

وهي الاحتمالات لحالة التوازن الإحصائي للنظام

$$P = Q\begin{bmatrix} \hat{\lambda}_1 & 0 \\ 0 & \hat{\lambda}_2 \end{bmatrix} Q^{-1}$$

$$P(n) = P_0 Q\begin{bmatrix} \hat{\lambda}_1 & 0 \\ 0 & \hat{\lambda}_2 \end{bmatrix} Q^{-1}$$

إن إيجاد الجذور المميزة للمصفوفة يأتي بحل معادلة المحددة:

$$|P - \lambda I| = 0$$

$$= \begin{vmatrix} 0.94 & 0.06 \\ 0 & 1 \end{vmatrix} - \begin{vmatrix} \lambda & 0 \\ 0 & \lambda \end{vmatrix}$$

$$= \begin{vmatrix} 0.94-\lambda & 0.06 \\ 0 & 1-\lambda \end{vmatrix}$$

وبتطبيق المعادلة (2-43) نحصل على الجذور المميزة

$$\lambda_2 = 1-\alpha-\beta = 0.94 \quad ، \quad \lambda_1 = 1$$

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

$$Q^{-1} = \frac{1}{0.06+0}\begin{bmatrix} 0 & 0.06 \\ 1 & -1 \end{bmatrix}$$

$$P^1 = \begin{bmatrix} 0.93 & -0.056 \\ 0 & 0 \end{bmatrix}$$

2-3-3 سلسلة ماركوف التتابعي للذكور:

تم تطبيق متسلسلات ماركوف للذكور

(3-12)

"المصفوفة الماركوفية للذكور"

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

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

$[P_0^{n+1}, P_1^{n+1}]= P^{n+1}=[P_0^n ,P_1^n]. \begin{bmatrix} 0.93 & 0.07 \\ 0 & 1 \end{bmatrix}$

$P_1^{n+1}=P_0^n(0.93)+P_1^n(0)$

$P_1^{n+1}=P_0^n(0.07)+P_1^n(1)$

$P^n=P^{(n-1)}P=P^{(0)}P^n$

ثم نحسب بعد ذلك الاستقرار الإحصائي للمصفوفة بعد المدد الزمنية الكافية يستقر النظام أم لا تستقر.

$\pi= [\pi(0) ,\pi(1)]$

ووضح أن في هذه الحالة لا تتأثر بالزمن :

$\pi[I-P]=0$

وبالتعويض في المعادلة (2-36)

$$[\pi_{(0)} \quad \pi_{(1)}]\left[\begin{bmatrix} 1 & 0 \\ 0 & 1 \end{bmatrix} - \begin{bmatrix} 0.93 & 0.07 \\ 0 & 1 \end{bmatrix}\right]$$

ومنها

$0.07\ \pi(0)+0\pi(1)=0$

$-0.07\ \pi(0)+0\pi(1)=0$

ولتحديد قيم $\pi(0)$, $\pi(1)$ من المعادلة (2-37) ،(2-38)

$$\pi(0) = \frac{0}{0.07+0} =$$

$$\pi(1) = \frac{0.07}{0.07+0} = 1$$

وهي الاحتمالات لحالة التوازن الإحصائي للنظام

$$P=Q\begin{bmatrix}\hat{\lambda}_1 & 0\\ 0 & \hat{\lambda}_2\end{bmatrix}Q^{-1}$$

$$P(n)=P_0Q\begin{bmatrix}\hat{\lambda}_1 & 0\\ 0 & \hat{\lambda}_2\end{bmatrix}Q^{-1}$$

إن إيجاد الجذور المميزة للمصفوفة يأتي بحل المعادلة المحددة

$$|P-\lambda I|=0$$

$$=\begin{vmatrix}0.93 & 0.07\\ 0 & 1\end{vmatrix}-\begin{vmatrix}\lambda & 0\\ 0 & \lambda\end{vmatrix}$$

$$=\begin{vmatrix}0.93-\lambda & 0.07\\ 0 & 1-\lambda\end{vmatrix}$$

وبتطبيق المعادلة (2-43) نحصل على الجذور المميزة

$\lambda_2=1-\alpha-\beta=0.93$ ، $\lambda_1=1$

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

$$Q^{-1}=\frac{1}{0.07+0}\begin{bmatrix}0 & 0.07\\ 1 & -1\end{bmatrix}$$

$$P^{1}=\begin{bmatrix}1.065 & 0.005\\ 1 & 0.07\end{bmatrix}$$

3-3-3 تطبيق سلاسل ماركوف التتابعي للإناث:

تم تطبيق متسلسلات ماركوف التتابعي للإناث من المصفوفة التالية:

مصفوفة (3-13)

"مصفوفة ماركوف للإناث"

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

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

$[P_0^{n+1}, P_1^{n+1}]= P^{n+1}=[P_0^n ,P_1^n]. \begin{bmatrix} 0.94 & 0.06 \\ 0 & 1 \end{bmatrix}$

$P_1^{n+1}=P_0^n(0.94)+P_1^n(0)$

$P_1^{n+1}=P_0^n(0.06)+P_1^n(1)$

$P^n=P^{(n-1)}P=P^{(0)}P^n$

ثم نحسب بعد ذلك الاستقرار الاحصائي للمصفوفة بعد المدد الزمنية الكافية يستقر النظام أم لا يستقر

إذا كان هذا صحيحاً فإنه توجد لدينا احتمالات استقرار يعبر عنها بالقيمة:

$\pi= [\pi(0) ,\pi(1)]$

ووضح أن في هذه الحالة لا تتأثر الاحتمالات بالزمن:

π [I-P]=0

وبالتعويض في المعادلة (2-36)

$$[\pi_{(0)} \quad \pi_{(1)}]\left[\begin{bmatrix} 1 & 0 \\ 0 & 1 \end{bmatrix} - \begin{bmatrix} 0.94 & 0.06 \\ 0 & 1 \end{bmatrix}\right]$$

