استخدام المصفوفة الماركوفية في تقدير زمن بقاء الطالب في كلية الاقتصاد بجامعة دمشق

الدكتور خلف مطر الجراد الدكتور عدنان عباس حميدان
كلية الاقتصاد - جامعة دمشق كلية الاقتصاد - جامعة دمشق

الملخص

يتناول هذا البحث بالدراسة والتحليل من النواحي النظرية والتطبيقية، مسألة تقدير عدد المتخرجين من حملة الإجازة الجامعية، وبصورة خاصة من حملة الإجازة في الاقتصاد، ويستخدم الطرائق الإحصائية التي تساعد في تحليل الظاهرة ودراستها، ومن ثم قياس العلاقة العضوية فيما بين الجامعة والمجتمع كأساس لحل هذه المشكلة التي تعد المشكلة الرئيسة لهذا البحث.

ويتطرق البحث إلى بيان الأساس النظري للمصفوفة الماركوفية وإمكانية تطبيقه في تحديد أعداد الطلاب الذين يمكن قبولهم في كلية الاقتصاد في كل عام، وكذلك الطلاب الذين يتخرجون في الكلية في كل سنة بهدف جعل نتائج هذه الدراسة مؤشرات عملية عند وضع خطط التنمية الاقتصادية والاجتماعية التي يقع عليها مسؤولية حل مشكلة البطالة بين صفوف خريجي الجامعات، وبشكل خاص حملة الإجازة في الاقتصاد ومن ثم إمكانية ربط مخرجات التعليم العالي بالمجتمع ربطاً عضوياً سليماً من خلال اعتماد أسلوبي التخطيط والتنبؤ بالمستقبل .

ويخلص البحث إلى بعض النتائج والتوصيات التي تهدف إلى تقديم نموذج ماركوفي صالح للتطبيق على أية كلية تخضع لنظام الأربع سنوات، ويهدف إلى ربط الجامعة بالمجتمع وإلى تقدير متوسط زمن بقاء الطالب في كلية الاقتصاد، وإلى تحديد الزمن المتاح أمام الطالب والمتناسب تماماً مع زمن خطة التنمية الاقتصادية، كما أنه يفتح بين أيدي المسؤولين أهم وسيلة من الوسائل التي تحقق التنسيق بين المسؤولين عن سياسة التعليم العالي والأطر المسؤولة عن خطط التنمية الاقتصادية، وإمكانية وضع استراتيجية عامة للتعليم العالي بشكل يحقق العلاقة الترابطية المهمة بين الجامعة والمجتمع.

مقدمة:

أبرز التطور العلمي الحديث أهمية استخدام الطرائق الإحصائية في جميع المجالات التطبيقية وجميع فروع المعرفة، وفي إدارة شؤون الدول الحديثة الاقتصادية والاجتماعية وغيرها. حيث تبنت الإدارات الحكومية والعلمية والمؤسسات الخاصة في ممارسة تنظيم وإدارة أعمالها قاعدة الاعتماد على الإحصاءات الدقيقة عن المتغيرات المختلفة التي ترتكز عليها برامج العمل، حتى يمكن إعدادها إعداداً سليماً، ومتابعة تنفيذها للكشف عن نواحي الضعف ومختلف الاختناقات التي قد تعترض مجرى العمليات المتشابكة التي تتضمنها هذه البرامج، وتقييم النتائج النهائية بعد انتهاء مرحلة التنفيذ لاستخلاص الدروس والتوجيهات ذات الفائدة عند إعداد الخطط اللاحقة. وقد أدت هذه الحاجة الملحة إلى استخدام الإحصاءات الدقيقة عن مختلف النشاطات إلى اهتمام المسؤولين في جميع القطاعات العامة والخاصة بالطرائق الإحصائية التي تمكنّهم من جمع الحقائق عن الظواهر المختلفة في صورة قياسية رقمية وعرضها بيانياً وتحليلها رياضياً بهدف معرفة اتجاهات هذه الظواهر وعلاقات بعضها ببعض. وما موضوع ربط الجامعة بالمجتمع سوى مجال مهم للدلالة على أهمية الطرائق الإحصائية في دراسة الرابطة العضوية فيما بين الجامعة والمجتمع، وإمكانية توافر فرص العمل لخريجي جامعات القطر العربي السوري بشكل عام وبشكل خاص لخريجي كلية الاقتصاد في جامعة دمشق؛ في ضوء دراسة زمن بقاء الطالب في كل سنة من سنوات الدراسة الأربع وفي كلية الاقتصاد بجامعة دمشق بشكل عام؛ وذلك من خلال تطبيق المصفوفة الماركوفية التي تعد من أهم الطرائق الإحصائية التي يمكن استخدامها بهدف تحديد طبيعة هذه العلاقة وآليتها بين الجامعة والمجتمع من جهة، ومن جهة أخرى إمكانية توظيف النتائج التي سوف نتوصل إليها في إعداد خطط التنمية الاقتصادية والاجتماعية.

أهمية البحث :

تكمن أهمية البحث في أنه يتعرض إلى مشكلة مهمة من المشاكل التي تعاني منها الطبقة المثقفة في القطر العربي السوري ألا وهي مشكلة البطالة بين صفوف حملة الإجازة الجامعية وبصورة خاصة حملة الإجازة في الاقتصاد. انطلاقاً من ذلك وبدافع المسؤولية العلمية خصصنا هذا البحث محاولةً منا إلى البحث عن الوسيلة التي باستخدامها يمكن القضاء أو على الأقل الحد من مشكلة البطالة بين صفوف حملة الإجازة في الاقتصاد وفروعها الأربعة.

