

استخدام سلاسل ماركوف الامتصاصية

في تحليل حركة الطلبة خلال المراحل الدراسية

(دراسة تطبيقية على طلبة كلية التجارة بالجامعة الاسلامية بغزة)

The Use of Absorbing Markov Chains In Analyzing The Movement of The Students During Their Study Periods

(Applied Study on The Students of the Faculty of Commerce in the Islamic University in Gaza)

شادي اسماعيل يوسف التلاني

جامعة الازهر - غزة

كلية الاقتصاد والعلوم الإدارية- قسم الاحصاء

Received 4/11/2012 Accepted 11/2/2013

الملخص:

تناول هذا البحث استخدام سلاسل ماركوف الامتصاصية كأحد اساليب العمليات العشوائية، حيث يعتبر هذا الاسلوب من افضل الاساليب المستخدمة في تحليل حركة الطلبة خلال المراحل الدراسية، وكذلك تقدير الزمن اللازم الذي يستغرقه الطالب لحين تخرجه بهدف ربط مخرجات التعليم العالي بالمجتمع. وتناول البحث ايضا الجانب النظري والتطبيقي لسلاسل ماركوف الامتصاصية بالاعتماد على بيانات طلبة كلية التجارة بالجامعة الاسلامية بغزة خلال الفترة من 2000 حتى 2011. وقد توصل البحث الى عدة نتائج من أهمها ان معدل التخرج السنوي هو 68.5% ، وانه بعد فاصل زمني مقداره (ثلاث سنوات، سنتين، سنة ونصف، سنة) سيحصل (85%، 93%، 99%، 100%) من طلبة المستوى الاول، الثاني، الثالث، الرابع على الترتيب على بكالوريوس تجارة. بالإضافة الى ان متوسط عدد الطلبة المتوقع حصولهم على بكالوريوس تجارة في الرابع سنوات القادمة (2013/2012 حتى 2016/2015) هو 2033 طالب .

كلمات مفتاحية: عمليات عشوائية، عمليات ماركوف، سلاسل ماركوف، المصفوفة الاحتمالية .

Abstract:

This study explored the usage of absorbing Markov chains as one method of stochastic processes, This method is one of the best used methods in analyzing the movement of student during the stages of the study, and estimating the required time needed by the student until his graduation . The

aim is to link higher education output to the society. The study also focused on the theoretical and applied side of absorbing Markov chains depending on the data of the students of commerce college in the Islamic university during the period (2000 – 2011) . The study reached many results , the most important is that the graduation rate is 68.5% and after a time period (3 years , 2 years , 1.5 years , 1 year) (85% , 93% , 99% , 100%) of the first ,second, third , and forth level respectively will get bachelor degree in commerce . In addition , the average number of students that are expected to get a bachelor degree in commerce in the expected coming four years (2012/2013 – 2015/2016) is 2033students.

Keywords: Stochastic processes, Markov processes , Markov chains , Probability matrix

1. مقدمة

تلعب الجامعات دورا جوهريا في تغذية الخطط التنموية بما تحتاجه من اختصاصات متعددة وفي مختلف المجالات، حيث تعتبر الجامعات المصدر الاساسي في عملية التخطيط للتعليم العالي، ويحتاج هذا التخطيط ورسم سياساته المستقبلية الى احصاءات دقيقة عن مختلف البرامج والاختصاصات والفروع والكليات والجامعات وغيرها من المجالات، وقد ادت هذه الحاجة الماسة الى استخدام الاحصاءات الى الاهتمام الكبير بالطرائق الاحصائية لجمع البيانات وقياسها وعرضها وتحليلها رياضيا بهدف التعرف على الاتجاه العام لهذه المخرجات ودرجة ترابطها وانعكاساتها على الجامعة والمجتمع معاً (حميدان والجراد، 2005).

إن مخرجات الجامعات من خريجين في مختلف التخصصات لها علاقة وثيقة بالمجتمع حيث يجب ان يكون هناك تنسيق بين ما تخرجهم الجامعة من الطلبة وحاجات المجتمع من التخصصات المختلفة عن طريق تحديد اعداد الطلبة كماً وتخصصا باستخدام الطرائق الاحصائية المناسبة للوقوف على حالات البطالة التي تكون مؤشرا اساسيا لمتخذي القرار في توفير فرص عمل لخريجي الجامعات.

وتعد سلاسل ماركوف الامتصاصية من اهم الطرائق الاحصائية والرياضية التي يمكن استخدامها في تحليل وتخطيط خريجي الجامعات من خلال دراسة حركة الطلبة في المراحل الدراسية والزمن اللازم للطلاب استغراقه في كل مرحلة لحين تخرجه، ومن ثم الوقوف على النتائج التي يمكن عرضها لمتخذي القرار للاستفادة منها في تخطيط التنمية المستقبلية (حسين، 2009).

استخدام سلاسل ماركوف الامتصاصية في تحليل حركة الطلبة

وقد تم اختيار الجامعة الاسلامية بغزة وكلية التجارة بها كحالة تطبيقية، وذلك لعدة اسباب، اهمها انها تطبق النظام الاكاديمي بالكامل من حيث التحذير الاكاديمي والفصل والتحويل الى كلية اخرى اذا بقى معدل الطالب متدنيا، وغيرها. كما وتعتبر اول كلية تجارة انشأت في قطاع غزة، وتتبع نظام الساعات الدراسية المعتمدة، والسنة الدراسية مقسمة إلى فصلين دراسيين ومدة كل فصل هي 15 اسبوعا دراسيا بالإضافة الى فترة الامتحانات. وقد يضاف اليهما فصل صيفي اختياري مدته 8 اسابيع (شهرين) .

وللحصول على درجة بكالوريوس تجارة يجب على الطالب ان ينهي 140 ساعة معتمدة بنجاح خلال 8 فصول دراسية (4 سنوات) وذلك على اعتبار ان الطالب منتظم في دراسته دون أي عوائق ويمكن للطلاب ايضا ان ينهي دراسته في مدة اقل من ذلك اذا استعان بالفصول الصيفية، حيث ان الحد الأدنى لنيل درجة البكالوريوس هو ثلاث سنوات والحد الأعلى هو سبعة سنوات (الجامعة الاسلامية، 2009).

فهناك بعض الطلبة لا يسعفهم الحظ ان ينهوا دراستهم خلال الاربع سنوات او الثمانية فصول المتتالية، بل يفوق ذلك، وهذا ربما يعود الى عدة اسباب منها:

- عدم نجاح الطالب في عدد من الساعات الدراسية .
 - افتقار بعض الطلبة الى التوعية الاكاديمية اللازمة.
 - يواجه بعض الطلبة صعوبة في التكيف مع البيئة الجامعية.
 - عدم التزام بعض الطلبة باللوائح والقوانين المنصوص عليها في الجامعة.
 - عوامل اجتماعية واقتصادية.
- ويسبب هذه العوامل وغيرها، هناك حاجة ماسة الى دراسة حركة الطلبة خلال المراحل الدراسية.