ومنها

$0.06\ \pi(0)+0\pi(1)=0$

$-0.06\ \pi(0)+0\pi(1)=0$

ولتحديد قيم π(0), π(1) من المعادلة (2-37) ،(2-38)

$$\pi(0) = \frac{0}{0.06+0} =$$

$$\pi(1) = \frac{0.06}{0.06+0} = 1$$

وهي الاحتمالات لحالة التوازن الإحصائي للنظام

$$P = Q \begin{bmatrix} \lambda 1 & 0 \\ 0 & \lambda 2 \end{bmatrix} Q^{-1}$$

$$P(n) = P_0 Q \begin{bmatrix} \lambda_1^{\wedge} & 0 \\ 0 & \lambda_2^{\wedge} \end{bmatrix} Q^{-1}$$

إن إيجاد الجذور المميزة للمصفوفة يأتي بحل معادلة المحددة:

$$|P - \lambda I| = 0$$

$$= \begin{vmatrix} 0.94 & 0.06 \\ 0 & 1 \end{vmatrix} - \begin{vmatrix} \lambda & 0 \\ 0 & \lambda \end{vmatrix}$$

$$= \begin{vmatrix} 0.94 - \lambda & 0.06 \\ 0 & 1 - \lambda \end{vmatrix}$$

وبتطبيق المعادلة (2-43) نحصل على الجذور المميزة

$$\lambda_2 = 1 - \alpha - \beta = 0.94 \qquad ، \qquad \lambda_1 = 1$$

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

$$Q^{-1} = \frac{1}{0.06+0} \begin{bmatrix} 0 & 0.06 \\ 1 & -1 \end{bmatrix}$$

$$P^1 = \begin{bmatrix} 0.93 & -0.056 \\ 0 & 0 \end{bmatrix}$$

ان اسلوب التحليل التتابعي، الذي هو في الاصل يعد برمجة ديناميكية. والتي تنطلق في الوصول الى الحل الأمثل من خلال تجزئة العمل الى مراحل، لقد استخدمت في التطبيق والتحليل رغم الطبيعة الخاصة للدراسة. إذا اعتبر كل سنة من تلك السنوات تمثل عينة المصابين بالأمراض السرطانية والمتوفين الذين يمثلون حالة الفشل. ثم تؤخذ السنوات تباعاً الى حين تستمر تلك الحالات، اذ ان سلسلة ماركوف هي عبارة عن متتالية لأحداث عشوائية التي يعتمد فيها احتمال كل حدث على الحدث السابق له مباشرة، ولا يعتمد على احداث ماضية قديمة بمعنى ان الاحداث تتوالى تباعاً.

لقد صمم برنامج خاص مـن قبـل الباحثـة للمشكلة قيـد الدراسة بلغـة باسكال Under window vr 7 نظراً لسهولته في التعليم والاستخدام فضلاً عن أن لغة باسكال تتفاعل إيجابياً مع المؤشرات الديناميكية وكونها لغة وليست برامج جاهزة كما في نظيرها من البرامج الأخرى.

ولقد طبق البرنامج على المصفوفات لكل من الإجمالي والذكور والإناث وحصلنا على احتمالات الحالة المستقرة للنظام العشوائي التي بالاعتماد عليها، تم التنبؤ باحتمالات الفشل سواء للمتوفين أم للمصابين بالأمراض السرطانية للفئة العمرية [0 -14] في محافظة البصرة **.**

ولقد توصلنا إلى الجدول التالي:

جدول (3-16)

" نتائج التنبؤ بنموذج ماركوف التتابعي باحتمالات الفشل التتابعي من الأمراض السرطانية للإجمالي من الأطفال للفئة العمرية [0-14] في محافظة البصرة "

السنة	**n**	**احتمال نسبة الفشل**
2012	1	0.6
2013	2	0.5
2014	3	0.5
2015	4	0.5
2016	5	0.5
2017	6	0.4
2018	7	0.4

المصدر/الجدول من إعداد الباحثة

نلاحظ من الجدول أعلاه أن نسبة التنبؤ في احتمال الفشل في (2012) هي (6) ثم تبقى ثابتة عند مستوى احتمال (5) للسنوات المتعاقبة من [2013-2016]، بعدها تنخفض النسبة لتصل إلى احتمال (4) عند العامين 2017، 2018.

ولا شك أن قياس احتمال قوة الخطر المتوقع يعني تحديد عامل عدم التأكد وتقدير خطورة الضرر واحتمال وقوعه نتيجة حدوث تغيرات ديناميكية تعود إلى عوامل خارجية مثل التلوث البيئي، مما يحدث خسائر واضراراً اجتماعية على عدد كبير من الأطفال والبشر، إلا أنها تعد عموماً أقل قابلية لتنبؤ من المخاطر للعوامل الداخلية والتي تحدث بسبب عدم التشخيص الدقيق والمبكر للمرض، وكذلك نقص الخبرة واستخدام أجهزة فحص مختبرية غير متطورة. لذلك لابد من التحكم بفاعلية لمواجهة واستخدام أجهزة فحص مختبرية غير متطورة. لذلك لابد من التحكم بفاعلية لمواجهة المخاطر كافة سواء على الطفولة المبكرة أم على البالغين واستخدام كل الوسائل المتاحة الممكن تفاديها وتحويلها إلى استراتيجية نحو بيئة صحية مناسبة تأخذ بنظر الاعتبار كل تلك التحديات لذلك لابد من الدراسة العلمية لمختلف جوانب تلك الظاهرة والمتغيرات المحيطة بها لمعرفة سلوكها الحالي للتنبؤ بسلوكها في المستقبل.

4-3: تطبيق ماركوف المخفي

ماركوف المخفي أداة إحصائية تستخدم في نمذجة توليد الصفات المتعاقبة بواسطة مجموعة من المشاهدات المتعاقبة.

الخطوة الأولى :

ترتيب المصابين بالأمراض السرطانية بشكل متسلسل إذ يقابل كل مصاب رقماً يمثله ، وكذلك رقم للحالة المدمجة بين حالة وأخرى ، ويكون ترتيب المصابين كما يأتي :

2	1	0
الحالة المدمجة	مصاب	متوفى

وهي تمثل (v) ، حيث أن v=[0,1,……..,M-1] وهي تمثل مجموعة رموز المشاهدات الممكنة ، وبذلك يكون هناك (3) رموز أي أن [M=3] والتي تمثل عدد رموز المشاهدات .