أهداف البحث :

١ – إيجاد الأداة أو الوسيلة التي بموجبها تتحقق العلاقة بين الجامعة والمجتمع.

٢ – إيجاد حل لمشكلة البطالة بين صفوف حملة الإجازة في الاقتصاد.

٣ – إيضاح مدى أهمية الإحصاء في المجتمعات المعاصرة .

٤ – إيجاد الطريقة الإحصائية الدقيقة التي بموجبها يمكن التنبؤ بأعداد حملة الإجازة في الاقتصاد.

٥ – بيان مدى أهمية المصفوفة الماركوفية كإحدى الطرائق الإحصائية المهمة ودورها الأساسي في تحديد أعداد الطلاب الذين يمكن قبولهم في كلية الاقتصاد في كل عام.

٦ – أخيراً إن الهدف الأساسي والبارز لهذا البحث هو التركيز على استخدام التقانات الحديثة في وضع خطط التنمية الاقتصادية والاجتماعية .

أسلوب البحث وطريقته :

يتطلب تحقيق الأهداف التي أشرنا إليها في الفقرة السابقة منا البحث عن الوسيلة الإحصائية المناسبة التي يمكن استخدامها في هذا المجال. وهذا ما دفعنا إلى البحث بين مختلف الوسائل والسبل الإحصائية والرياضية المتوافرة في وقتنا الحاضر، وتوصلنا في النهاية إلى أن أفضل وسيلة إحصائية يمكن استخدامها في هذا المجال هي المصفوفة الماركوفية وبصورة خاصة المصفوفة الماركوفية الماصة، وذلك بسبب أن وضع الطلاب في كلية الاقتصاد ينقسم إلى أربع حالات: ألا وهي السنوات الدراسية التي هي أربع سنوات أي أنها تكون مصفوفة ماركوفية بأربع حالات. يضاف إلى هذه الحالات الأربع حالتان نهائيتان وهما حالة تخرج الطالب وحصوله على إجازة في الاقتصاد، وحالة فصل الطالب من الكلية بسبب استنفاذ فرص الرسوب. وهذا ما دفعنا إلى القول: إن المصفوفة الماركوفية الماصة تعد من أفضل الوسائل الرياضية التي يمكن استخدامها في هذا البحث .

إن سلسلة ماركوف هي عبارة عن أسلوب يتم بواسطته تحليل التغيرات الحالية لظاهرة معينة من أجل التنبؤ بالتغيرات المستقبلية للظاهرة نفسهاولقد سمي هذا الأسلوب بسلسلة ماركوف نسبة إلى العالم الرياضي الروسي **A. Markov** الذي استخدم هذا الأسلوب في البداية لدراسة حركة جزئيات غاز في إناء مغلق من أجل التنبؤ بمصير هذه الجزئيات في المستقبل.

المصفوفة الماركوفية :

تعد نظرية ماركوف، التي تستخدم في وصف كثير من الظواهر الاقتصادية والفيزيائية، تقييماً عشوائياً لنظام الحضور في حالات مختلفة وفي فترات زمنية متلاحقة. حسب هذه النظرية إن إمكانية الحضور في أي حالة وفي أي لحظة زمنية هي متحول عشوائي له قانون احتمالي يعرف بواسطة الأعداد $P_{i,j}$ التي تعبر عن احتمالات الانتقال من الحالة E_i إلى الحالة E_j خلال فاصل زمني واحد. إن وضع جميع هذه الحالات في جدول واحد، يعطينا ما يطلق عليه اسم المصفوفة الماركوفية[1] حيث يكون فيها مجموع كل سطر يساوي الواحد، وقيمة أي عنصر من عناصرها تتراوح بين الصفر والواحد.

إذا احتوت السلسلة الماركوفية على حالة يكون فيها استحالة الانتقال منها إلى أية حالة من الحالات المكونة للسلسلة؛ في حين يكون هناك إمكانية الوصول إلى هذه الحالة انطلاقاً من بقية الحالات، فإننا نطلق على المصفوفة المكونة لتلك السلسلة اسم المصفوفة الماصة، وبذلك تكون السلسلة الماركوفية في الحالة الماصة إذا تحقق الشرطان التاليان :

١ – يوجد على الأقل حالة ماصة يستحيل الانتقال منها إلى أية حالة من الحالات الممكنة.

٢ – هناك إمكانية الوصول إلى هذه الحالة الماصة انطلاقاً من أي حالة من الحالات المكونة للسلسلة.

في السلسلة الماركوفية الماصة نجد أن إمكانية أن تؤدي الخطوات التي نتبعها، انطلاقاً من الحالات غير الماصة، إلى إحدى الحالات الماصة هو أكيد، ولكن السؤال المطروح يصبح: ما هو عدد الخطوات اللازمة للوصول إلى الحالة الماصة انطلاقاً من أي حالة من الحالات المكونة للسلسلة. لنفترض هنا أن عدد الخطوات يساوي n_j ، وفي هذه الحالة يكون احتمال الوصول إلى الحالة الماصة مساوياً P_j [1].