1.2 مشكلة البحث:

تتمثل مشكلة الدراسة في التساؤلات التالية:

- ما هو متوسط المدة الزمنية المتبقية لتخرج الطالب عند كل مستوى ؟
- ما هو احتمال تخرج الطالب من كلية التجارة ؟
- ما هو احتمال تسرب الطالب (فصل) من كلية التجارة ؟
- ما هو متوسط عدد الطلبة المتوقع تخرجهم خلال الاربع سنوات اللاحقة لفترة الدراسة؟
- ما هو متوسط عدد الطلبة المتوقع فصلهم خلال الاربع سنوات اللاحقة لفترة الدراسة ؟

1.3 أهمية البحث:

تكمن أهمية البحث في شقين رئيسيين هما:

الأول : يتعلق بالجامعة الإسلامية من حيث شرح طبيعة سير وحركة الطالب خلال المراحل الدراسية من خلال معرفة الزمن المستغرق لبقاء الطالب في الكلية لحين تخرجه، واحتمالات تركه للكلية وأيضاً تخرجه منها، ومن ثم تقييم الإجراءات والسياسات المتعلقة بالقبول والتحويل وغيرها.

الثاني: وضع مخرجات التعليم العالي والتنبؤ بها بين أيدي المسؤولين من متخذي القرارات للاستفادة منها في تخطيط التنمية المستقبلية وتفعيل العلاقة بين الجامعات والمجتمع في اعداد الخطط ورسم سياسات التعليم العالي.

1.4 هدف البحث

- 1- تقدير الزمن المستغرق لبقاء الطالب في الكلية لحين تخرجه .
- 2- تقدير احتمال تخرج الطالب من كلية التجارة.
- 3- تقدير احتمال تسرب الطالب (فصل) من الكلية .
- 4- التنبؤ بعدد الطلبة المتوقع تخرجهم في السنوات اللاحقة .
- 5- التنبؤ بعدد الطلبة المتوقع فصلهم .

1.5 حدود البحث

تتكون حدود البحث من ثلاثة اجزاء هي:

- 1- الحد الزمني : يتمثل في الفترة من 2001/2000 حتى 2012/2011 .
- 2- الحد المكاني: الجامعة الإسلامية بغزة .
- 3- الحد البشري: طلبة كلية التجارة .

2. الجانب النظري للبحث

تعتبر سلاسل ماركوف ذات أهمية كبيرة جداً وذلك نظراً لما تتمتع به من استخدامات متعددة في وصف الظواهر الاقتصادية والاجتماعية والفيزيائية وغيرها من العلوم المختلفة، مما يساعد في عمليات التنبؤ الخاصة بكل ظاهرة، وتعتبر سلاسل ماركوف جزء ذو أهمية بالغة في نظرية العمليات العشوائية والتي يطلق عليها أيضاً بالعمليات التصادفية او عملية الفرصة (الزبدي، 2003).

2.1 العمليات العشوائية

عند دراسة العمليات العشوائية فان كل مشاهدة من المشاهدات يقابلها دالة في الزمن. فكلمة العشوائية تعني الاحتمالية اما كلمة عملية فتعني دالة في الزمن، أي ان العمليات العشوائية هي دوال احتمالية في الزمن (تاج وعمار، 2007).
تعرف العمليات العشوائية بانها عبارة عن مجموعة من المتغيرات العشوائية مرتبطة بالزمن . ويرمز للعملية العشوائية بالرمز (X_n) عندما يكون الزمن متقطع ($n=0,1,2,\dots$) ويرمز لها بالرمز (X_t) اذا كان الزمن متصلا ($0 \leq t \leq \infty$). وبالتالي فان :

- العملية (X_t) تسمى عملية عشوائية .
- القيم التي تفترض بواسطة العملية تسمى الحالات .
- مجموعة القيم الممكنة تسمى فضاء الحالة.
- مجموعة القيم الممكنة للمعلمة (T) تسمى فضاء المعلمة، وقد تكون متقطعة او مستمرة، وان المعلمة (T) تدل على الزمن.

2.2 عمليات ماركوف

تحتل عمليات ماركوف موقعا كبيرا وهاما في العمليات العشوائية. وتعرف بانها " الوسيلة التي يتم بها تحليل التغيرات الحالية لمتغير عشوائي معين من اجل التنبؤ بالمتغيرات المستقبلية لهذا المتغير" (المشهداني، 1990) .

وسميت هذه السلاسل بسلاسل ماركوف نسبة الى العالم الرياضيات الروسي (اندرى انريفيش ماركوف) عندما استخدم هذا الاسلوب لدراسة حركة جزيئات الغاز في اناء مغلق ثم التنبؤ بحركة هذه الجزيئات في المستقبل (الزيادي، 2003).

ان العملية العشوائية $\{X_t, t \in T\}$ تسمى عملية ماركوف اذا كان الاحتمال الشرطي لـ $X_{(t_n)}$ لمجموعة من القيم المعطاة $(X_{(t_0)}, X_{(t_1)}, \dots, X_{(t_{n-1})})$ يعتمد فقط على $X_{(t_{n-1})}$ لاي مجموعة من الفترات الزمنية $(t_0 < t_1 < \dots < t_n)$ أي ان (Oliver, 2009):

$$P[X_{(t_n)} \leq x_n \mid X_{(t_{n-1})} = x_{n-1}, X_{(t_{n-2})} = x_{n-2}, \dots, X_{(t_0)} = x_0]$$

$$= P[X_{(t_n)} \leq x_n \mid X_{(t_{n-1})} = x_{n-1}]$$

ومما سبق يمكن القول ان احتمال انتقال حالة معينة في المستقبل تعتمد على حالتها في الحاضر فقط ولا تعتمد على حالتها في الفترات الماضية، أي انها تحقق المعادلة السابقة. ويمكن تصنيف عمليات ماركوف اعتمادا على طبيعة فضاء الحالة وفضاء المعلمة الى اربعة اصناف كالتالي:

- 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 .

وعليه ،،

عندما يكون فضاء المعلمة متقطعا فيطلق على عمليات ماركوف سلاسل ماركوف . وفي بحثنا هذا سوف نتناول سلاسل ماركوف ذات فضاء المعلمة وفضاء الحالة المتقطعين.