الخطوة الثانية:

تؤخذ سلسلة من المشاهدات والتي هي عبارة عن الأشخاص المصابين مرتبة حسب العينة التي أخذت منها وتكون كما يأتي:

إذا كان الشخص مصاباً فيرمز له بالرمز (1) وإذا كان الشخص متوفى فيرمز له بـ (0) ، أما الحالة المدمجة فيرمز لها بالرمز (2) .

لقد أخذت المشاهدات من عينه مرضى واستخدمت لهذه الدراسة وهي تمثل (T) (طول متسلسلة المشاهدات)، هذا وتكون الحالات المخفية في هذا التطبيق هي (2) .

إن المصفوفات الأساسية لهذا الموضوع هي (A,B,π) (والتي تناولها الجانب النظري) أما الجانب التطبيقي فهي تتمثل بما يأتي:

1-المتجه الابتدائي [π] يمثل توزيع الحالة الابتدائية والتي من خلالها تحدد الحالة عندما (t=0)، وتكون أبعادها بشكل عام (N*1) اما في التطبيق فهي (2*1)

2-المصفوفة الانتقالية (A) تمثل احتمالية الانتقال من إحدى الحالات عند (t) إلى نفسها أو إلى إحدى حالات مجال فضاء الحالة عند (t+1) ، وتكون أبعادها بشكل عام (N*N) أما في التطبيق الخاص في هذا البحث فهي (2*2) .

3-المصفوفة (B) تمثل التوزيع الاحتمالي لرمز المشاهدة والذي يمثل الرمز الناتج عند (t) المعتمد على التوزيع الاحتمالي للمشاهدة في الحالة المختارة عند (t) أيضاً وتكون أبعادها بشكل عام (N*M) أي (2*3).

الخطوة الثالثة:

هي عملية اختيار قيم ابتدائية للمعلمات ، وليست هناك طريقة مباشرة لاختيار التقديرات الابتدائية ، ولعمل ذلك تم اختيار القيم بشكل عشوائي أو تخمين إذ تكون (وبشكل عام) قيم عناصر المتجه [π] هي تقريباً (1/N) وقيم عناصر المصفوفة (A) هي تقريباً (1/N) أيضاً أما المصفوفة (B) فأن قيم عناصرها تساوي تقريباً (1/M) وفي التطبيق فإن قيم عناصرالمتجه [π] هي (1/2) وكذلك قيم عناصر المصفوفة(A) هي أيضاً (1/2) ، أما قيم عناصر المصفوفة (B) فهي (1/3) ، وبشرط أن تكون قيم المصفوفة غير متساوية ، وأن يكون مجموع كل صف في المصفوفة مساوياً للواحد أي يجب تحقيق شروط التصادفية ، وذلك لأنه شرط أساسي لإجراء التطبيق .

الخطوة الرابعة:

هي عملية حساب المتغيرات الأمامية (أي حساب قيم α) وذلك لحل المسألة الأولى والتي تهدف إلى إيجاد (P(O\λ (أي تحديد الإمكان لمتسلسلة المشاهدات (O) عندما يكون المعطى هو النموذج) ، إذ تجري عملية حساب باستخدام ثلاثة قوانين الأول يقوم بحساب وكالاتي :

$$\alpha_0(i)=\pi_i b_i (O_0) \qquad ;i=0,1$$

والثاني يقوم بحساب $\alpha_t(j)$ وذلك عندما (t=1,………,T-1) وكالاتي :

$$\alpha_t(j)= \left[\sum_{i=0}^{1} \alpha_{t-1}(i)\alpha_{ij}\right] * b_j(O_t)$$

$$;t=1,\ldots\ldots, \quad j=0,1$$

أما الثالث فيقوم بحساب (P(O/λ وذلك عن طريق جمع قيم $\alpha_{T-1}(i)$ وكالاتي:

$$P(O/\lambda)=\sum_{I=0}^{1} \alpha(i)$$

ولكن بما أن سلسلة المشاهدات طويلة فسوف تكون قيم (α) صفرية أو مقاربة للصفر ، وقيم (P(O/λ مساوية للصفر أيضاً لذلك يجب تقييس قيم (α) وذلك من خلال إجراء الخطوات (Scaling) أي أيجاد (^α) مع ملاحظة أنه يجب أن تكون القيم الناتجة ل (^α) تحقق الشرط الآتي :

وتكون خطوات ال (scaling) كالآتي

$$\alpha\hat{}_0(i)=\pi_i b_i(O_0)/\sum_{K=0}^{N-1} \pi_K\, b_i(O_0)$$

تم توضيح خطوات العمل في الفقرة السابقة و بشكل تفصيلي أما عملية التطبيق فتكون كما يأتي :

1- إدخال سلسلة المشاهدات (والتي تمثل العلاجات لعينة من الأشخاص المصابين بالسرطان) على شكل أرقام:

حيث إن كل رقم يقابل المصابين بالأمراض السرطانية.

2 -إدخال المصفوفات الابتدائية للنموذج λ (A,B,π) والتي هي :

$$\pi=[0.7 \quad 0.3]$$

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

أما المصفوفة B فتكون قيمة كل عنصر فيها مقاربة إلى (1/3)

إن تلك المصفوفات والمتجهات تعد أساسيات التوليد والتدريب والتعليم

إن نموذج ماركوف المخفي يعد هيكلة أساسية ودقيقة عند مستوى تركيبة تعطي إشارات داخلية تدريجية لنمذجة المعلومات وتوليد الأرقام العشوائية أي تطور تقنات تساعد على أداء أفضل بعد معالجة معطيات التدريب آلياً . ولقد جرى تطبيقه لأول مره في الدراسة للمجال الحيوي.

1-4-3 : تطبيق خوارزمية "Viterbi "

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

1.القيمة الابتدائية $\delta_0(s)=1$ للحالة (s) التي تمثل حالة البدء ، وأن δ_0 (s)=0 بالنسبة للحالات الآخرى أذ لايوجد غير حالة واحدة فقط هي حالة البدء . تلك تبدو وكأنها تمتلك حالة واحدة ، فقط في مصفوفة المشاهدات المتعاقبة عند الموقع [صفر].