والآن لنفترض أن لدينا سلسلة ماركوفية مكونة من n حالة ومنها r حالة من الحالات الماصة و s حالة من الحالات غير الماصة وبذلك يكون :

$$n = r + s$$

في هذه الحالة فإن السلسلة الماركوفية تأخذ شكل المصفوفة التالية :

حالات غير ماصة s   حالات ماصة r

(١) Germain Kreweras: Graphes, chaines de Markov et quelques applications economiques. Precis Dalloz ١٩٧٢ P ٤٨.

(١) Levin. R. J & Kirkpatrik C. A : Quantitative Approuches to managemen, Hill Boole compang ١٩٧٥ P. ٥٦.

$$M_p = \begin{array}{r} r \text{ حالات ماصة} \\ s \text{ حالات غير ماصة} \end{array} \begin{pmatrix} I & O \\ R & M' \end{pmatrix}$$

وبرفع المصفوفة M_p إلى الأس m نحصل على المصفوفة التالية :

$$= M_P^m \quad \begin{pmatrix} O & I \\ M'^m & * \end{pmatrix}$$

حيث m هو عدد الفترات الزمنية المدروسة.

أي أن جميع المصفوفات الجزئية تبقى على حالها باستثناء المصفوفة M' ، وتأخذ شكلاً جديد وهو M'^m ، وتعطى لاحتمالات الوصول إلى أية حالة من الحالات غير الماصة بعد مرور فاصل زمني. وعندما m تنتهي إلى اللانهاية فإن جميع حدود المصفوفة M'^m تنتهي إلى الصفر، أي تأخذ وضعية استحالة التنقل بين الحالات غير الماصة أي أن :

$$M'^m \xrightarrow[n \to \infty]{} o$$

وتأخذ السلسلة الشكل التالي :

$$M'^m = M'^o + M' + M'^٢ + \ldots\ldots\ldots$$

$$= I + M' + M'^٢ + \ldots\ldots\ldots$$

ونظراً لأن M'^m تنحدر نحو الصفر عندما m تنحدر نحو اللانهاية وأعداد المصفوفة M' هي أقل من الواحد، فإنه يكون لدينا متوالية هندسية متناقصة وغير منتهية، وإن مجموع حدود هذه المتوالية يساوي ما يلي :

$$I + M' + M'^٢ + \ldots\ldots\ldots = (I - M')^{-١}$$

ويطلق على المصفوفة $(I - M')^{-١}$ اسم المصفوفة الجوهرية للسلسلة الماركوفية الماصة. لو افترضنا أن :

$$(I - M')^{-١} = N$$

فإنه يمكننا أن نكتب :

$$N = \frac{I}{(I - M')} = (I - M')^{-1}$$

النموذج الماركوفي لكلية الاقتصاد :

حتى يمكن وضع النموذج الماركوفي لطلاب كلية الاقتصاد بجامعة دمشق لا بد من الرجوع إلى قانون تنظيم الجامعات الذي حدد عدد السنوات الدراسية في هذه الكلية بأربع سنوات، حيث إنه يحق للطالب أن يبقى مسجلاً في السنة الأولى لمدة ثلاث سنوات دراسية وحتى نهاية هذه المدة فإنه إما أن ينتقل إلى السنة الثانية أو تستنفذ فرصه في السنة الأولى وهذا ما يؤدي إلى فصله من الكلية ، أما طالب السنة الثانية فإنه يحق له أن يبقى مسجلاً ما بين السنة الأولى والثانية لمدة خمس سنوات متعاقبة ومع نهاية هذه الفترة الزمنية إما أن ينتقل إلى السنة الثانية أو تستنفذ فرصه في السنة الثانية وهذا ما يؤدي إلى فصله من الكلية . أما طالب السنة الثالثة فيحق له أن يبقى مسجلاً في الكلية ما بين السنوات الدراسية الثلاث لمدة سبع سنوات وفي نهاية هذا الفاصل الزمني إما أن ينتقل إلى السنة الرابعة أو تستنفذ فرصه في السنة الثالثة وهذا ما يقود إلى فصله من الكلية. أما طالب السنة الرابعة فإنه في نهاية السنة الثامنة للتسجيل في الكلية إما أن يتخرج في الكلية أو يفصل منها بسبب استنفاذ فرص الرسوب. ويمكن لمجلس الجامعة أن يمنحه أربع دورات إضافية من خارج الجامعة بعد فصله.

من المعلومات السابقة نلاحظ أن وضع الطالب في كلية الاقتصاد بجامعة دمشق يكون مصفوفة ماركوفية بأربع حالات هي :

E_1 تشير إلى وضع الطالب في السنة الدراسية الأولى .

E_2 وتشير إلى وضع الطالب في السنة الدراسية الثانية .

E_3 وتعكس وضع الطالب في السنة الدراسية الثالثة .

E_4 وتعبر عن وضع الطالب في السنة الدراسية الرابعة .

يضاف إلى هذه الحالات الأربع الحالتان التاليتان :

E_I وتعبر عن حالة الطلاب الذين فصلوا من الكلية بسبب استنفاذ فرص الرسوب.

E_{II} وهي عبارة عن حالة حصول الطالب على إجازة في الاقتصاد وتخرجه في الكلية .

