تطبيقات سلاسل ماركوف في كلية التمريض – جامعة بغداد

عمار فردريك جون البازي
مدرس
كلية المنصور الجامعة

صبا زكي اسماعيل محمد العباسي
استاذ مساعد
كلية التمريض – جامعة بغداد

المستخلص

تتوفر ثمة طرائق رياضية عدة يمكن استخدامها في تكميم نتائج ظاهرتي الرسوب والتسرب ، وقياس اثرهما في تدفق الطلبة . وإن سلاسل ماركوف تعد اكثرها استخداماً في التطبيق .

وتناول هذا البحث تطبيق سلاسل ماركوف للوقوف على موقع وحجم هاتين الظاهرتين بين طلبة كلية التمريض / جامعة بغداد ، للمدة (2001/2000 – 2004/2003) ، من خلال بناء أنموذج لسلسلة ماركوف يبين حركة طلبة المراحل الدراسية المختلفة في الكلية ، والأسباب التي تؤدي الى ذلك .

1. المقدمة :-

يحتل موضوع خفض نسب الاهدار (الرسوب والتسرب) في نظام التعليم باهتمام العاملين في القطاع التربوي من اجل تقليل الاهدار الحاصل في الموارد البشرية والمادية ، وبالتالي رفد سوق العمل بالعنصر البشري ، اضافة الى العبء المادي الذي تتحمله الدولة جراء هذه الظاهرة .

ومن الأهمية بمكان أن يكون بمقدور المخططين والمسؤولين عن السياسة التربوية تكميم نتائج هاتين الظاهرتين ، وقياس اثرهما في تدفق الطلبة . وثمة طرائق عدة يمكن استخدامها في هذا المجال ، الا أن سلاسل ماركوف (Markov Chains) تعد اكثرها استخداماً في التطبيق .

وقد تناول عدد من الباحثين هذا الموضوع في بحوثهم ، نذكر منهم على سبيل المثال لا الحصر عدنان شمخي جابر (1985) [4] قام باجراء دراسة تحليلية للاهدار في كلية التربية – الجامعة المستنصرية باستخدام طريقة سلاسل ماركوف ، وفاء طه المفرجي (1986) [6] استخدمت سلاسل ماركوف في القطاع التربوي لطلبة كلية الادارة والاقتصاد – بغداد والمستنصرية والموصل ، أموري هادي كاظم وعدنان شمخي (1988) [3] قاما بدراسة الهدر في مؤسسات المعاهد الفنية ، أسعد عبد علي مهدي (1988) [7] اجرى دراسة احصائية عن الاهدار الزمني والتسرب في بعض كليات جامعة بغداد ، عمار فردريك ومهند محمد صالح (2000) [1] قاما بدراسة الاهدار والتسرب في التعليم الجامعي من خلال دراسة حالة كلية المنصور الجامعة .

ويهدف البحث الحالي دراسة حركة طلبة كلية التمريض / جامعة بغداد في المراحل الدراسية الأربعة ، للمدة (2001/2000 - 2004/2003) ، باستخدام طريقة سلاسل ماركوف من خلال بناء أنموذج لسلسلة ماركوف يبين حركة طلبة المراحل الدراسية المختلفة في الكلية ، لتحديد موقع وحجم الهدر ونسب التسرب بين طلبتها ، وذلك لمحاولة تحديد اهم الأسباب التي تؤدي الى تفاقم هذه الظاهرة ، ومن ثم تقديم المقترحات التي من شأنها الحد من هذه الظاهرة والتي تمثل خسارة كبيرة للاقتصاد والمجتمع .

2. العمليات التصادفية (Stochastic Processes) :-

هي عبارة عن مجموعة من المتغيرات العشوائية $\{ X_t , t \geq 0 \}$ مرتبطة بالزمن ، كما يمكن تعريفها بانها عبارة عن متسلسلات من المتغيرات العشوائية تولدت بواسطة القوانين الاحتمالية[10] .

ويطلق عليها عملية الفرصة (Chance Process) أو العملية العشوائية (Random Process)[5] .