2.لكل قيمة i=1,........n يتم حساب الآتي :

a) $\delta_i(s)=\max s_{i}{-}_1 P(si/s_{i-1})\ P(w_{i-1}/s_{i-1})\delta_{i-1}(s_{i-1})$ ...[3-1]

b) $\Psi_i(s)=\arg\max s_{i-1}\ P(si/s_{i-1})\ P(w_{i-1}/s_{i-1})\delta_{i-1}(s_{i-1})$ ...[3-2]

3 .آخيراً، نضع حالة النهاية عند الموقع (T+1) باستخدام القاعدة رقم (2) المذكورة آنفاً. [22].

جدول (3-15)

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

جدول (3-16)

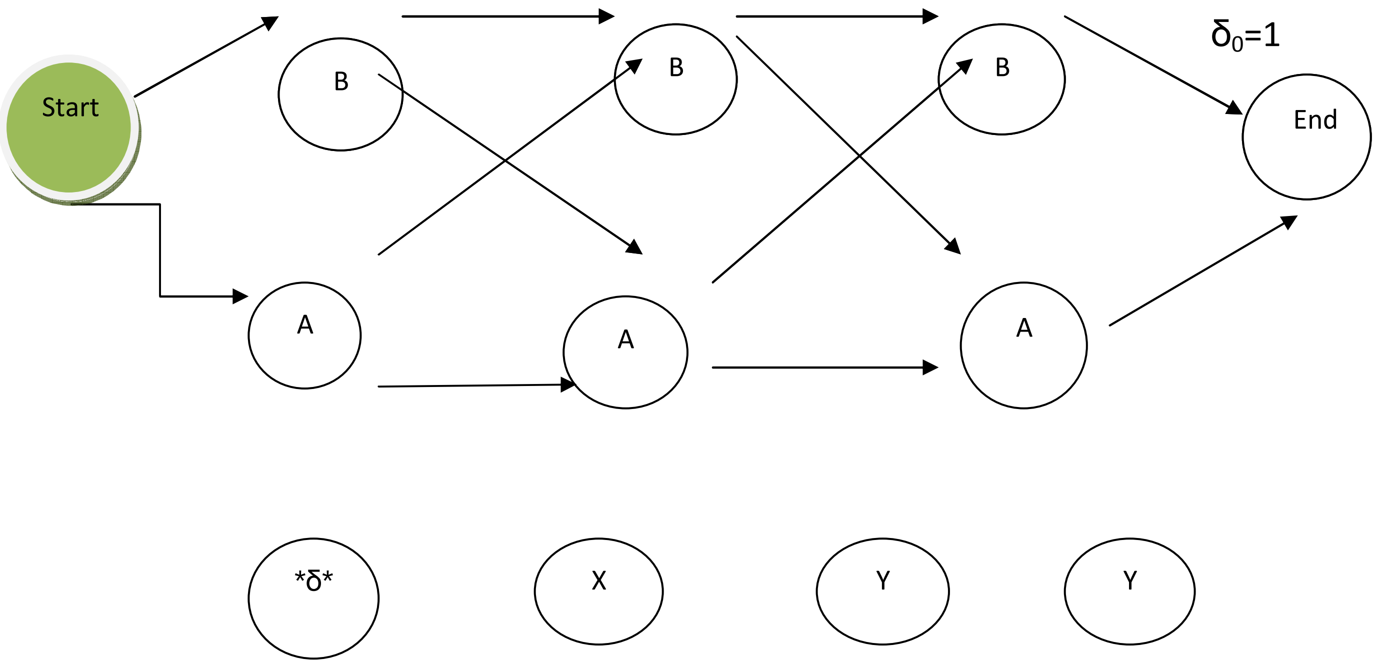
مصفوفة لتوزيع الاحتمالات المرافقة كالآتي:

Word

State	*S*	X	Y
Start	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 δ_0(*Start*)=1 . أما العقد المضللة فتشير الى عدد التكرارات المتعاقبة المتولدة، والتي يمكن توليدها لكل ملف في الشبكة . كما في الشكل التالي:

شكل (3-1)



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

$$\delta_1(A)\ (A)=\max\delta_0\ P(A/s_0)\ P(*s*/s_0)\delta_0\ (s_0)\ \ldots\ [3\text{-}3]$$

وهي تتضمن قيمة واحدة محتملة فقط وهي (s_0) ، وان حالات البداية :

$$\delta_1(A)=1*1*0.7=0.7\quad \ldots\ [3\text{-}4]$$

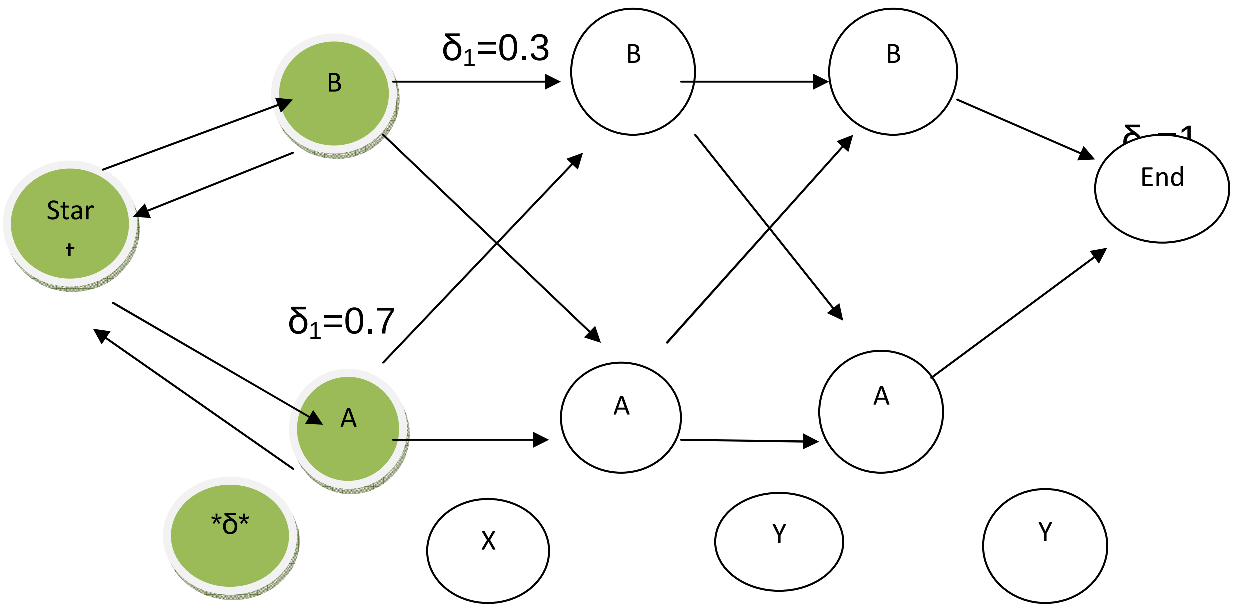
وهكذا يمكن الحصول على :