هذه الحالات الست تؤكد لنا أن وضع الطالب في كلية الاقتصاد بجامعة دمشق يكون مصفوفة ماركوفية بست حالات منها أربع حالات انتقالية وهي E_1, E_2, E_3, E_4 وحالتان ماصتان هما E_I, E_{II}.
هذه المصفوفة تأخذ الشكل التالي :

$$M_P = \begin{array}{c} \\ E_I \\ E_{II} \\ E_1 \\ E_2 \\ E_3 \\ E_4 \end{array} \begin{array}{c} \begin{array}{cccccc} E_I & E_{II} & E_1 & E_2 & E_3 & E_4 \end{array} \\ \begin{bmatrix} 1 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 1 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ P_{1,I} & P_{1,II} & 0 & P_{1,2} & 0 & 0 \\ P_{2,I} & P_{2,II} & 0 & 0 & P_{2,3} & 0 \\ P_{3,I} & P_{3,II} & 0 & 0 & 0 & P_{3,4} \\ P_{4,I} & P_{4,II} & 0 & 0 & 0 & 0 \end{bmatrix} \end{array}$$

وبصورتها المختصرة تأخذ الشكل التالي :

	حالات ماصة	حالات غير ماصة
حالات ماصة	**I**	٠
حالات غير ماصة	**R**	**M′**

$$M_p = \begin{pmatrix} I & 0 \\ R & M' \end{pmatrix}$$

وحتى نتمكن من حساب متوسط زمن بقاء الطالب في كلية الاقتصاد لا بد من حساب ما يلي :

$$(I - M') = \begin{bmatrix} 1 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 1 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 1 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 1 \end{bmatrix} - \begin{bmatrix} 0 & P_{1,2} & 0 & 0 \\ 0 & 0 & P_{2,5} & 0 \\ 0 & 0 & 0 & P_{3,4} \\ 0 & 0 & 0 & 0 \end{bmatrix}$$

وإن زمن انتظار الطالب في أي سنة من السنوات الدراسية تحيل الحصول على إجازة في الاقتصاد أو الفصل من الكلية يأخذ المصفوفة التالية :

$$(I - M')^{-1} = \begin{array}{c} \\ E_1 \\ E_2 \\ E_3 \\ E_4 \end{array} \begin{array}{c} \begin{array}{cccc} E_1 & E_2 & E_3 & E_4 \end{array} \\ \begin{bmatrix} 1 & -P_{1,2} & & 0 \\ 0 & 1 & -P_{1,3} & 0 \\ 0 & 0 & 1 & -P_{3,4} \\ 0 & 0 & 0 & 0 \end{bmatrix}^{-1} \end{array}$$

بعد هذا الفاصل الزمني فإن احتمال تخرج الطالب في الكلية أو فصله منها يأخذ شكل المصفوفة التالية :

$$B = (I - M')^{-1} R = \begin{bmatrix} 1 & -P_{1,2} & 0 & 0 \\ 0 & 1 & -P_{2,3} & 0 \\ 0 & 0 & 1 & -P_{3,4} \\ 0 & 0 & 0 & 0 \end{bmatrix}^{-1} \begin{bmatrix} P_{1,I} & P_{1,II} \\ P_{2,I} & P_{2,II} \\ P_{3,I} & P_{3,II} \\ P_{4,I} & P_{4,II} \end{bmatrix}$$

إن هذا النموذج هو ما سوف نستخدمه ونطبقه على البيانات الموجودة لدى دائرة شؤون الطلاب في كلية الاقتصاد بجامعة دمشق والذي سوف يكون موضوع الفقرة التالية. أما عن العلاقة التي يمكن أن يحققها هذا النموذج بين الجامعة والمجتمع فيمكن الحصول عليها بمجرد معرفة أعداد الطلاب المسجلين في السنوات الأربع لكلية الاقتصاد ومن ثم التنبؤ بأعداد الطلاب الذين سوف يحصلون على إجازة في الاقتصاد أو يفصلون من الكلية بسبب استنفاذ فرص الرسوب. فإذا افترضنا أن :

W_1 هي أعداد الطلاب المسجلين في السنة الأولى بكلية الاقتصاد.

W_2 هي أعداد الطلاب المسجلين في السنة الثانية من كلية الاقتصاد.

W_3 هي أعداد الطلاب المسجلين في السنة الثالثة .

W_4 هي أعداد الطلاب المسجلين في السنة الرابعة .

في هذه الحالة يكون شعاع أعداد الطلاب في كلية الاقتصاد مساويا(1) ما يلي :

$$W = [\, W_1 , W_2 , W_3 , W_4 \,]$$

ومنه فإنه يمكن التنبؤ بأعداد الطلاب الذين سوف يحصلون على إجازة في الاقتصاد من خلال الفاصل الزمني الذي هو مجموع السطر الأول في المصفوفة N وذلك وفق ما يلي:

$$W . B = [\, R \quad D \,]$$

هذا الشعاع يعطينا متوسط أعداد الطلاب الذين سوف يحصلون على إجازة في الاقتصاد خلال المدة التي هي مجموع السطر الأول في المصفوفة λ وهو يساوي D ، وفي الوقت نفسه فإن هذا الشعاع يعطينا متوسط أعداد الطلاب الذين سوف يفصلون من كلية الاقتصاد بسبب استنفاذهم فرص

(١) Richard I. Levin. David & Rubin. Joel P. Stinson Quantitive Approaches to management Mo Graw - Hill Book Company ١٩٨٦ P, ٧٢٠.

الرسوب، وذلك خلال الفاصل الزمني نفسه. أخيراً فإن الأرقام الموجودة في الشعاع [R.D] هي ما يجب أن تلحظها خطط التنمية الاقتصادية في القطر، وهذا ما يساعد في القضاء على البطالة بين صفوف حملة الإجازة في الاقتصاد.