2.3 سلاسل ماركوف

تعددت تعاريف سلاسل ماركوف ولكن جميعها متقاربة من حيث المفهوم. حيث تعرف بانها عبارة عن سلسلة من الحالات التي تمر بها الظاهرة خلال فترة زمنية معينة، او هي سلسلة من المواقع التي يمر بها جسم متحرك خلال فترة زمنية مختلفة استنادا الى قوانين احتمالات تسمى الاحتمالات الانتقالية، والتي هي عبارة عن احتمالات الانتقال من الحالة i الى الحالة j خلال فترة زمنية معينة (العذاري والوكيل، 1991).

احتمال انتقال الظاهرة من الحالة i في الزمن n الى الحالة j في الزمن $(n+1)$ هو:

$$P_{ij}^{(n,n+1)} = P[X_{n+1} = j | X_n = i] \quad ; \quad i, j \in I \quad \dots \dots \dots (1)$$

وتكون سلسلة ماركوف ذات الزمن المنقطع مستقرة او متجانسة الزمن، اذا كانت احتمالات الانتقال من حالة الى اخرى لا تعتمد على الزمن لان التجانس يعني عدم الاعتماد على نقطة الابتداء وانما على الفرق الزمني، أي ان الصفات الاحتمالية لها تتغير بتغير الزمن.

$$P_{ij} = P[X_{n+1} = j | X_n = i]$$

استخدام سلاسل ماركوف الامتصاصية في تحليل حركة الطلبة

اما اذا كانت سلاسل ماركوف لا تحقق المعادلة (1) فتكون السلسلة غير مستقرة ولا تحقق شرط الاستقرار.

وعليه، فان الاحتمالات الانتقالية يمكن وضعها على شكل مصفوفة تسمى مصفوفة الاحتمالات الانتقالية او تسمى مصفوفة ماركوف. وهي مصفوفة مربعة من الدرجة $(n \times n)$ ويرمز لها بالرمز (P) وعناصرها احتمالات انتقالية P_{ij} لكل قيم $(i, j \in I)$ وتكون كالاتي:

$$P = \begin{bmatrix} P_{11} & P_{12} & \dots & \dots & P_{1n} \\ P_{21} & P_{22} & \dots & \dots & P_{2n} \\ \vdots & \vdots & & & \vdots \\ \vdots & \vdots & & & \vdots \\ P_{n1} & P_{n2} & \dots & \dots & P_{nn} \end{bmatrix}$$

ويجب ان تحقق الشرطين التاليين (المشهداني وشمخي، 1990):

1- جميع عناصر المصفوفة غير سالبة $P_{ij} > 0$

2- مجموع عناصر كل صف في المصفوفة يساوي واحد صحيح $\sum_{j=1} P_{ij} = 1$

ان جميع العناصر (P_{ij}) التي تتألف منها مصفوفة الاحتمالات الانتقالية $(P = P_{ij})$ لسلاسل ماركوف تمثل احتمال انتقال من الحالة i الى الحالة j بخطوة واحدة او خلال فترة زمنية واحدة. فاذا اردنا ايجاد قيمة احتمال انتقال الظاهرة من الحالة i الى الحالة j بعدد من الخطوات او الفترات الزمنية مقدارها m فيكون لدينا P_{ij}^m حيث ان:

$$P_{ij}^m = P[X_{n+m} = j | X_n = i] \dots \dots \dots (2)$$

ويمكن كتابة احتمالات الانتقال بعد m خطوة على شكل مصفوفة نرمز لها بالرمز $P^{(m)}$

على الصورة التالية (تاج وعمار، 2007):

$$P^{(m)} = \begin{bmatrix} P_{11}^{(m)} & P_{12}^{(m)} & \dots & \dots & P_{1n}^{(m)} \\ P_{21}^{(m)} & P_{22}^{(m)} & \dots & \dots & P_{2n}^{(m)} \\ \vdots & \vdots & & & \vdots \\ \vdots & \vdots & & & \vdots \\ P_{n1}^{(m)} & P_{n2}^{(m)} & \dots & \dots & P_{nn}^{(m)} \end{bmatrix}$$

وتسمى المصفوفة $P^{(m)}$ بمصفوفة احتمالات الانتقال بعد الخطوة m . مع العلم انه :

- اذا كانت $m=1$ فان $P_{ij}^{(m)}$ يصبح احتمال الانتقال من الحالة i الى الحالة j بخطوة واحدة والذي رمزنا له بالرمز P_{ij} .
- اذا كانت $m=0$ فان :

$$P_{ij}^{(m)} = \begin{cases} 1, & i = j \\ 0, & i \neq j \end{cases}$$

ويمكن تعميم ما ورد في المعادلة (2) كالتالي (Parzen, 1960):

$$P^{(n+m)} = P^n \cdot P^m \quad ; n, m \in N \dots \dots \dots (3)$$

حيث ان P^{n+m} تمثل مصفوفة الاحتمالات الانتقالية لسلاسل ماركوف بعد $(n+m)$ من الخطوات. اما العنصر في الصف i والعمود j من المصفوفة P^{n+m} فيكون :

$$P^{(n+m)} = \sum_K P_{ik}^n \cdot P_{kj}^m \dots \dots \dots (4)$$

واذا كانت سلاسل ماركوف محدودة بعدد من حالات m فان :

$$P_{ij}^{(n)} = \sum_{k=1}^m P_{ik}^{(r)} \cdot P_{kj}^{(n-r)} \quad ; r = 1, 2, \dots, n-1 \dots \dots \dots (5)$$

وتسمى هذه المعادلة بمعادلة جابمان -كلموجروف Chapman – Kolommmogrove

وهذه المعادلات تعني انه لكي تنتقل العملية العشوائية من الحالة i الى الحالة j بعد n خطوة فانها يجب ان تنتقل اولا من الحالة i الى الحالة k بعد r خطوة ثم تنتقل بعد ذلك من k الى j بعد $n-r$ خطوة (Parzen, 1960).

ويمكن صياغة نتيجة منطقية للمعادلة (5) كالتالي:

$$\begin{aligned} P^{(n)} &= P^{(1)} \cdot P^{(n-1)} = P \cdot P \dots \dots \dots P \\ &= P^n \dots \dots \dots (6) \\ P^{(3)} &= P^{(1)} \cdot P^{(3-1)} = P \cdot P \cdot P = P^3 \end{aligned}$$

وعليه، فانه يمكن استنتاج $P^{(n)}$ بحساب حاصل ضرب مصفوفة الاحتمالات الانتقالية في نفسها عدد n من المرات.