$$\delta_1(B)=1*1*0.3=0.3\quad \ldots\ [3\text{-}5]$$

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

$$\Psi_1(A)=\Psi_1(B)=*s_0*\quad \ldots[3\text{-}6]$$

شكل (3-2)



بعدها نحل قيم عند الموقع (2) :

$\delta_2(A)=\max\delta_1\ P(A/s_1)\ P(*s*/s_1)\ (s_1)$ ....[3-7]

$\delta_2(A)=\max\{0.94*0.94*0.7;\ 0.7*0.3*0.3\}$… [3-8]

$=\max\{0.6185\ ;\ 0.063\}$

$\delta_2(A)=0.6185$

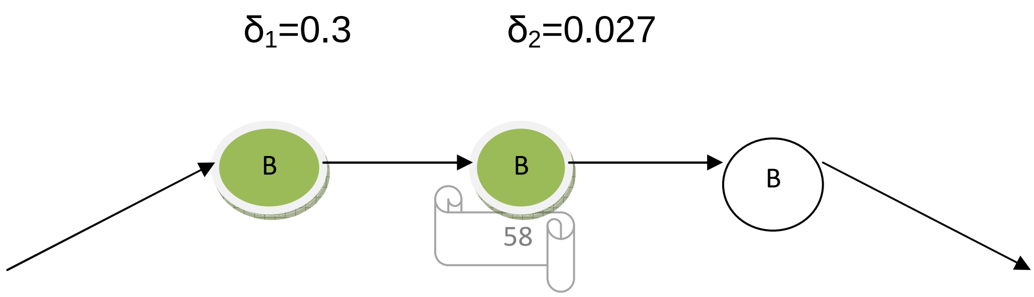
هذه القيمة $s_1=B$ ، عندما $\Psi_2(A)=B_1$ عندها يكون :

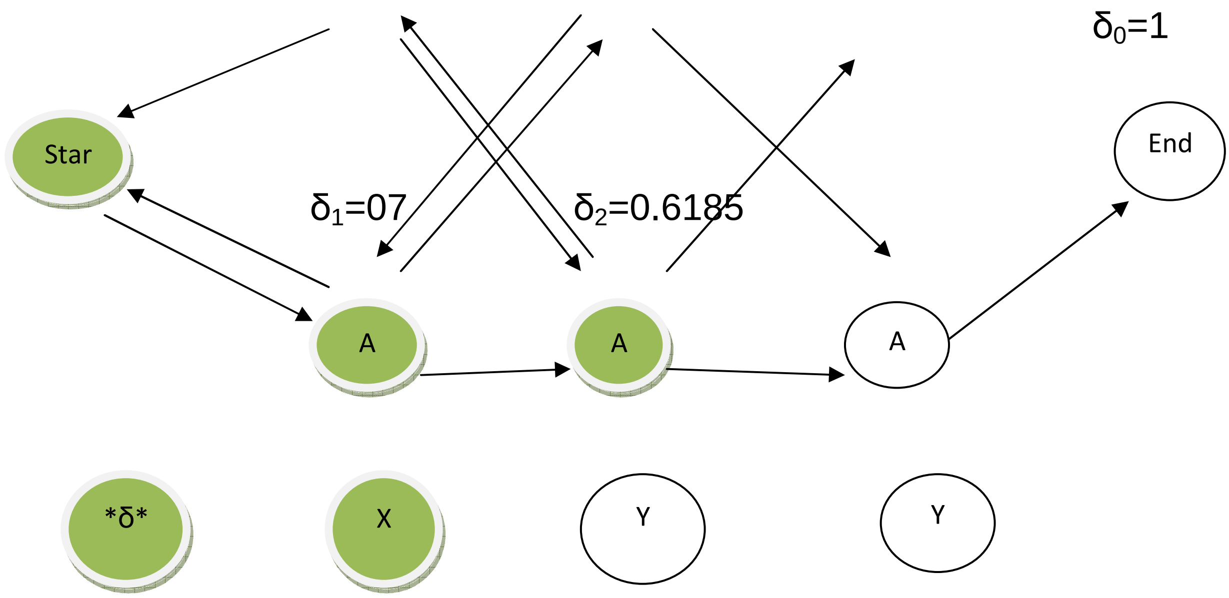
$\delta_2(B)=\max\{0.06*0.94*0.7;\ 0.3*0.3*0.3\}$

$\delta_2(B)=\max\{0.03948\ ;\ 0.027\}$

$=0.027$

شكل (3-3)





ثم نكرر التعاقب مرة آخري عند الموقع (3) :