تطبيق المصفوفة الماركوفية على كلية الاقتصاد :

بعد الرجوع إلى سجلات الطلاب لدى دائرة شؤون الطلاب في كلية الاقتصاد توصلنا إلى الجدول التالي :

الأرقام للفاصل الزمني من ١٩٩١ – ٢٠٠٠

السنة الدراسية / الطلاب	الأولى	الثانية	الثالثة	الرابعة
مجموع الطلاب المسجلين خلال الفترة	٢١٧١٠	١٦٧٢٦	١٧٠٢٥	١٧٠٠٨
متوسط عدد الطلاب في كل سنة	٢١٧١	١٦٧٣	١٧٠٣	١٧٠١
مجموع الطلاب المفصولين خلال الفترة	١٧٩٥	١٥١٩	١٢٧٨	١٤٤٠
متوسط عدد الطلاب المفصولين سنوياً	١٨٠	١٥٢	١٢٨	١٤٤
مجموع الطلاب المنقولين إلى كلية مماثلة أخرى	٤٩	٦٠٩	٢٤	٢٨
متوسط الطلاب المنقولين	٥	٦١	٢	٣

من خلال هذا الجدول يمكننا القول: إن احتمال فصل الطالب في السنة الدراسية الأولى بعد مضي ثلاث سنوات فيها يساوي ما يلي :

$$P_{١,I} = \frac{١٨٠}{٢١٧١} = ٠،٠٨$$

ويكون احتمال انتقاله إلى السنة الثانية $P_{١٢} = ١ - ٠،٠٨ = ٠،٩٢$

احتمال فصل الطالب في السنة الدراسية الثانية بعد مضي عامين فيها يساوي :

$$P_{٢,I} = \frac{١٥٢}{١٦٧٣} = ٠،٠٩$$

ويكون احتمال انتقاله إلى السنة الثالثة $P_{٢٣} = ١ - ٠،٠٩ = ٠،٩١$

واحتمال فصل الطالب في السنة الثالثة بعد مضي عامين فيها يساوي :

$$P_{٣,I} = \frac{١٢٨}{} = ٠،٠٨$$

١٧٠٣

ويكون احتمال انتقاله في السنة الرابعة $P_{٣٤}$ **= ١ - ٠،٠٨ = ٠،٩٢**

أما في السنة الرابعة والأخيرة فإن احتمال فصل الطالب بعد مضي عام فيها يساوي:

$$P_{٤,I} = \frac{١٤٤}{١٧٠١} = ٠،٠٨$$

واحتمال تخرج الطالب من السنة الرابعة وبعد مرور عام على تسجيله فيها يساوي:

$$P_{٤,II} = \frac{١٧٠١ - ١٤٤}{١٧٠١} = ٠،٩٢$$

من هذه الاحتمالات يمكن القول: إن المصفوفة الماركوفية التي تصور وضع الطالب في كلية الاقتصاد هي التالية :

M_P =

	$E_١$	$E_٢$	$E_٣$	$E_٤$	E_I	E_{II}
$E_١$	٠	٠،٩٢	٠	٠	٠،٠٨	٠
$E_٢$	٠	٠	٠،٩١	٠	٠،٠٩	٠
$E_٣$	٠	٠	٠	٠،٩٢	٠،٠٨	٠
$E_٤$	٠	٠	٠	٠	٠،٠٨	٠،٩٢

وحتى تصبح هذه المصفوفة قابلة للتطبيق لا بد من إعطائها الصورة المعيارية التالية :

M_P =

	E_I	E_{II}	$E_١$	$E_٢$	$E_٣$	$E_٤$
E_I	١	٠	٠	٠	٠	٠
E_{II}	٠	١	٠	٠	٠	
$E_١$	٠،٠٨	٠	٠	٠،٩٢	٠	٠
$E_٢$	٠،٠٩	٠	٠	٠	٠،٩١	٠
$E_٣$	٠،٠٨	٠	٠	٠	٠	٠،٩٢
$E_٤$	٠،٠٨	٠،٩٢	٠	٠	٠	٠

وإن المصفوفة الجوهرية لها هي التي تستخدم في حساب زمن بقاء الطالب في كلية الاقتصاد هي التالية :

M′ =

	E_1	E_2	E_3	E_4
E_1	٠	٠،٩٢	٠	٠
E_2	٠	٠	٠،٩١	٠
E_3	٠	٠	٠	٠،٩٢
E_4	٠	٠	٠	٠

وبطرح هذه المصفوفة من المصفوفة الأحادية نحصل على المصفوفة التالية :

(I - M′) =

	E_1	E_2	E_3	E_4
E_1	١	-٠،٩٢	٠	٠
E_2	٠	١	-٠،٩١	٠
E_3	٠	٠	١	-٠،٩٢
E_4	٠	٠	٠	١

وإن معكوس هذه المصفوفة يأخذ شكل المصفوفة التالية :

N =

	E_1	E_2	E_3	E_4
E_1	٠	٠،٩٢	٠،٨٤	٠،٧٧
E_2	٠	١	٠،٩١	٠،٨٤
E_3	٠	٠	١	٠،٩٢
E_4	٠	٠	٠	١

وبجمع عناصر كل سطر مقابلاً لكل الحالات E_1, E_2, E_3, E_4 نحصل على عدد السنوات والأعوام المقابلة لكل سنة دراسية في كلية الاقتصاد بجامعة دمشق، متمثلة بالشعاع التالي :