ويرمز للعملية التصادفية ذات المتغيرات المتقطعة بالرمز :-

$\{ X_n ; n = 0,1,2,3,..... \}$

أما العملية التصادفية ذات المتغيرات المستمرة فهي :-

$\{ X_t ; 0 \leq t \leq \infty \}$ $t \in T$

3. عمليات ماركوف (Markov Processes) :-

تعرف بأنها " الوسيلة التي يتم بها تحليل التغيرات الحالية لمتغير عشوائي معين من أجل التنبؤ بالمتغيرات المستقبلية لهذا المتغير " [9] . وقد اطلقت هذه التسمية نسبة للعالم الرياضي الروسي (A.Markov) الذي استخدم هذا الأسلوب في البداية لدراسة حركة جزئيات غاز ما في اناء مغلق ثم التنبؤ بحركة هذه الجزئيات في المستقبل [5] .

إن العملية التصادفية $\{X_t, t \in T\}$ يطلق عليها عملية ماركوف إذا كان الاحتمال الشرطي لـ (X_{t_n}) لمجموعة معطاة من القيم ($X_{(t_1)}, X_{(t_2)}, \ldots\ldots, X_{(t_{n-1})}$) يعتمد فقط على ($X_{t_{n-1}}$) لأية مجموعة من الفترات الزمنية ($t_1 < t_2 \ldots\ldots\ldots < t_n$) ، أي انه يحقق العلاقة الآتية [10] :-

$$P\{X_{t_n} \le x_n / X_{t_1} = x_1, x_2, \ldots\ldots, x_{t_{n-1}} = x_{n-1}\} = P\{X_{t_n} \le x_n / X_{t_{n-1}} = x_{n-1}\} \ldots\ldots\ldots (1-1)$$

وتتألف عملية ماركوف من مجموعة من الحالات ويجب ان تكون الظاهرة في حالة من الحالات . وإن احتمال الانتقال الى حالة معينة في المستقبل يعتمد فقط على حالتها في الحاضر ولا يعتمد على حالتها في الفترات الماضية ، أي انها تحقق المعادلة (1-1) .

وتصنف عمليات ماركوف الى نوعين ، أولهما ، سلاسل ماركوف (Markov Chains) ، عندما يكون مجال العينة متقطعاً . ثانيهما ، عمليات ماركوف (Markov Processes) ، عندما يكون مجال العينة مستمراً . وسيتم اعتماد النوع الأول في هذا البحث .

4. سلاسل ماركوف (Markov Chains) :-

تعرف بأنها عبارة عن سلسلة من الحالات التي تمر بها الظاهرة خلال فترة معينة [12] ، أو سلسلة من المواقع التي يمر بها جسم متحرك خلال فترات زمنية مختلفة استناداً الى قوانين الاحتمالية تسمى الاحتمالات الانتقالية (Transition Probabilities) ، والتي هي عبارة عن احتمالات الانتقال من الحالة (i) الى الحالة (j) خلال فترة زمنية معينة .

وهي حالة خاصة من عمليات ماركوف ذات العدد المحدود او غير المحدود من الحالات ، والمعلمة (t) تدل على الزمن ، وهي تؤخذ على انها مجموعة من الأعداد الحقيقية (غير الصحيحة) الموجبة ، وبناءً على ذلك ستكون لدينا حالتان:-

1. حالة الزمن المتقطع (Discrete Time Markov Chain) :-

في هذه الحالة يكون هناك نظام معين يلاحظ في فترات زمنية متقطعة ، وإن $\{ X_n \}$ يمثل متغير عشوائي تدل قيمته على الحالة عند الزمن (n) ، وإن تسلسل المتغيرات $\{ X_n \}$ لكل قيم (n) يكون لجميع الحالات اذا افترضنا وجود عدد محدود او غير محدود ويمكن عده من الحالات ، واذا كانت المتغيرات العشوائية تأخذ قيماً متقطعة اذا كان لكل قيم (n) ولجميع الحالات ($i_1, i_2, i_3, \ldots\ldots, i_n$) تكون صحيحة حيث :-

$$P[X_n = i_n / X_{n-1} = i_{n-1}, X_{n-2} = i_{n-2}, \ldots\ldots\ldots, X_1 = i_1] =$$
$$P[X_n = i_n / X_{n-1} = i_{n-1}] \ldots\ldots\ldots (1-2)$$

2. حالة الزمن المستمر (Continuous Time Markov Chain) :-

في هذه الحالة ستدل المعلمة على فترات الزمن المستمرة ، حيث ان المعلمة (t) تدل على الزمن ، وهي عبارة عن مجموعة من الأرقام الحقيقية غير السالبة ، والعملية العشوائية $\{X(t);t \in T\}$

تحقق خاصية ماركوف ، اذا كان لكل الفترات الزمنية

($<t_1<t_2<.....<t_n<tot$) ولكل قيم n

$$P[X_{t=j}/X_{t0}=i_0,.....,X_{t0}=i_0]=P[X_{tn}=i_n].....(1-3)$$

حيث تستخدم سلاسل ماركوف لتحليل الحركة الحالية لمتغير ماضي محاولة التنبؤ بالحركة المسقبلية له ، وهي مجموعة من الحالات المتسلسلة (E_1 , E_2 ,....., E_n) تتبع قوانين الاحتمالات .