$\delta_3(A)$=max{0.94*0.06*0.61852 ; 0.7*0.3*0.027}

δ_3=max {0.03488 ; 0.00567}

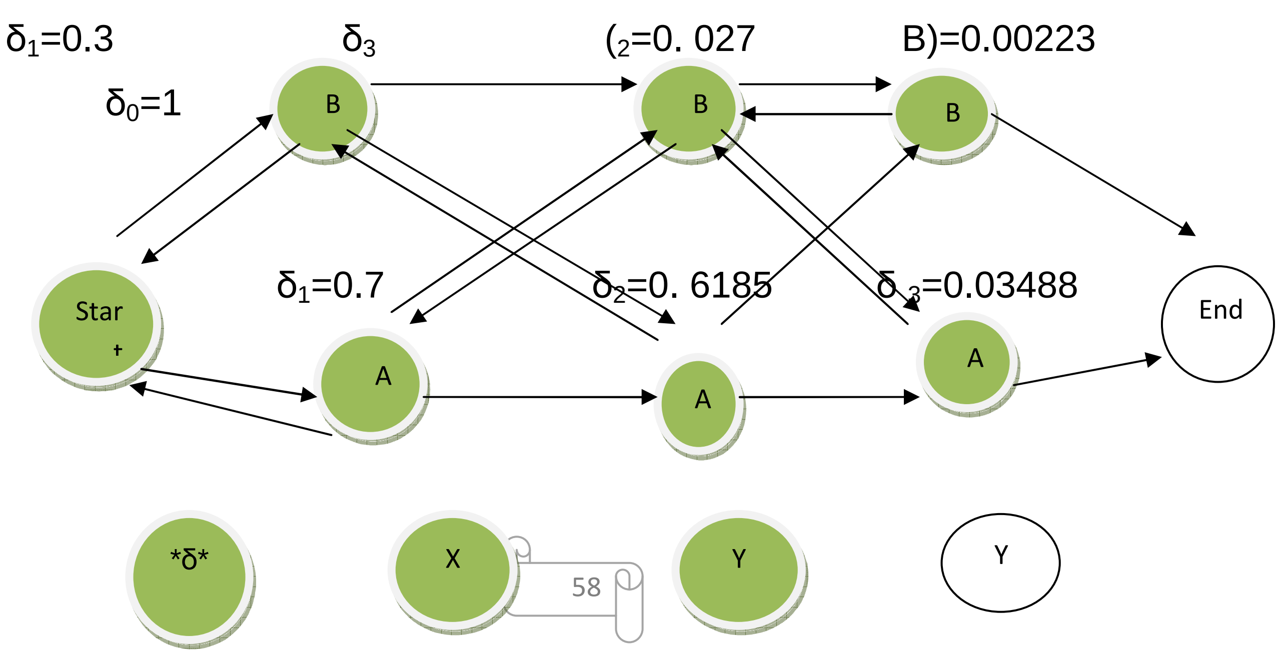
δ_3={0.03488}

$\delta_3(B)$=max {0.06*0.06*0.6185 ; 0.3*0.7*0.027 }

$\delta_3(B)$= max {0.00223 ; 0.00567 }

$\delta_3(B)$=0.00223

شكل (3-4)



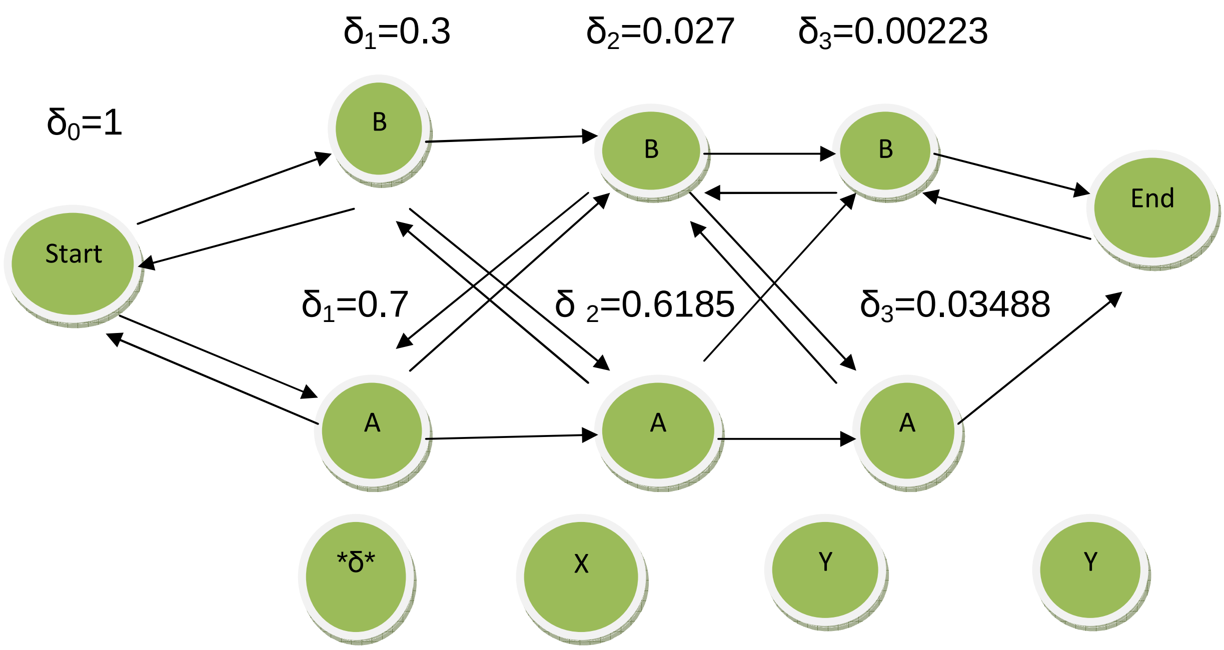
واخيراً، الحالة النهائية:

δ_4(End)=max {1*0.06*0. 03488 ; 1*0.7*0.00223}

δ_4(End)= max {0.00209 ; 0.00156 }

δ_4(End)= 0.00156

شكل (3-5)



لذلك نستطيع تقرأ فيتربي المتعاقب للمؤشرات التراجعية من خلال الحالة الابتدائية

Veterbi Sequence = ABB

الاحتمالية الناتجة:

P(ABB ; xyy)=0.0 0156

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

الفصل الرابع

"الاستنتاجات والتوصيات"

(Conclusions & Recommendations)

4-1 الاستنتاجات :

استناداً ألى النتائج التي تم الوصول إليها من الدراسة تم استنتاج مايأتي :

1- أظهرت نتائج التنبؤ بنموذج ماركوف ارتفاع عدد الوفيات للأجمالي بشكل كبير في المستقبل ففي سنة 2012 كان عدد الوفيات (654) في حين ارتفع الى (1126) 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 نتائج التنبؤ بنموذج ماركوف التتابعي احتمالات الفشل بالأمراض السرطانية إذ كانت نسبة الفشل للإجمالي من الذكور والإناث في عام (2012) هي (0.06) إذ انخفضت إلى (0.04) في عام (2018) ولكن مازالت نسبة الفشل كبيرة .