T =

E_1	٣،٥٣
E_2	٢،٧٥
E_3	١،٩٢
E_4	١

وهذا ما يقودنا إلى القول: إن متوسط زمن بقاء الطالب في السنة الأولى في كلية الاقتصاد هو ثلاث سنوات وستة أشهر وعشرة أيام. أما زمن بقاء الطالب في السنة الثانية فهو عامان وتسعة أشهر، ومتوسط زمن بقاء الطالب في السنة الثالثة هو سنة واحدة وأحد عشر شهراً. وأخيراً فإن متوسط زمن بقاء الطالب في السنة الرابعة هو عام واحد فقط. أما إذا رغبنا في معرفة احتمال تخرج الطالب في كلية الاقتصاد أو فصله منها في نهاية الفاصل الزمني الذي هو عبارة عن زمن البقاء فإنه يمكننا الحصول عليه عن طريق ضرب المصفوفة N التي تعكس أزمنة البقاء، بمصفوفة احتمال الوصول إلى الحالات الماصة E_I, E_{II}، التي تعبر عن حالتي التخرج في الكلية أو الفصل منها، انطلاقاً من الحالات الانتقالية :

$$E_{١} , E_{٢} , E_{٣} , E_{٤}$$

والتي هي عبارة عن السنوات الدراسية في كلية الاقتصاد بجامعة دمشق وذلك وفق ما يلي:

$$B=N^{*} R = \begin{bmatrix} \text{١} & \text{٠،٩٢} & \text{٠،٨٤} & \text{٠،٧٧} \\ \text{٠} & \text{١} & \text{٠،٩١} & \text{٠،٨٤} \\ \text{٠} & \text{٠} & \text{١} & \text{٠،٩٢} \\ \text{٠} & \text{٠} & \text{٠} & \text{١} \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} \text{٠،٠٨} & \text{٠} \\ \text{٠،٠٩} & \text{٠} \\ \text{٠،٠٨} & \text{٠} \\ \text{٠،٠٨} & \text{٠،٩٢} \end{bmatrix} \quad \begin{bmatrix} \text{٠،٢٩} & \text{٠،٧١} \\ \text{٠،٢٣} & \text{٠،٧٧} \\ \text{٠،١٦} & \text{٠،٨٤} \\ \text{٠،٠٨} & \text{٠،٩٢} \end{bmatrix}$$

من هذه المصفوفة يمكن الاستنتاج أن طالب السنة الأولى بعد زمن انتظار فيها مساوٍ إلى ثلاث سنوات وستة أشهر وعشرة أيام يمكن أن يتخرج في الكلية ويحصل على إجازة خلال السنوات المتبقية وباحتمال مساوٍ إلى ٠،٧١ أو يفصل من هذه الكلية باحتمال مساوٍ إلى ٠،٢٩ . وهذه النسبة يمكن أن تستخدم للتعبير عن نسبة تسرب الطلاب من كلية الاقتصاد، أما طالب السنة الثانية وبعد زمن انتظار فيها مساوٍ إلى عامين وتسعة أشهر فيمكن أن يحصل على إجازة في الاقتصاد خلال السنوات المتبقية باحتمال مساوٍ إلى ٠،٧٧ أو يفصل من هذه الكلية باحتمال مساوٍ إلى ٠،٢٣. وطالب السنة الثالثة الذي لديه زمن انتظار مساوٍ إلى سنة واحدة وعشرة أشهر فإنه يمكن أن يحصل على إجازة في الاقتصاد خلال السنوات المتبقية وباحتمال مساوٍ إلى ٠،٨٤ أو يفصل منها باحتمال مساوٍ إلى ٠،١٦. وأخيراً فإن طالب السنة الرابعة الذي بقي لديه زمن انتظار مساوٍ إلى عام واحد فقط فإنه يمكن أن يحصل على إجازة في الاقتصاد باحتمال مساوٍ إلى ٠،٩٢ أو يفصل منها باحتمال مساوٍ إلى ٠،٠٨ .

هذه المصفوفة التي تعد النموذج الماركوفي الأمثل الصالح للتطبيق على كلية الاقتصاد بجامعة دمشق يمكن أن يستخدم في التنبؤ بأعداد الطلاب الذين يمكن أن يحصلوا على إجازة في الاقتصاد بعد الوقت المحدد في أسطر المصفوفة N وذلك بعد الرجوع إلى أعداد الطلاب المسجلين في كل سنة من السنوات الدراسية ، فلو رجعنا إلى سجلات كلية الاقتصاد في الفترة الزمنية ١٩٩٢ - ١٩٩١ حتى ٢٠٠٠ - ٢٠٠١ لوجدنا أن متوسط أعداد الطلاب في السنوات الدراسية الأربع هو ٢١٧١ طالب في السنة الأولى و ١٦٧٣ طالب في السنة الثانية و ١٧٠٣ طالب في السنة الثالثة و ١٧٠١ طالب في السنة الرابعة أي أن شعاع أعداد المنطلق أي المتوسطات هو يساوي ما يلي :

$$W = [W_{١} , W_{٢} , W_{٣} , W_{٤}]$$

$$= [٢١٧١ \quad ١٦٧٣ \quad ١٧٠٣ \quad ١٧٠١]$$

بضرب هذا الشعاع بالمصفوفة B نحصل على ما يلي :

$$[٢١٧١ \quad ١٦٧٣ \quad ١٧٠٣ \quad ١٧٠١] \begin{bmatrix} ٠،٢٩ & ٠،٧١ \\ ٠،٢٣ & ٠،٧٧ \\ ٠،١٦ & ٠،٨٤ \\ ٠،٠٨ & ٠،٩٢ \end{bmatrix} = [١٤٢٣ \quad ٥٨٢٥]$$