وإن احتمال انتقال الظاهرة من الحالة (i) في الزمن (n) الى الحالة (j) في الزمن (n+1) يمكن التعبير عنها بالشكل الآتي[13] :-

$$P_{ij}^{(n,n+1)}=P\{x_{n+1}=j/x_n=i\}.....(1-4)$$

ولجميع قيم ($i,j \in I$) فإن كانت الاحتمالات مستقلة عن الزمن فإنها تدعى (الاحتمالات الانتقالية المستقرة) أو الاحتمالات المتجانسة زمنياً ، وتكتب بالشكل الآتي :-

$$P_{ij}=P\{x_{n+1}=j/x_n=i\}.....(1-5)$$

أما اذا كانت سلسلة ماركوف لا تحقق المعادلة اعلاه فتكون غير مستقرة .

5. مصفوفة احتمالات الانتقال (Transition Probability Matrix) :-

هي مصفوفة عشوائية مربعة ذات الرتبة (n*n) ، وتتمثل عناصرها باحتمالات الانتقال (P_{ij}) لكل قيم ($i,j \in I$) ، وتدعى ايضاً مصفوفة ماركوف (Markov Matrix) ، ويرمز لها بالرمز (P) وتكون كالآتي :-

$$P = \begin{pmatrix} P_{11} & P_{12} & P_{13} & \cdots\cdots & P_{1n} \\ P_{21} & P_{22} & P_{23} & \cdots\cdots & P_{2n} \\ \vdots & \vdots & \vdots & \cdots\cdots & \vdots \\ \vdots & \vdots & \vdots & \cdots\cdots & \vdots \\ P_{n1} & P_{n2} & P_{n3} & \cdots\cdots & P_{nn} \end{pmatrix}$$

ويجب أن تحقق الشرطين الآتيين [9] :-

- شرط عدم السالبية (عناصرها تكون غير سالبة) لكل ($i,j \in I$) يكون ($P_{ij} \geq 0$) .
- شرط المجموع (مجموع الصف يساوي واحد) لكل قيم (I) حيث أن ($i \in I$) ويكون ($\sum_{j=1} P_{ij} = 1$) .

إن جميع العناصر (P_{ij}) المكونة لمصفوفة الاحتمالات الانتقالية $P = \{ P_{ij} \}$ لسلاسل ماركوف تمثل احتمالات الانتقال 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) وبعدد محدود من الخطوات او الفترات الزمنية مقدارها (m) فيكون لدينا (P_{ij}^{m}) حيث ان [15] :-

$$P_{ij}^{m} = P\{x_{n+m} = j / x_n = i\} \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots (1-6)$$

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

ويمكن تعميم ما ورد في العلاقة اعلاه بحيث ($n,m \in N$) فيكون :

$$P^{n+m} = p^{n} P^{m} \ldots\ldots\ldots\ldots (1-7)$$

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

$$P^{n+m} = \sum_{K \in I} P_{ik}^{ij} P_{kj}^{m} \ldots\ldots\ldots\ldots (1-8)$$

إن المعادلة اعلاه تدعى معادلة جابمان – كولمكروف (Chapman–Kolommogrov Equation) ، ومن هذه المعادلة تشتق علاقات تعاقبية مختلفة في حالة المعلمة المتقطعة ، أما في حالة المعلمة المستمرة نشتق معادلات تفاضلية لدوال الاحتمال الانتقالي .

6. تصنيف حالات سلاسل ماركوف (Classification of Markov Chains (states [2] :-

1. حالة العودة (Recurrent State) : يقال للحالة (i) بأنها حالة عودة او حالة رجوع إذا وفقط إذا كان من المؤكد رجوع العملية للحالة (i) التي سبق وان غادرتها ، ويمكن تصنيف حالة العودة الى : (أ. صفرية ب. موجبة) .