4-يساعد تحليل ماركوف التتابعي الإدارة الصحية للتنبؤ باحتمالات الفشل والتوقع لأحتمالات الخطر الذي قد تواجهه المؤسسات الصحية على وجه الخصوص والمجتمع العراقي عموماً ، وهو جزء من نظرية (إدارة الخطر) . إذ يعتمد التحليل على دراسة الواقع الصحي لأعداد الأطفال المصابين والمتوفين بالأمراض السرطانية وترجمته بشكل قياسي كمي يعتمد التوزيعات الاحتمالية والدالة التراكمية والمعادلات التراكمية ، لتعظيم قوة الخطر ، ثم امكان حساب قيم متغيراته في المستقبل من خلال ضرب القيمة المتوقعة للخطر في احتمالات الخطر .

5- إن التحليل التتابعي يؤدي إلى تجميع الاخطار مما يؤدي إلى تقليلها ، وذلك لأن جمع أكبر قدر ممكن من المعلومات عن المصابين والمتوفين خلال مدد زمنية سابقة بطريقة يسهل عليها معرفة سلوكهاالحالي ومحاولة تقليل من تأثيرها أو تحسين الاجراءت التي تؤدي إلى تخفيفها أو معالجتها .

6- أظهـرت الدراسـة أن معـدل عـدد المتـوفين مـن الـذكور والإنـاث يميـل الـى التسـاوي أو التقـارب كلمـا زاد عـدد المصـابين المسـجلين فـي تلـك المـدة إذ بلغـت النسـبة المصـابين مـن الـذكور والإنـاث [52,48] علـى التـوالي. إذ الأمـر يتعلـق باسـتقرار تكـرار بعـض الحوادث عند وجود عدد كاف منها مع أنها عشوائية .

7- يتضـح أن زيـادة عـدد خطـوات الاحتمـالات المطلقـة يجعلهـا غيـر مرتبطـه بالحالـة الابتدائية وهذا مايميز ماركوف للسلاسل المستقرة طويلة الأجل .

8- مـن تطبيـق خوارزميـة فيتربـي وجـدنا الاحتماليـة الناتجـة للمؤشـرات التراجعيـة مـن خلال الحالة الابتدائية للشبكة (ABB) تساوي (0.07735) .

9- بـدأت انـواع النمـاذج السـابقة تتـرابط بعـد توضـيح نتيجـة التنبـؤ فـي كـل نمـوذج ، والتـي أظهـرت جميعهـا زيـادة فـي أعـداد المصـابين والمتـوفين بـالأمراض السـرطانية ،وأن كانـت كل درجة مختلفة عن غيرها بطريقة خاصة تجمع بين أختلافات الدرجة والنوع .

10- أن تـوفير البيانـات الدقيقـة والتفصـيلية مـن قبـل المؤسسـات الصـحية ذات العلاقـة للبـاحثين فـي المواضـع الطبيـة والبيولوجيـة ، إذ يمكـن أن تسـتخدم تلـك البيانـات والنتـائج التجريبيـة بـأكبر فائـدة وذلـك مـن خـلال أخضـاعها إلـى التحليلات والأختبـارات الإحصـائية الدقيقة .

11- أن الباحـث الأحصـائي يعطـي حسـاباً منظمـاً للمبـادئ الإحصـائية المسـتخدمة فـي تحليـل ومعالجـة التجـارب الحياتيـة فـي أختبـار المـواد الكيمياويـة والفيزياويـة المختلفـة وغيرها من المعالجات ، وكذلك تحديد تأثيراتها .

2-4: التوصيات

على الرغم من أنه لايمكن الفصل في انهاء المرض ، لكن نطرح بعض التوصيات حول مدى السبِل 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 تُعطى 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-تطوير تقنية علمية طبية في تشميع الخلايا أو الأعضاء المصابة بالسرطان لمنع انتشارها إلى الخلايا المحيطة ومن ثم علاج تلك الخلايا أو العضو خاصة بالجرعات الكيمياوية او الأشعاع لمنع تلف تلك الخلايا السليمة واحداث فوضى صحية ،في جميع اجزاء الجسم ، كما هو الحال في السياق المعمول في علاج مرض السل في الدول

المتقدمة ،إذ يتم تشميع الرئة لمنع العدوى ومن ثم مكافحة العصيات المسببة للمرض الأمر الذي يقضي علية نهائياً ، اذا لم يكن ذلك ممكنا بالنسبة لمرض السرطان ، لعل تغير في تركيبة الجرعة بحيث تؤثر على الخلايا المصابة فقط دون الأضرار بالخلايا السليمة .

8- إن المسؤولية الاجتماعية تعد هدفاً سابقاً للخسارة هناك من الالتزامات الاجتماعية التي تواجة المؤسسات الصحية المحلية والعالمية لعلاقاتها المباشرة بالمجتمع لذا لابد من تقليل تلك الخسارة والسيطرة عليها إن أمكن من خلال حماية البيئة من التلوث، وتوفير الخدمة الصحية والاستشارات الطبية في التشخيص السليم والدقيق لمنع تدمير تلك الاصول البشرية .

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

10-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 .

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

12-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.