من هذا الشعاع يمكن القول: إن متوسط أعداد الطلاب الذين سوف يحصلون على إجازة في الاقتصاد خلال الأربع سنوات القادمة هو ٥٨٢٥ طالب، وفي الفترة الزمنية نفسها فإن متوسط أعداد الطلاب الذين سوف يفصلون من الكلية بسبب استنفاذ فرص الرسوب هو ١٤٢٣ طالب. أما إذا أردنا معرفة العدد المتوقع تخرجه في كل عام خلال هذه الفترة فيمكن حسابه وفق ما يلي : في عام ٢٠٠٢ - ٢٠٠١ فإن متوسط عدد الطلاب المتوقع تخرجهم في السنة الرابعة يساوي :

$$١٧٠١ \times ٠،٩٢ = ١٥٦٥ \text{ طالبٍ}$$

ومتوسط عدد الطلاب المتوقع تخرجهم في العام الدراسي ٢٠٠٢ - ٢٠٠٣ من الذين كانوا في السنة الثالثة يساوي :

$$١٧٠٣ \times ٠،٨٤ = ١٤٣١ \text{ طالبٍ}$$

ومتوسط عدد الطلاب المتوقع تخرجهم في العام الدراسي ٢٠٠٣ - ٢٠٠٤ من الذين كانوا في السنة الثانية يساوي :

$$١٦٧٣ \times ٠،٧٧ = ١٢٨٨ \text{ طالبٍ}$$

ومتوسط عدد الطلاب المتوقع تخرجهم في العام الدراسي ٢٠٠٤ - ٢٠٠٥ من الذين كانوا في السنة الأولى يساوي :

٢١٧١ × ٠،٧١ = ١٥٤١ طالبٍ

أما بالنسبة للطلاب المتوقع فصلهم من الكلية بسبب استنفاذ فرص الرسوب خلال هذه الفترة فيمكن حسابه وفق ما يلي:

في العام الدراسي ٢٠٠١ - ٢٠٠٢ فإن متوسط عدد الطلاب المتوقع فصلهم من الذين كانوا في السنة الرابعة يساوي :

١٧٠١ × ٠،٠٨ = ١٣٦ طالباً

وفي العام الدراسي ٢٠٠٢ - ٢٠٠٣ فإن متوسط عدد الطلاب المتوقع فصلهم من الذين كانوا في السنة الثالثة بسبب استنفاذ فرص الرسوب يساوي :

١٧٠٣ × ٠،١٦ = ٢٧٣ طالباً

متوسط عدد الطلاب المتوقع فصلهم من الكلية في العام الدراسي ٢٠٠٣ - ٢٠٠٤ من الذين كانوا في السنة الثانية يساوي :

١٦٧٣ × ٠،٢٣ = ٣٨٥ طالباً

وفي العام الدراسي ٢٠٠٤ - ٢٠٠٥ فإن متوسط عدد الطلاب المتوقع فصلهم من الذين كانوا في السنة الأولى يساوي :

٢١٧١ × ٠،٢٩ = ٦٣٠ طالباً

النتائج والتوصيات

بعد أن قمنا بتقديم هذا البحث يمكن تلخيص النتائج التي توصلنا إليها بما يلي:

١ – إن النموذج الماركوفي المستخدم صالح للتطبيق على أية كلية تخضع إلى نظام الأربع سنوات، وهذا حسب ما نقدره يعد أهم وسيلة من وسائل ربط الجامعة بالمجتمع وذلك لأنه وكما رأينا استطعنا من خلال البحث تقدير أعداد المجازين في الاقتصاد ولمدة خمس سنوات قادمة، وهذا ما يساعد القائمين على وضع خطط التنمية الاقتصادية في القطر في إتاحة فرص العمل إلى هذه الأعداد المتوقعة مما يؤدي إلى القضاء على البطالة بين صفوف المجازين في الاقتصاد.

٢ – إن النموذج الماركوفي يمكننا من تقدير متوسط زمن بقاء الطالب في كلية الاقتصاد قبل حصوله على الإجازة في الاقتصاد أو فصله من الكلية بسبب استنفاذ فرص الرسوب، وهذا الزمن هو كما رأينا مساوٍ إلى ٣,٥٣ + ١,٥ = ٥,٠٣ أي خمس سنوات وإحدى عشرة يوماً وعشرة أيام، وفي نهاية هذا الزمن فإن الطالب إما أن يحصل على إجازة في الاقتصاد باحتمال مساوٍ إلى ٠،٧١ أو يفصل من الكلية باحتمال يساوي ٠،٢٩.

٣ – إن النموذج الماركوفي الذي قد تم التوصل إليه انطلاقاً من الأرقام والإحصائيات المتعلقة بطلاب كلية الاقتصاد بجامعة دمشق يضع بين أيدي المسؤولين أهم وسيلة من الوسائل التي تحقق التنسيق بين المسؤولين عن سياسة التعليم والأطر المسؤولة عن خطط التنمية الاقتصادية، إذ إن هذا النموذج يعطي أعداد الطلاب المتوقع تخرجهم في كل سنة وخلال مدة خمس سنوات وهو عبارة عن مدة خطة التنمية الاقتصادية نفسها.