2.4 سلاسل ماركوف الامتصاصية

ليست جميع سلاسل ماركوف التي تطبق على العلوم الحياتية تحتوي على مصفوفة انتقالية عادية منتظمة. فإذا احتوت السلسلة الماركوفية على حالة يكون فيها استحالة الانتقال منها الى أي حالة من الحالات المكونة للسلسلة، في حين يكون هناك امكانية الوصول الى هذه الحالة انطلاقاً من بقية الحالات، فإننا نطلق على المصفوفة المكونة لتلك السلسلة اسم الامتصاصية (الماصة). فهذا النوع يستخدم على نطاق واسع في العلوم الحياتية. وبذلك تكون السلسلة الماركوفية في الحالة الامتصاصية اذا تحقق الشرطين التاليين (حميدان والجراد، 2005):

- 1- يوجد على الاقل حالة ماصة يستحيل الانتقال منها الى اية حالة من الحالات الاخرى.
- 2- هناك امكانية الوصول الى هذه الحالة الماصة انطلاقاً من أي حالة من الحالات المكونة للسلسلة.

ولتحليل سلسلة ماركوف الامتصاصية يجب تقسيم مصفوفة الاحتمالات الانتقالية الى اربع مصفوفات فرعية :

$$P = \begin{bmatrix} Q & R \\ 0 & I \end{bmatrix}$$

حيث إن:

- Q : مصفوفة تعكس احتمالات الانتقال من حالة غير ماصة الى حالة غير ماصة.
 - R : مصفوفة تعكس احتمالات الانتقال من حالة غير ماصة الى حالة ماصة.
 - O : مصفوفة صفرية تعكس احتمالات الانتقال من حالة ماصة الى حالة غير ماصة.
 - I : مصفوفة الوحدة وتعكس احتمالات البقاء ضمن الحالة الماصة.
- وبناءً على ذلك نستطيع الاستنتاج أن (Weckesser, 2005):

$$\begin{aligned} P^2 &= \begin{bmatrix} Q^2 & R + QR \\ 0 & I \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} Q^2 & R(I + Q) \\ 0 & I \end{bmatrix} \\ P^3 &= \begin{bmatrix} Q^3 & R + QR + Q^2R \\ 0 & I \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} Q^3 & R(I + Q + Q^2) \\ 0 & I \end{bmatrix} \\ &\vdots \\ P^n &= \begin{bmatrix} Q^n & R(I + Q + Q^2 + \dots + Q^{n-1}) \\ 0 & I \end{bmatrix} \end{aligned}$$

$$P^n = \begin{bmatrix} Q^n & R \sum_{i=0}^{n-1} Q^i \\ 0 & I \end{bmatrix}$$

$$\lim_{n \rightarrow \infty} P^n = \begin{bmatrix} Q^n & R(I - Q)^{-1} \\ 0 & I \end{bmatrix}$$

حيث ان :

$$1. \quad Q^n \rightarrow 0, n = \infty$$

$$2. \quad \sum_{i=0}^{\infty} Q^i = I + Q + Q^2 + \dots = (I - Q)^{-1}$$

ويطلق على المصفوفة $(I - Q)^{-1}$ اسم المصفوفة الاساسية او الجوهرية للسلسلة الماركوفية الامتصاصية.

مصفوفة الاحتمالات الانتقالية لسلاسل ماركوف الامتصاصية يشار اليها بالرمز **N**، حيث:
 $N = (I - Q)^{-1}$ ، ومصفوفة احتمالات التنقل من الحالات غير الماصة الى الحالات الماصة يشار اليها بالرمز **B**، حيث: $B = (I - Q)^{-1} \cdot R = N \cdot R$ ، ومصفوفة متوسطات ازمة الامتصاص ابتداء من الحالات غير الماصة يشار اليها بالرمز **M** ، حيث:
 $M = (I - Q)^{-1} \cdot I = N \cdot I$

3. الجانب التطبيقي

تم الحصول على البيانات المستخدمة في التحليل من عمادة القبول والتسجيل بالجامعة الاسلامية بغزة ، وتم استخدام البيانات خلال الفترة ما بين 2001/2000 - 2012/2011 ، وانطلاقا من البيانات المتوفرة لدينا فان مصفوفة ماركوف الانتقالية تعكس حالة الطالب في كلية التجارة بالجامعة الإسلامية ، وتتكون من سبعة حالات : خمسة منها حالات غير ماصة وحالتين ماصتين كالتالي:

استخدام سلاسل ماركوف الامتصاصية في تحليل حركة الطلبة

حالات غير ماصة	حالة الطالب في المستوى الاول في كلية التجارة.	L₁
	حالة الطالب في المستوى الثاني في كلية التجارة.	L₂
	حالة الطالب في المستوى الثالث في كلية التجارة.	L₃
	حالة الطالب في المستوى الرابع في كلية التجارة.	L₄
	حالة تحويل الطالب من والى كلية التجارة.	L_I
حالات ماصة	حالة فصل الطالب من كلية التجارة.	L_{II}
	حالة تخرج الطالب من كلية التجارة.	L_{III}

وفيما يلي الجداول التي توضح اعداد الطلبة المسجلين والباقيين والمفصولين والمحولين من والى كلية التجارة ، وذلك خلال الفترة من 2000 حتى 2011 وذلك وفق الجداول الاتية:

جدول (1) يوضح اعداد الطلبة المسجلين في كلية التجارة حسب المستوى خلال الفترة الزمنية محل الدراسة (مضافا الى هذا الجدول اعداد الطلبة الجدد والطلبة الخريجين)، حيث يعد الطالب في المستوى الاول بعد قبوله في الجامعة مباشرة، ويصنف في المستوى الثاني اذا اتم بنجاح دراسة (35) ساعة معتمدة، وفي المستوى الثالث اذا اتم بنجاح دراسة (70) ساعة معتمدة، وفي المستوى الرابع اذا اتم بنجاح دراسة (105) ساعة معتمدة. ويعتبر الطالب خريجا اذا اتم بنجاح دراسة (140) ساعة معتمدة، بغض النظر عن الفصل الدراسي الذي يتخرج فيه ان كان الفصل الاول او الثاني او الصيفي (الجامعة الاسلامية، 2009).

جدول (1): عدد الطلبة الجدد والمسجلين والخريجين في كلية التجارة

في الفترة من 2001/2000 – 2012/2011

السنة الدراسية	الطلبة الجدد *	المستوى الاول **	المستوى الثاني	المستوى الثالث	المستوى الرابع	الخريجين
2001/2000	407	621	–	–	–	–
2002/2001	356	629	488	–	–	–
2003/2002	300	552	456	450	–	–
2004/2003	241	492	390	409	596	400
2005/2004	274	523	359	352	548	428
2006/2005	390	702	370	319	491	391
2007/2006	412	698	543	344	444	304
2008/2007	415	622	556	481	418	315
2009/2008	386	574	546	510	592	259

شادي إسماعيل التلباني

442	609	518	506	-	-	2010/2009
421	669	487	-	-	-	2011/2010
467	640	-	-	-	-	2012/2011
3427	5007	3870	4214	5413	3181	المجموع

*الطلبة الجدد: هم طلبة الثانوية العامة الذين تم الاعلان عن اسمائهم من قبل الجامعة

بانه تم قبولهم في كلية التجارة.