2. حالة الزوال (Transient State) : ويقال للحالة (i) بانها حالة زوال إذا وفقط إذا كان هناك احتمال موجب بأن لاتعود العملية للحالة (i) التي سبق وغادرتها .
3. حالة الامتصاص (Absorbing State) : يقال للحالة (i) بأنها حالة ماصة إذا وفقط إذا كان (P(i,i)=1) .
4. الحالة الدورية (Periodic State) : يقال لحالة العودة (i) بأنها دورية بطول دورة مقداره (L) إذا كان ($L \geq 2$) يمثل أكبر عدد صحيح موجب تحقق :-

$P [R_i = nL , \text{for some } n \geq 1] = 1$ ، وإلاّ فإنه يقال للحالة (i) بانها غير دورية (Aperiodic) . حيث ان : (R_i) يمثل وقت العودة (Recurrence Time) .

5. حالة الثبوتية (Ergodic Time) : يقال للحالة (i) بأنها ثبوتية إذا كانت غير دورية وذات عودة موجبة .

7. سلاسل ماركوف المنتهية (Finite Markov Chains) :-

تعد حالة خاصة من سلاسل ماركوف ، وتستعمل لوصف العملية او النظام الذي ينقطع (Cease) حين وصوله الى شروط محددة ومعينة . وتتمثل شروط هذه السلاسل بما يلي [17] :-

- لها على الأقل حالة منتهية واحدة .

❖ من الممكن الانتقال من كل حالة غير منتهية الى ما لا يقل عن حالة منتهية واحدة ، وليس من الضروري ان يتحقق هذا الانتقال بخطوة واحدة .

7.1. تحليل سلاسل ماركوف المنتهية (Analysis Of Finite Markov Chains) :-

تقوم سلاسل ماركوف بتهيئة نوعين من المعلومات . أولهما ، عدد المراحل المتوقعة قبل انتهاء العملية وثانيهما ، احتمال الانتهاء لأية مرحلة منتهية .

وللحصول على العدد المتوقع من الخطوات حتى الوصول الىَ مرحلة الانتهاء ، يجب الحصول على العدد المتوقع لكل مرحلة غير منتهية ومن ثم جمعها .

ولتحليل سلاسل ماركوف ، تتم تجزئة مصفوفة احتمالات الانتقال الى أربع مصفوفات جزئية ، وكالآتي [6] :-

$$P = \left(\begin{array}{c|c} N & Q \\ \hline 0 & I \end{array}\right)$$

وعلى فرض ان هنالك عدد (n) من الحالات الانتقالية (كما في حالة انتقال الطلبة عبر المراحل التعليمية) وعدد (a) من الحالات المنتهية (تخرج الطلبة) ، ولهذا سيكون مجموع الحالات (a+n) . حيث ان :-

N : عبارة عن مصفوفة ذات رتبة (n*n) تتضمن احتمالات الانتقال من اية حالة غير منتهية الى اية حالة غير منتهية ايضاً (احتمالات الانتقال P_{ij}) وان $(0 \le P_{ij} \le 1)$.

Q : عبارة عن مصفوفة ذات رتبة (n*a) تتضمن احتمالات الانتقال من اية حالة غير منتهية الى اية حالة منتهية .

O : عبارة عن مصفوفة صفرية (Zero Matrix) ذات رتبة (a*n) تتضمن احتمالات الانتقال من اية حالة منتهية الى اية حالة غير منتهية .

I : عبارة عن مصفوفة أحادية (Identity Matrix) ذات رتبة (a*a) وتمثل احتمالات البقاء ضمن الحالة المنتهية .

وللحصول على مصفوفة احتمالات الانتقال نجري العمليات الآتية على مصفوفة الانتقال :-

$$\begin{array}{c} \\ E_0 \\ E_1 \\ E_2 \\ : \\ : \\ E_n \end{array} \begin{array}{c} \begin{array}{ccccc} E_0 & E_1 & E_2 & \cdots\cdots & E_n \end{array} \\ \begin{pmatrix} a_{00} & a_{01} & a_{02} & \cdots\cdots & a_{0n} \\ a_{10} & a_{11} & a_{12} & \cdots\cdots & a_{1n} \\ a_{20} & a_{21} & a_{22} & \cdots\cdots & a_{2n} \\ \vdots & \vdots & \vdots & \cdots\cdots & \vdots \\ \vdots & \vdots & \vdots & \cdots\cdots & \vdots \\ a_{n0} & a_{n1} & a_{n2} & \cdots\cdots & a_{nn} \end{pmatrix} \end{array} \begin{array}{c} \\ \sum a_{0j} \\ \sum a_{1j} \\ \sum a_{2j} \\ \vdots \\ \vdots \\ \sum a_{nj} \end{array}$$

حيث ان (a_{ij}) يمثل عدد الطلبة الذين انتقلوا من الحالة (i) الى الحالة (j) او بقوا في الحالة نفسها .