٤ – أخيراً لا بد من الإشارة إلى أن النموذج الماركوفي يعد من أهم الوسائل المساعدة في وضع استراتيجية التعليم العالي بشكل يحقق العلاقة والتنسيق الكامل بين الجامعة والمجتمع، كما أنه يمكن استخدام النموذج نفسه في تحقيق العلاقة بين مراحل التعليم ما قبل الجامعي؛ مما ساعد في تحقيق سياسة الاستيعاب دون أن يؤثر ذلك في العلاقة الموجودة بين الجامعة والمجتمع .

وقبل ختام هذا البحث نتمنى أن نكون قد وفقنا من خلال جهدنا المتواضع هذا في تسليط ولو بعض الضوء على أهمية توظيف الطرائق الإحصائية ولا سيما المصفوفة الماركوفية في البحث عن حلول لمشكلة تخطيط حجم حملة الإجازات الجامعية بشكل عام وحملة الإجازة في الاقتصاد بشكل خاص لما لذلك من أهمية في عملية تحقيق علاقة ترابطية متينة فيما بين الجامعة والمجتمع، ومن خلال وضع استراتيجية خاصة بالتعليم العالي تكون منسجمة مع متطلبات خطط التنمية الاقتصادية والاجتماعية وتقوم على أساس القياس الإحصائي في تحديد الزمن المتاح أمام الطالب من المفاضلة العامة وفي كل سنة من سنوات الدراسة وصولاً إلى سنة التخرج، ومن ثم التخرج والبحث عن فرصة عمل في سوق العمل.

المراجع

المراجع العربية :

١ – صباح الدين بقجه جي - خلف مطر الجراد - ١٩٨٤ :
بحوث العمليات مطبعة الداوودي - دمشق .

٢ – أ. د. صباح الدين بقجه جي - ١٩٩٠ .
بحوث العمليات - المعهد العالي للعلوم السياسية - وزارة التعليم العالي- دمشق .

٣ – أ. د. صباح الدين بقجه جي - ١٩٨٥ :
اقتصاديات النقل - كلية البريد العربية - جامعة الدول العربية - دمشق.

٤ – فؤاد الشيخ سالم - د. فالح محمد حسن - ١٩٨٣ :
بحوث العمليات مجدلاوي - دمشق .

المراجع الأجنبية :

آ – باللغة الفرنسية :

١ – Germain Kreweras ١٩٧٢: Graphes, Chaine de Morkov et qielques applications économiques Preise Dalloz.

٢ – J. G. Kemeny. A. Schleifer. J. L. Snell. G. L. THOMPSON ١٩٦٢: Les Mathèmatiques modernes dans la Pratique des affaires Dunod .

٣ – KAUFMAN. A ١٩٦٢: Méthodes et modèles de la recherché opérationnelle DUNOD.

٤ – M. GIRAULT ١٩٦٥: Processus aléatiores DUNOD.

٥ – ROBERT FAURE ١٩٧٩: Préasè de recherche opérationnelle DUNOP.

٦ – W. J. BAUMOL ١٩٦٣: Théormè économique et analyse opérationnelle DUNOP.

ب – باللغة الإنكليزية :

١ – CYERT. R. M DAVIDSON H. J. THOMPSON G. L. Estimation of the Allowance for Doubtful Accounts by Horkov chains. Management Scienc ١٩٦٢.

٢ – DERVITSIOTIS KOSTAS. N: Operations Management Auckland. Mc. Graw – Hill International Book Company ١٩٨١ .

٣ – HOWARD R. A : Dynumic Programming and Markov Processes Cambridge. MA M. I. T. Press ١٩٦٠.

٤ – KEMENY. J. G. and J. L. SNELL. Finit markov chains Englewood cliffs N.S Prentice. Hall ١٩٦٠.

٥ – ISAACSON. D. and MADSON : Markov chains Theory and Application (New York) John Wiley ands sons ١٩٧٦.

٦ – LEVIN R. I. & DESJARDIN R. B: Theory of Came and strategie scronton Texbook ١٩٧١.

٧ – RICHARD I. LEVIN DAVID S. RUBIN. JOELP. STINSON Quantitative approaches to Management. MoGRAW - HILL COMPANY ١٩٨٦.

٨ – WAGNER. H. M. Principles of operation Research with Applications to Management science (Englewood cliffs. N. J. Prentic - Hall ١٩٧٥.

ب – باللغة الروسية :

١ – N. DREPER. G. CMIT ١٩٨٦.

The Book of Applicalle Regressive Analysis ١, ٢ / Moscow "Finance And Statistics" .

٢ – H. ARENC, YOU, Leuter ١٩٨٥.

The Analyses of Multimagnetudes, Moscow. "Finance And Statistics".

٣ – E. N. KAVELINKO, A. A. Rilipova ١٩٨٢.

The theory of Probability and Mathematical Statistics, Moscow, "High School" .

٤ – V. V. GNEDENKO ١٩٨٨ .

The Probability Theory Gourse, Moscow, "Seience" .

٥ – A. GILBERT ١٩٨١ . How Matrice Work.

تاريخ ورود البحث إلى مجلة جامعة دمشق ٢٠٠٢/٣/٥.