**المستوى الاول: هم الطلبة المسجلين فعلا لمقررات المستوى الاول بكلية التجارة.

ومن خلال الجدول السابق نجد ان :

$$556 = \frac{5007}{9} = \text{متوسط عدد طلبة المستوى الرابع}$$

$$381 = \frac{3427}{9} = \text{متوسط عدد الخريجين السنوي}$$

$$100 \times \frac{\text{متوسط عدد الخريجين السنوي}}{\text{متوسط عدد طلبة المستوى الرابع}} = \text{معدل التخرج السنوي}$$

$$100 \times \frac{381}{556} =$$

$$\% 68.5 =$$

جدول (2) يوضح اعداد الطلبة الباقيين في نفس المستوى الدراسي، أي هم الطلبة الذين لم يحالفهم الحظ ولم يتموا عدد ساعات النجاح المطلوبة لانتقالهم لمستوى دراسي أعلى. وقد تم حساب هذه الاعداد حسب الآلية التالية:

عدد الطلبة الباقيين في مستوى معين = عدد طلبة هذا المستوى - صافي الطلبة المنتقلين من المستوى السابق

صافي طلبة المستوى السابق = عدد طلبة هذا المستوى السابق - [الباقيين في هذا المستوى + المفصولين من هذا المستوى + المحولين من الكلية - المحولين الى الكلية]

استخدام سلاسل ماركوف الامتصاصية في تحليل حركة الطلبة

أولاً- يتم حساب:

* عدد الطلبة الباقين في عمود المستوى الاول = الفرق بين الطلبة الجدد وطلبة المستوى الاول

ثانياً- يتم حساب عدد الطلبة الباقين في المستويات الاخرى

مثال: عدد الطلبة الباقين في المستوى الثاني لعام 2002/2001 $X =$

$$X = 488 - [621 - (273 + 21 + 5 - 3)] = 163$$

جدول (2): عدد الطلبة الباقين في نفس المستوى *

المستوى الرابع	المستوى الثالث	المستوى الثاني	المستوى الاول	السنة الدراسية
-	-	-	273	2001/2000
-	-	163	252	2002/2001
-	139	116	251	2003/2002
196	82	138	249	2004/2003
120	108	148	312	2005/2004
100	123	185	286	2006/2005
140	167	155	207	2007/2006
103	108	97	188	2008/2007
333	66	139	174	2009/2008
167	126	120	-	2010/2009
248	108	-	-	2011/2010
173	-	-	-	2012/2011
1580	1027	1241	2192	المجموع

* حسب بمعرفة الباحث

من خلال الجدول السابق نجد ان :

$$P_{S1} = \frac{2192}{5413} = 0.40 \quad - \quad \text{احتمال بقاء الطالب في المستوى الاول هو :}$$

$$P_{S2} = \frac{1241}{4214} = 0.29 \quad - \quad \text{احتمال بقاء الطالب في المستوى الثاني هو :}$$

$$P_{S3} = \frac{1027}{3870} = 0.26 \quad - \quad \text{احتمال بقاء الطالب في المستوى الثالث هو :}$$

$$P_{S4} = \frac{1580}{5007} = 0.315 \quad - \quad \text{احتمال بقاء الطالب في المستوى الرابع هو :}$$

جدول (3 & 4): يوضح اعداد الطلبة المحولين من والى كلية التجارة خلال الفترة الزمنية محل الدراسة باعتبارهم حالة غير ماصة حيث انه من ينتقل الى هذه الحالة يخرج منها، أي يمكنه العودة الى الكلية حيث ان تحويل الطالب من الكلية : يجوز للطلاب التحويل برغبته الى كلية اخرى في الجامعة لمرتين فقط، وذلك وفقا للشروط التالية(الجامعة الاسلامية، 2009):

- أ- اذا وجد مكان شاغر في الكلية المنتقل اليها.
- ب- ان يكون معدله في الشهادة الثانوية مقبولا في الكلية التي يرغب الانتقال اليها سنة التحاقه بالجامعة. ولكن يمكن التجاوز عن هذا الشرط اذا انتهى الطالب المستوى الاول بنجاح بمعدل تراكمي 80% فما فوق.

جدول (3): عدد الطلبة المحولين من كلية التجارة في الفترة

من 2001/2000 – 2012/2011

السنة الدراسية	المستوى الاول	المستوى الثاني	المستوى الثالث	المستوى الرابع
2001/2000	5	-	-	-
2002/2001	10	4	-	-
2003/2002	20	2	0	-
2004/2003	15	4	2	0
2005/2004	13	3	1	0
2006/2005	28	2	1	0
2007/2006	33	8	2	0

استخدام سلاسل ماركوف الامتصاصية في تحليل حركة الطلبة

0	3	6	17	2008/2007
0	1	6	21	2009/2008
0	2	3	–	2010/2009
0	1	–	–	2011/2010
0	–	–	–	2012/2011
0	13	38	162	المجموع

من خلال الجدول السابق نجد ان :

- احتمال تحويل الطالب من المستوى الاول هو : $P_{1I} = \frac{162}{5413} = 0.03$
- احتمال تحويل الطالب من المستوى الثاني هو : $P_{2I} = \frac{38}{4214} = 0.009$
- احتمال تحويل الطالب من المستوى الثالث هو : $P_{3I} = \frac{13}{3870} = 0.003$
- احتمال تحويل الطالب من المستوى الرابع هو : $P_{4I} = 0$

جدول (4): عدد الطلبة المحولين الى كلية التجارة في الفترة

من 2001/2000 – 2012/2011

السنة الدراسية	المستوى الاول	المستوى الثاني	المستوى الثالث	المستوى الرابع
2001/2000	3	–	–	–
2002/2001	7	0	–	–
2003/2002	14	1	0	–
2004/2003	15	1	1	0
2005/2004	17	0	1	0
2006/2005	24	1	1	0
2007/2006	36	11	2	0
2008/2007	19	5	3	0
2009/2008	26	8	2	0
2010/2009	–	8	3	0

شادي إسماعيل التلواني

0	5	-	-	2011/2010
0	-	-	-	2012/2011
0	18	35	161	المجموع

من خلال الجدول السابق نجد ان :

- احتمال تحويل الطالب الى المستوى الاول هو : $P_{I1} = \frac{161}{214} = 0.752$
- احتمال تحويل الطالب الى المستوى الثاني هو : $P_{I2} = \frac{35}{214} = 0.164$
- احتمال تحويل الطالب الى المستوى الثالث هو : $P_{I3} = \frac{18}{214} = 0.084$
- احتمال تحويل الطالب الى المستوى الرابع هو : $P_{I4} = 0$

جدول (5) يوضح اعداد الطلبة المفصولين من كلية التجارة خلال الفترة الزمنية محل الدراسة باعتبارهم حالة ماصة حيث انه من ينتقل الى هذه الحالة لا يخرج منها، أي لا يمكنه العودة الى الكلية حيث انه (الجامعة الاسلامية، 2009).