وللحصول على احتمال الانتقال (P_{00}) ، على سبيل المثال ، فإن :- $P_{00} = \frac{a_{00}}{\sum_{j=0}^{n} a_{0j}}$

وهكذا بالنسبة الى باقي احتمالات الانتقال للحصول على المصفوفة الخاصة بها .

وإن المصفوفة الأساسية في سلسلة ماركوف تعرف وفق الصيغة الآتية :- $R = (I - N)^{-1}$ والتي تعطينا الوقت المتوقع لكل مرحلة غير منتهية (المراحل الدراسية المختلفة) وصولاً الى مرحلة الانتهاء (التخرج) .

واعتماداً على المصفوفة (R) ، يمكن الوقوف على عناصر المتجه (m) ، والتي تشير الى معدل عدد السنوات التي تتخذها كل مرحلة غير منتهية للوصول الى المرحلة المنتهية . وذلك بموجب الصيغة الرياضية التالية :- $m_j = \sum_{i,j=1}^{n} R_{ij}$

8. الجانب التطبيقي :-

8.1 نبذة تعريفية عن كلية التمريض / جامعة بغداد :-

تأسست كلية التمريض في جامعة بغداد عام 1962 بالتعاون ما بين وزارة التعليم العالي ووزارة الصحة ومنظمة الصحة العالمية ، وكان الهدف من ذلك اعداد كوادر تمريضية جامعية تسهم في رفع مستوى التمريض في القطر من خلال تقديم خدمات ورعاية تمريضية شاملة (وقائية ، علاجية ، تاهيلية) اضافة الى مواكبة التطور الحاصل في التمريض عالمياً .

تتالف الكلية من سبعة فروع علمية ، تتضمن ما يأتي :-

1 فرع العلوم الطبية الأساسية .
2 فرع اساسيات التمريض .
3 فرع التمريض الباطني – الجراحي
4 فرع تمريض الأطفال .
5 فرع تمريض النسائية والتوليد .
6 فرع تمريض الصحة النفسية .
7 فرع تمريض صحة المجتمع .

8.2 تحديد المتغيرات وتهيئة البيانات :-

تم اعتماد بيانات في بناء نموذج لسلسلة ماركوف ، للمدة (2001/2000-2004/2003) . وإن بيانات المتغيرات المستخدمة والتي تم الحصول عليها من استمارات التقرير السنوي في شعبة التخطيط والمتابعة في كلية التمريض ، هي :-

1. عدد الطلبة الناجحين في الكلية حسب المرحلة الدراسية .
2. عدد الطلبة الراسبين بسبب النتيجة ، اضافة الى الراسبين بسبب الغياب في الكلية حسب المرحلة الدراسية .
3. عدد الطلبة المتسربين والمكافئ لعدد الطلبة المرقنة قيودهم والتاركون لكافة الأسباب ، اضافة الى المفصولين حسب المرحلة الدراسية .
4. عدد الطلبة المؤجلون في الكلية حسب المرحلة الدراسية .

وإن هذا البحث اعتمد افتراضين اساسيين ، مفادهما :-

أولاً :- إن عدد الطلبة الراسبين يكافئ عددهم بسبب كل من النتيجة والغياب ، اضافة الى عدد الطلبة المؤجلون .

ثانياً :- إن عدد الطلبة المرقنة قيودهم يتضمن عدد الطلبة المرقنة قيودهم لأسباب المستوى الدراسي ، اضافة الى عدد الطلبة التاركون لأسباب اخرى .

8.3 بناء أنموذج سلاسل ماركوف لطلبة كلية التمريض في جامعة بغداد :-

تتم عملية بناء نموذج سلاسل ماركوف عن تنقلات الطلبة بين المراحل الدراسية في كلية التمريض ، وفق الأسلوب الآتي :-

8.3.1 أسس بناء أنموذج مصفوفة الانتقال :-

إن مصفوفة الانتقال تعد انعكاساً لحركة الطالب خلال المراحل الدراسية ، حيث ان اساس التحليل في عملية ماركوف هو تكوين مصفوفة احتمالات الانتقال وسنرمز لها بالرمز (P) . وهي مصفوفة احتمالات الانتقال من اية مرحلة الى اخرى ضمن فترة زمنية واحدة (سنة واحدة) .