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

الملحق

ملحق رقم (3)

Algorithem

```
"Input [m] array "
For Mr=1to2
For Mc=1to2
Input m[r,c]
End
End
" i-m"
For mr=1 to 2
For mc=1 to 2
Im=(i[mr,mc]-m[mr,mc])
End
End
If (im [1,1]* im[2,2])-(im[1,2]*[2,1])=0
Input Ps0
Input Ps1
If (Ps0+Ps1)=1
Print (the value right)
Else
Print (the value false)
Input Limda 1
```

```
Input Limda 2

|m-I Limda|=0

For mc=1 To 2

For mr=1 To 2

 aa [mr,mc]=m[mr,mc]-mn[mr,mc]        →   mn[1,1]=Limda 1

                                           mn[1,2]=0

                                           mn[2,1]=0

                                           mn[2,2]=Limda 2

input n

" Q^-1 "

Q-1=[(1/(P[1,1]*P[2,2])-(P[1,2]*P[2,1])]

For mc=1 To 2

For mr=1 To 2

P=[mc,mr]=Q[mc,mr]-s[mc,mr]*Q^-1

end
```

لقد عمدنا الى محاكاة تلك السنوات بعملية العينات المتتابعة ، ولكن قد توجد وجهة نظر اخرى ترى في ذلك أمر غير ممكن ، كون التسلسل في العينات حقيقي ولم يكن عشوائياً كما ان احتمال التعاقب يأتي بعد كل عينه يعتمد على العينه التي ستتبعها مباشرة . ولكن كذلك لن يكون عشوائياً .

لكن عند ماركوف ستأخذ عمليات كهذه طابعاً ومفهوماً ، كمعادلات محددة ومعقولة تقابلها خوارزمية معينة تستخدمها من اجل وضع حدود معقولة للبحث السليم . ولهذه الخاصية تطبيقات تكنولوجيه وعلمية عديدة .كذلك يمكننا من السلاسل الماركوفية من التحقق من حقيقة تلك البيانات في التوقع للاحداث المستقبلية وبصورة أكثر دقة .

ملحق رقم (1)

يبين اعداد المصابين والمتوفين للأطفال المصابين بالامراض السرطانية للفئة العمرية [0-14] في محافظة البصرة للفترة [2008-2011].

العدد الكلي للمتوفين	عددالمتوفيات من الاناث	عدد المتوفين من الذكور	العدد الكلي للمصابين	عدد المصابات من الاناث	عدد المصابين من الذكور	
96	32	64	1435	525	910	2008
63	22	41	1529	488	1041	2009
76	28	48	2009	726	1238	2010
79	31	48	2117	876	1250	2011

المصدر: من سجلات رئاسة صحة البصرة

ملحق رقم (2)

النسب المئوية لأعداد المصابين بالأمراض السرطانية للاطفال للفئة العمرية [0-14] في محافظة البصرة للمدة [2008-2011]

المتوفيات / اناث	المتوفيون/ ذكور	المصابات من الاناث	المصابون من الذكور	
%33	%66	%37	%63	2008
%35	%65	%32	%68	2009
%37	%63	%36	%62	2010
%39	%61	%41	%59	2011
%36	%64	%37	%63	معدل النسب

المصدر/ من اعداد الباحثة اعتماداً على الملحق رقم (1).

المصادر

أولاً: المصادر العربية

1-البيـاع، مهـدي محمـد، (2003) م " أخطـاء التسـجيل فـي سلاسـل مـاركوف دراسـة تطبيقيـة علـى منتجـات الألبـان "، مركـز بحـوث السـوق وحمايـة المستهلك، جامعة بغداد ، ص- ص: 1-17 .

2- الخيـاط ، باسـل يـونس ومثنـى صـبحي سـليمان السـليمان ، (2013)م " التنبـؤ عـن الحـالات المطريـة فـي مدينـة الموصـل " ،المجلـة العراقيـة للعلـوم الإحصائية ، العدد (23) ، ص- ص:19-32.

3-الخيـاط، باسـل يـونس و هنـادي داود سـليم، مـازن محمـد، (2010) م " خوارزميـة مقترحـة مـن مراوحـة المشـاهدات تنمـذج وفـق النمـوذج المـاركوفي مع التطبيق " ، المجلة العراقية الاحصائية ، ص – ص : 372- 359 .

4-الركـابي، زينـب هـاتف عبـاس، (2005) م " اسـتخدام سلاسـل مـاركوف فـي التعـرف علـى تعاقبـات الحـامض النـووي DNA " ، رسـالة ماجسـتير فـي الاحصاء ، جامعة بغداد ،كلية الادارة والاقتصاد ، ص- ص : 1- 95.

5-الزيـادي، صـفاء كـريم، (2003) م " اسـتخدام سلاسـل مـاركوف وبرمجـة الاهـداف فـي تخطـيط القـوى العاملـة مـع التطبيـق "، رسـالة ماجسـتير فـي الاحصـاء، الجامعـة المستنصـرية، كليـة الادارة والاقتصـاد، بغـداد، ص – ص: 1-74.

6-الصـوفي، رنـا بشـار حسـين، (2005) م " اسـتخدام سلاسـل مـاركوف المخفيـة فـي تمييـز حـروف العلـة فـي اللغـة الانكليزيـة "، رسـالة ماجسـتير فـي علـوم الاحصـاء، كليـة علـوم الحاسـبات والرياضـيات، جامعـة الموصـل، ص – ص: 1- 58.

7- الطالـب غيـداء عبـد العزيـز وارمانسـية حسـون، (2010) م " التعـرف علـى الـنص العربـي المطبـوع باسـتخدام نمـوذج مـاركوف المخفـي "، مجلـة الرافـدين لعلوم الحاسبات والرياضيات، المجلد 7، العدد 2، ص – ص: 173-188.

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

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

10-بان، احمد حسن ورشا رعد حسن، (2012) م " استخدام نماذج ماركوف المخفية في التعرف على صور الوجه الاعتيادي والمحددة حافاته، المجلة العراقية للعلوم الاحصائية، العدد 21، ص – ص: 24-46.

11-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.

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

13-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).

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

15-محمد، احمد عادل وعمر عبد المحسن علي، (2012) م " التنبؤ في التغيرات الحاصلة على مصروفات الموازنة باستعمال سلاسل ماركوف مع

التطبيـق "، مجلـة دراسـات محاسـبة وماليـة، المجلـد السـابع، العـدد 18-الفصـل الاول، كلية الادارة والاقتصاد، جامعة بغداد، ص – ص: 117- 133.

ثانياً: المصادر الانكليزية

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