- 1- يفصل الطالب اكاديميا من الكلية: اذا اخفق في الغاء التحذير الاكاديمي في مدة اقصاها فصلان دراسيان من تاريخ التحذير، حيث يوجه هذا التحذير الى كل طالب يقل معدله التراكمي عن 65%. ويفصل ايضا دون تحذير اذا قل معدله التراكمي عن 55% في أي فصل من الفصول الدراسية باستثناء الفصل الاول من التحاقه بالجامعة.
- 2- يفصل الطالب نهائيا من الجامعة: اذا تعرض الى احدى الحالات التالية:
 - أ- اذا استنفذ المدة المسموح له بها في الجامعة دون ان يتخرج (سبع سنوات).
 - ب- اذا فصل اكاديميا مرتين خلال فترة دراسته في الجامعة.
 - ت- اذا صدر بحقه قرار تأديبي يصادق عليه مجلس الجامعة.
 - ث- اذا انقطع عن الدراسة مدة تزيد عن اربعة فصول دراسية.

استخدام سلاسل ماركوف الامتصاصية في تحليل حركة الطلبة

جدول (5): عدد الطلبة المفصولين من كلية التجارة في الفترة

من 2012/2011 – 2001/2000

السنة الدراسية	المستوى الاول	المستوى الثاني	المستوى الثالث	المستوى الرابع
2001/2000	21	–	–	–
2002/2001	34	10	–	–
2003/2002	43	12	3	–
2004/2003	32	5	0	0
2005/2004	30	12	2	0
2006/2005	24	7	2	0
2007/2006	35	18	1	0
2008/2007	29	14	3	0
2009/2008	19	17	10	0
2010/2009	–	13	6	0
2011/2010	–	–	9	0
2012/2011	–	–	–	0
المجموع	267	168	36	0

من خلال الجدول السابق نجد ان :

- احتمال فصل الطالب من المستوى الاول هو : $P_{1II} = \frac{267}{5413} = 0.05$
- احتمال فصل الطالب من المستوى الثاني هو : $P_{2II} = \frac{168}{4214} = 0.04$
- احتمال فصل الطالب من المستوى الثالث هو : $P_{3II} = \frac{36}{3870} = 0.009$
- احتمال فصل الطالب من المستوى الرابع هو : $P_{4II} = 0$

وبناء على الاحتمالات السابقة فإن :

- احتمال انتقال الطالب من المستوى الأول الى المستوى الثاني هو :

$$P_{12} = 1 - [P_{S1} + P_{1II} + P_{1I}] = 1 - [0.40 + 0.05 + 0.03] = 0.52$$

- احتمال انتقال الطالب من المستوى الثاني الى المستوى الثالث هو :

$$P_{23} = 1 - [P_{S2} + P_{2II} + P_{2I}] = 1 - [0.29 + 0.04 + 0.009] = 0.661$$

- احتمال انتقال الطالب من المستوى الثالث الى المستوى الرابع هو :

$$P_{34} = 1 - [P_{S3} + P_{3II} + P_{3I}] = 1 - [0.26 + 0.009 + 0.003] = 0.728$$

- احتمال انتقال الطالب من المستوى الرابع الى حالة التخرج هو :

$$P_{4III} = 1 - [P_{S4} + P_{4II} + P_{4I}] = 1 - [0.315 + 0 + 0] = 0.685$$

ومن خلال الاحتمالات السابقة يمكننا تكوين مصفوفة ماركوف الانتقالية (P) كالتالي :

$$P = \begin{bmatrix} Q & R \\ 0 & I \end{bmatrix}$$

	L_1	L_2	L_3	L_4	L_I		L_{II}	L_{III}
L_1	0.40	0.52	0	0	0.03	⋮	0.05	0
L_2	0	0.29	0.661	0	0.009	⋮	0.04	0
L_3	0	0	0.26	0.728	0.003	⋮	0.009	0
$P = L_4$	0	0	0	0.315	0	⋮	0	0.685
L_I	0.752	0.164	0.084	0	0	⋮	0	0

L_{II}	0	0	0	0	0	⋮	1	0
L_{III}	0	0	0	0	0	⋮	0	1

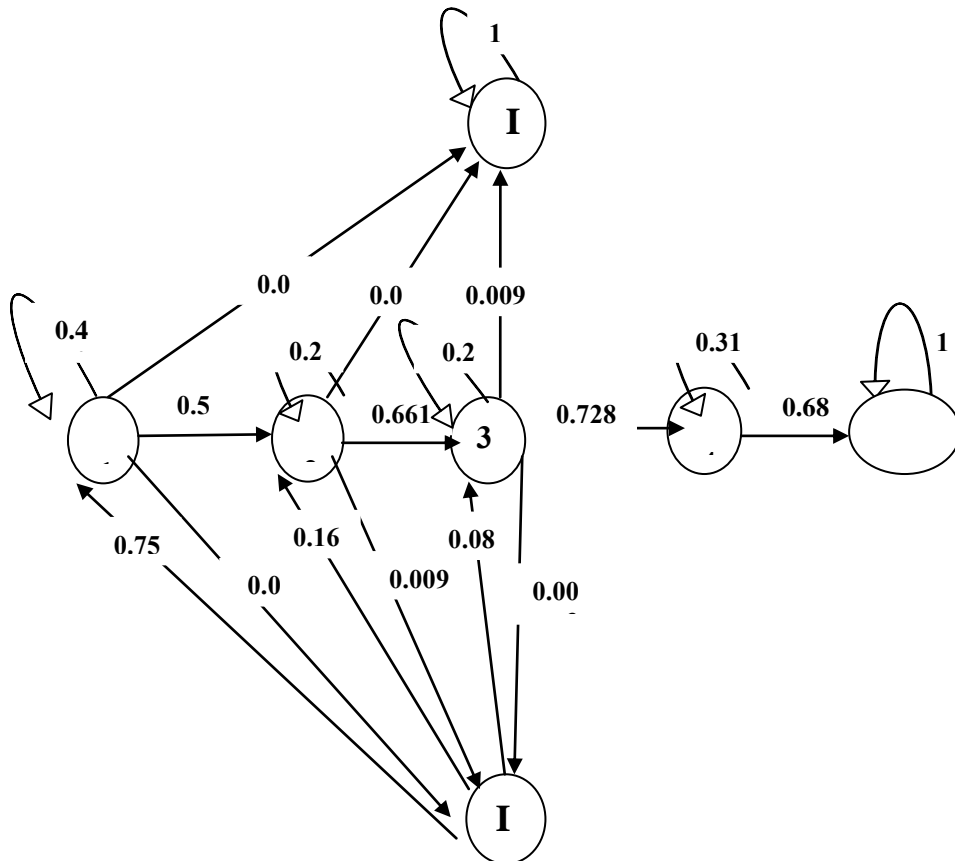
استخدام سلاسل ماركوف الامتصاصية في تحليل حركة الطلبة