إن مصفوفة الانتقال هي من الدرجة (6 * 6) وذلك لوجود اربع مراحل دراسية في الكلية ، بالاضافة الى وجود حالتين هما حالة مجيء الطالب من خارج الكلية (من الاعدادية أو كليات ومعاهد اخرى) . أو انتقاله الى كلية او معهد آخر او تركه الدراسة او ترقين قيده لسبب ما . وهذه الحالة سوف نرمز لها (E_0) .

والحالة الثانية هي حالة تخرج الطالب بعد اجتيازه المرحلة الرابعة الى خارج الكلية (حيث اقتصر البحث على طلبة المرحلة الأولية فقط) ، وهذه الحالة نرمز لها (E_5) .

ومن ذلك ستكون مصفوفة احتمالات الانتقال (Probability Transition Matrix) (P) ، بالشكل الآتي :-

$$P = \begin{array}{c} \\ E_0 \\ E_1 \\ E_2 \\ E_3 \\ E_4 \\ E_5 \end{array} \begin{array}{c} \begin{array}{cccccc} E_0 & E_1 & E_2 & E_3 & E_4 & E_5 \end{array} \\ \begin{pmatrix} P_{00} & P_{01} & P_{02} & P_{03} & P_{04} & P_{05} \\ P_{10} & P_{11} & P_{12} & 0 & 0 & 0 \\ P_{20} & 0 & P_{22} & P_{23} & 0 & 0 \\ P_{30} & 0 & 0 & P_{33} & P_{34} & 0 \\ P_{40} & 0 & 0 & 0 & P_{44} & P_{45} \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 1 \end{pmatrix} \end{array}$$

وهـــذه المصفوفة تعكس التغيرات التي طرأت على تنقلات الطلبة بين المراحل (رسوب ، ترقين القيد ، الانتقال من والى الكلية) . حيث ان :-

E_0 :- تمثل مجيء الطالب من خارج النظام الى الكلية أو خروج الطالب من الكلية الى خارج النظام (كالانتقال أو ترقين القيد) عدا التخرج .

E_1 , E_2 , E_3 , E_4 :- تمثل المرحلة التي انتقل اليها الطالب او رسب فيها ، وهي تمثل المراحل الأربعة الموجودة في الكلية .

E_5 :- تمثل حالة تخرج الطالب من المرحلة الرابعة ، وحيث ان الطالب المتخرج من الكلية لا يمكن ان يعود الى الكلية ثانية بشكل طالب دراسة اولية في نفس الاختصاص مرة اخرى ، ولذلك فإن الحالة (E_5) تعد حالة منتهية (Absorbing State) .

ولغرض تكوين مصفوفة الانتقال الخاصة بالنموذج ، سنستخدم المصفوفة (A) ، وهي مشابهة الى المصفوفة (P) من حيث حالات الانتقال ، الاّ ان مكوناتها تمثل اعداد الطلبة وليس الاحتمالات ، وبالشكل الآتي :-

$$A = \begin{array}{c} \\ E_0 \\ E_1 \\ E_2 \\ E_3 \\ E_4 \\ E_5 \end{array} \begin{array}{c} \begin{array}{cccccc} E_0 & E_1 & E_2 & E_3 & E_4 & E_5 \end{array} \\ \begin{pmatrix} a_{00} & a_{01} & a_{02} & a_{03} & A_{04} & a_{05} \\ a_{10} & a_{11} & a_{12} & 0 & 0 & 0 \\ a_{20} & 0 & a_{22} & a_{23} & 0 & 0 \\ a_{30} & 0 & 0 & a_{33} & a_{34} & 0 \\ a_{40} & 0 & 0 & 0 & a_{44} & a_{45} \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 1 \end{pmatrix} \end{array}$$

حيث ان (a_{ij}) تمثل عدد الطلبة الذين انتقلوا من الحالة i الى الحالة j (او بقوا في نفس الحالة في حالة i=j) .

وعند تكوين مصفوفة الانتقال (A) ، وضعت بعض الافتراضات التي تخص حركة الطلبة بين المراحل والحالات الموجودة في النظام، وهذه الافتراضات هي:-

1. يمكن للطالب ان يأتي من خارج النظام كخريج دراسة اعدادية فيسجل في الصف الأول ، وهذا ما يعبر عنه العدد a_{01} . او قد يقبل الطالب في الكلية الاّ انه لا يسجل ، وهذا ما يعبر عنه العدد a_{00} .
2. a_{02}, a_{03}, a_{04} تمثل اعداد الطلبة المنقولين من كليات اومعاهد اخرى الى هذه الكلية وحسب المرحلة الدراسية المنقول فيها الطالب .
3. $a_{10}, a_{20}, a_{30}, a_{40}$ تمثل اعداد الطلبة المنقولين الى كليات او معاهد اخرى والمرقنة قيودهم لرسوبهم سنتين متتاليتين ، او اي سبب آخر وحسب المرحلة الدراسية .
4. حيث ان الطالب في اية مرحلة من المراحل الدراسية الأربعة معرض لحالة النجاح (الانتقال الى المرحلة التالية) أو الرسوب (البقاء بنفس المرحلة) او الانتقال الى كلية اخرى وذلك موضح في الصف المقابل ازاء كل مرحلة من المراحل .

a_{11} : تمثل اعداد الطلبة الراسبين في المرحلة الأولى .

a_{12} : تمثل اعداد الطلبة الناجحين من المرحلة الأولى الى المرحلة الثانية .

a_{22} : تمثل اعداد الطلبة الراسبين في المرحلة الثانية .

a_{23} : تمثل اعداد الطلبة الناجحين من المرحلة الثانية الى المرحلة الثالثة .

a_{33} : تمثل اعداد الطلبة الراسبين في المرحلة الثالثة .

a_{34} : تمثل اعداد الطلبة الناجحين من المرحلة الثالثة الى المرحلة الرابعة .

a_{44} : تمثل اعداد الطلبة الراسبين في المرحلة الرابعة .

a_{45} : تمثل اعداد الطلبة الخريجين .

0 : تمثل استحالة انتقال الطالب من حالة الى اخرى ، مثل الانتقال من E_1 الى E_3 او E_4 .

1 : تعبر عن الحالة المنتهية (Absorbing) بالنسبة للحالة E_5 .

8.3.2 تحديد مصفوفة الانتقال (A) :-

باعتماد الفرضيات اعلاه لحركة الطلبة وفق البيانات الاحصائية الخاصة بكلية التمريض ، سنتمكن من تحديد مصفوفة الانتقال المتعلقة بطلبة هذه الكلية خلال المدة (2001/2000 – 2004/2003) ، وكالآتي :-

	E_0	E_1	E_2	E_3	E_4	E_5	
E_0	0	206	0	0	0	0	206
E_1	23	68	145	0	0	0	236
E_2	4	0	28	152	0	0	184
E_3	0	0	0	3	72	0	75
E_4	0	0	0	0	4	65	69
E_5	0	0	0	0	0	1	

يعقب ذلك ، قسمة عناصر كل صف على المجموع الكلي لذلك الصف فينتج عنه مصفوفة احتمالات الانتقال (P) لطلبة هذه الكلية ، والمعبرة عن الصيغة النهائية

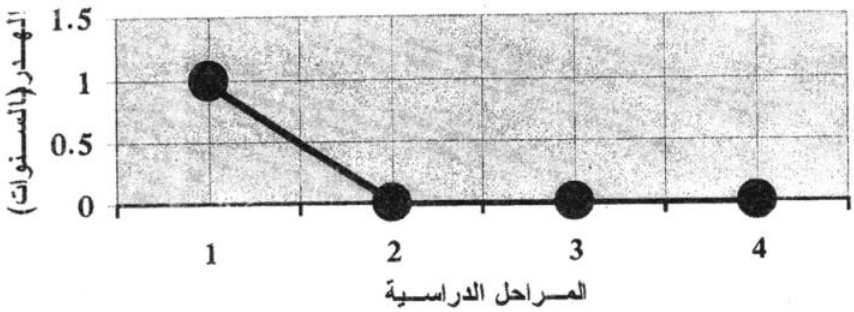
للأنموذج الذي تم بناؤه ، خلال المدة (2001/2000 – 2004/2003) ، وكما مبينة ادناه :-

	E_0	E_1	E_2	E_3	E_4	E_5
E_0	0	1	0	0	0	0
E_1	0.097	0.288	0.614	0	0	0
E_2	0.022	0	0.152	0.826	0	0
E_3	0	0	0	0.040	0.960	0
E_4	0	0	0	0	0.058	0.942
E_5	0	0	0	0	0	1