ومن خلال مصفوفة ماركوف الانتقالية (**P**) يمكننا تحديد المصفوفة الاساسية لسلسلة ماركوف الامتصاصية (**N**) كالتالي:

$$N = (I - Q)^{-1}$$

$$= \begin{bmatrix} 1.752 & 1.298 & 1.168 & 1.241 & 0.068 \\ 0.022 & 1.428 & 1.278 & 1.358 & 0.017 \\ 0.005 & 0.005 & 1.356 & 1.441 & 0.004 \\ 0 & 0 & 0 & 1.460 & 0 \\ 1.321 & 1.211 & 1.201 & 1.277 & 1.054 \end{bmatrix}$$

شكل (1) : مخطط الاحتمالات الانتقالية



- لإيجاد مصفوفة متوسط ازمدة الامتصاص ابتداء من الحالات غير الماصة نتبع التالي:

$$M = (I - Q)^{-1} \cdot I = N \cdot I$$

$$= \begin{bmatrix} 1.752 & 1.298 & 1.168 & 1.241 & 0.068 \\ 0.022 & 1.428 & 1.278 & 1.358 & 0.017 \\ 0.005 & 0.005 & 1.356 & 1.441 & 0.004 \\ 0 & 0 & 0 & 1.460 & 0 \\ 1.321 & 1.211 & 1.201 & 1.277 & 1.054 \end{bmatrix} * \begin{bmatrix} 1 \\ 1 \\ 1 \\ 1 \\ 1 \end{bmatrix}$$

$$= \begin{bmatrix} 5.527 \\ 4.103 \\ 2.811 \\ 1.460 \\ 6.064 \end{bmatrix}$$

ومن هذه المصفوفة يمكن استنتاج التالي :

- متوسط زمن بقاء طالب المستوى الاول في كلية التجارة لحين حصوله على درجة البكالوريوس هو (5.527 فصل دراسي) أي ان الطالب بالإضافة الى السنة الحالية يحتاج الى ثلاث سنوات اخرى تقريبا .
- متوسط زمن بقاء طالب المستوى الثاني في كلية التجارة لحين حصوله على درجة البكالوريوس هو (4.103 فصل دراسي) أي ان الطالب بالإضافة الى السنة الحالية يحتاج الى سنتين تقريبا .
- متوسط زمن بقاء طالب المستوى الثالث في كلية التجارة لحين حصوله على درجة البكالوريوس هو (2.811 فصل دراسي) أي ان الطالب بالإضافة الى السنة الحالية يحتاج الى سنة ونصف اخرى تقريبا.
- متوسط زمن بقاء طالب المستوى الرابع في كلية التجارة لحين حصوله على درجة البكالوريوس هو (1.460 فصل دراسي) أي ان الطالب بالإضافة الى السنة الحالية يحتاج الى سنة اخرى تقريبا .

استخدام سلاسل ماركوف الامتصاصية في تحليل حركة الطلبة

- متوسط زمن بقاء الطلبة المحولين من وإلى كلية التجارة لحين حصولهم على درجة البكالوريوس هو (6.064 فصل دراسي) أي ان الطلبة المحولين من وإلى الكلية يحتاجون الى ثلاث سنوات تقريبا لكي يتخرجوا (مع العلم ان اغلب عملية التحويل تحدث بعد السنة الاولى).

مما سبق نلاحظ انه بناء على النتائج ان الطالب في المستوى الاول أو الثاني يحتاج الى متوسط زمن بقاء طبيعي ومنطقي لحصوله على درجة البكالوريوس، في حين ان الطالب اذا اقترب من موعد تخرجه وخاصة وهو في المستوى الرابع فانه يحتاج فترة زمنية اضافية مقدارها عام تقريبا لكي يتمكن من التخرج ، وهذا ما اوضحته الجداول السابقة من حيث ارتفاع اعداد الطلبة المسجلين في المستوى الرابع، وهذا يعود الى ان هناك تراكم في اعداد الطلبة الذين لم يتموا او ينهوا عدد الساعات المطلوبة لتخرجهم(حتى لو تبقّت ساعة دراسية واحدة).

• للحصول على مصفوفة احتمالات التنقل من الحالات غير الماصة الى الحالات الماصة (من المستويات الدراسية الرابع الى حالة التخرج وحالة الفصل من الكلية) نتبع التالي:

$$B = (I - Q)^{-1} \cdot R = N \cdot R$$

$$= \begin{bmatrix} 1.752 & 1.298 & 1.168 & 1.241 & 0.068 \\ 0.022 & 1.428 & 1.278 & 1.358 & 0.017 \\ 0.005 & 0.005 & 1.356 & 1.441 & 0.004 \\ 0 & 0 & 0 & 1.460 & 0 \\ 1.321 & 1.211 & 1.201 & 1.277 & 1.054 \end{bmatrix} * \begin{bmatrix} 0.05 & 0 \\ 0.04 & 0 \\ 0.09 & 0 \\ 0 & 0.685 \\ 0 & 0 \end{bmatrix}$$

$$= \begin{bmatrix} 0.150 & 0.850 \\ 0.070 & 0.930 \\ 0.013 & 0.987 \\ 0 & 1 \\ 0.125 & 0.875 \end{bmatrix}$$

ومن هذه المصفوفة يمكن استنتاج التالي:

شادي إسماعيل التلباني

- بعد فاصل زمني مساوٍ الى ثلاث سنوات تقريباً سيحصل **85%** من طلبة المستوى الاول على بكالوريوس تجارة (التخرج). وباحتمال مقداره **0.15** سوف يتعرض هؤلاء الطلبة الى الفصل من الكلية.
 - بعد فاصل زمني مساوٍ الى سنتين تقريباً سيحصل **93%** من طلبة المستوى الثاني على بكالوريوس تجارة (التخرج). وباحتمال مقداره **0.07** سوف يتعرض هؤلاء الطلبة الى الفصل من الكلية.
 - بعد فاصل زمني مساوٍ الى سنة ونصف تقريباً سيحصل **99%** من طلبة المستوى الثالث على بكالوريوس تجارة (التخرج). وباحتمال مقداره **0.01** سوف يتعرض هؤلاء الطلبة الى الفصل من الكلية.
 - بعد فاصل زمني مقداره عام واحد تقريباً سيحصل جميع طلبة المستوى الرابع على بكالوريوس تجارة (التخرج). مع عدم وجود احتمال فصل أي طالب منهم.
 - بعد فاصل زمني مساوٍ الى ثلاث سنوات تقريباً سيحصل **88%** من الطلبة المحولين على بكالوريوس تجارة (التخرج). وباحتمال مقداره **0.125** سوف يتعرض هؤلاء الطلبة الى الفصل من الكلية.
- للتنبؤ بأعداد الطلبة المتوقع حصولهم على بكالوريوس تجارة (التخرج) او ان يتعرضوا الى الفصل في السنوات الاربعة التي تلي فترة الدراسة نتبع التالي:
- متوسط اعداد الطلبة المسجلين في المستويات الدراسية الاربعة خلال اخر سنة دراسية
- 2012/2011 كالاتي:

المستوى الاول	المستوى الثاني	المستوى الثالث	المستوى الرابع
582	482	456	640

أي ان مصفوفة المتوسطات هي:

$$W = [582 \quad 482 \quad 456 \quad 640]$$

وبضرب المصفوفة **W** في المصفوفة **B** نحصل على التالي:

$$F = W.B$$

استخدام سلاسل ماركوف الامتصاصية في تحليل حركة الطلبة

$$F = [582 \quad 482 \quad 456 \quad 640] \cdot \begin{bmatrix} 0.15 & 0.85 \\ 0.07 & 0.93 \\ 0.013 & 0.987 \\ 0 & 1 \end{bmatrix} = [127 \quad 2033]$$

ومن النتيجة السابقة نستنتج التالي:

- متوسط عدد الطلبة الذين سيحصلون على بكالوريوس تجارة في الاربع سنوات القادمة (2013/2012 حتى 2016/2015) هو 2033 طالب .
- متوسط عدد الطلبة الذين سيتعرضون للفصل من الكلية في نفس الفترة الزمنية القادمة هو 127 طالب.

ويتضح ذلك من الجدول التالي:

جدول (6): أعداد الطلبة المتوقع تخرجهم او فصلهم
(2013/2012 حتى 2016/2015)

السنة الدراسية	متوسط عدد الطلبة المتوقع انتقالهم الى حالة التخرج	متوسط عدد الطلبة المتوقع انتقالهم الى حالة الفصل	الحالة السابقة
2013/2012	640	0	طلبة المستوى الرابع عام 2012/2011
2014/2013	450	6	طلبة المستوى الثالث عام 2012/2011
2015/2014	448	34	طلبة المستوى الثاني عام 2012/2011
2016/2015	495	87	طلبة المستوى الاول عام 2012/2011
المجموع	2033	127	-

4. النتائج والتوصيات

توصل البحث الى عدة نتائج أهمها :

- متوسط عدد الخريجين السنوي هو 381 طالب.
- معدل التخرج السنوي هو 68.5% من عدد المقبولين في تلك السنة.
- بعد فاصل زمني مساوٍ الى ثلاث سنوات تقريباً سيحصل 85% من طلبة المستوى الاول على بكالوريوس تجارة (التخرج). وباحتمال مقداره 0.15 سوف يتعرض هؤلاء الطلبة الى الفصل من الكلية.
- بعد فاصل زمني مساوٍ الى سنتين تقريباً سيحصل 93% من طلبة المستوى الثاني على بكالوريوس تجارة (التخرج). وباحتمال مقداره 0.07 سوف يتعرض هؤلاء الطلبة الى الفصل من الكلية.
- بعد فاصل زمني مساوٍ الى سنة ونصف تقريباً سيحصل 99% من طلبة المستوى الثالث على بكالوريوس تجارة (التخرج). وباحتمال مقداره 0.01 سوف يتعرض هؤلاء الطلبة الى الفصل من الكلية.
- بعد فاصل زمني مقداره عام واحد تقريباً سيحصل جميع طلبة المستوى الرابع على بكالوريوس تجارة (التخرج). مع عدم وجود احتمال فصل أي طالب منهم.
- متوسط عدد الطلبة المتوقع حصولهم على بكالوريوس تجارة في الاربع سنوات القادمة (2013/2012 حتى 2016/2015) هو 2033 طالب .
- متوسط عدد الطلبة المتوقع تعرضهم للفصل والتحويل من الكلية في الاربع سنوات القادمة (2013/2012 حتى 2016/2015) هو 127 طالب.

استخدام سلاسل ماركوف الامتصاصية في تحليل حركة الطلبة

أهم التوصيات:

- تطبيق هذه الدراسة على الكليات العلمية ذات الخمس والست مراحل دراسية.
- تطبيق هذه الدراسة على مستوى الجامعات الفلسطينية.
- استخدام سلاسل ماركوف الامتصاصية كألية دقيقة لتحديد مخرجات التعليم العالي.
- نصي المسؤولين ومتخذي القرار بوضع الخطط المستقبلية لخريجي الجامعات الفلسطينية بناءا على نتائج سلاسل ماركوف الامتصاصية.

5. المراجع:

الجامعة الاسلامية (2009)،"النظام الاكاديمي لدرجة البكالوريوس في الجامعة الاسلامية-غزة"، الجامعة الاسلامية، غزة، فلسطين.

الجراد، خلف، حميدان، عدنان (2005)، "أهمية السلاسل الماركوفية ودورها في تحليل مخرجات التعليم العالي"، مجلة جامعة دمشق للعلوم الاقتصادية والقانونية، المجلد 21-العدد الثاني، دمشق، سوريا.

الزيادي، صفاء(2003)،"استخدام سلاسل ماركوف وبرمجة الاهداف في مخطط القوى العاملة مع التطبيق"، رسالة ماجستير غير منشورة، العراق.

العذاري، مسلم، الوكيل، عبد الحسين (1991)، "العمليات التصادية"، مطبوعات جامعة الموصل، العراق

المشهداني، كمال، شمخي، عدنان (1990)، "دراسة في استخدام سلاسل ماركوف في بناء نماذج تنقلات الطلبة في معاهد الادارة"، المعهد التكنولوجي، بغداد، العراق.

تاج، لطفي، عمار، سرحان (2007)، "مقدمة في العمليات العشوائية"، الطبعة الاولى، جامعة الملك سعود، الرياض، السعودية.

حسين، عبد الكريم (2009)، "استخدام المصفوفة الماركوفية في تقدير زمن بقاء الطالب في كلية الحقوق بجامعة دمشق"، مجلة جامعة دمشق للعلوم الاقتصادية والقانونية، المجلد 25: العدد الاول، سوريا.

Oliver, c. (2009), "Markov Processes For Stochastic Modeling", Elsevier Academic Press, USA.

Parzen , E. , (1960) "Modern Probability Theory and Its Applications" , John Wiley and Sons.

Weckesser, W. (2005) "Lecture Notes: Markov Chains", __, Colgate University, USA.