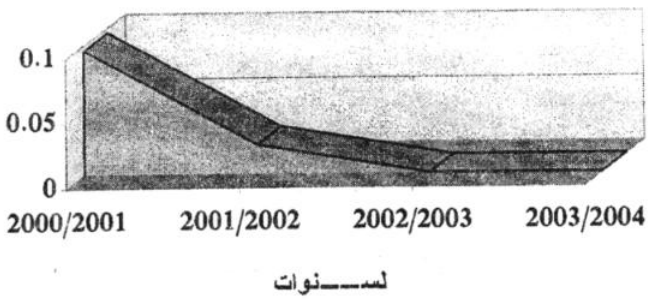
وتشير محتويات مصفوفة احتمالات الانتقال الى ما يأتي :-

1. يتعرض طلبة المرحلة الأولى في كلية التمريض الى حالات الاهدار اكثرمن اقرانهم في المراحل اللاحقة ، والذي يعزى الى الأسباب الآتية :-
   a. الانتقال من كلية التمريض الى كليات او معاهد اخرى .
   b. الرغبة بالانتقال وموقع سكن الطالب ، حيث ان نسبة كبيرة من الطلبة من سكنة المحافظات .
   c. إن نسبة كبيرة من الطلبة من ذوي المعدلات المرتفعة لايرغبون الاستمرار في الدراسة في الكلية .
   d. عدم توفر الرغبة نحو مهنة التمريض .
   e. الاتجاه نحو الاختصاصات ذات موقع في سوق العمل ومردود ومكانة اجتماعية .

الرسم البياني رقم (1) تطور كمية الهدر المرحلي في كلية التمريض
خلال المدة (2004/2003 - 2001/2000)

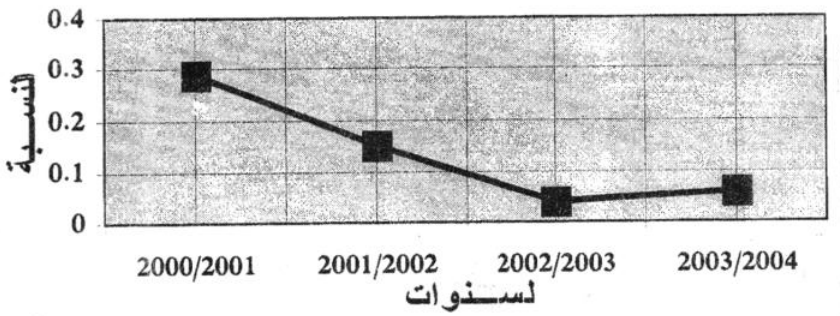


الرسم البياني رقم (2) تطور نسبة التسرب في كلية التمريض خلال
المدة (2004/2003 - 2001/2000)



ولقد انفردت المرحلة الاولى في الكلية بوجود هدر فيها ، وقدره طالب واحد فقط ، (انظر الرسم البياني رقم 1) . وبلغت نسبة التسرب فيها نحو (9.7%) ، ثم انخفضت في المرحلة الثانية لتحقق نسبة تكاد تكون معدومة وقدرها (2.2%) ، ثم انعدمت تماماً في المرحلتين الثالثة والرابعة لتحقق (0%) . وكما يتضح من الرسم البياني رقم (2) .

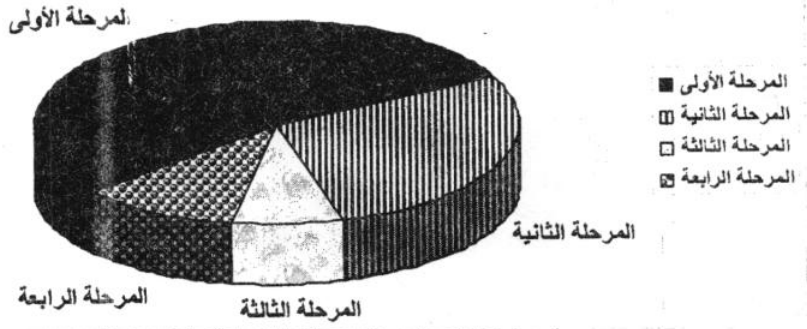
الرسم البياني رقم (3) تطور نسبة الرسوب في كلية التمريض خلال المدة (2004/2003 - 2001/2000)



2. إن وتيرة نمو مؤشر نسبة الرسوب ابرزت اتجاهاً تناقصياً خلال المدة المبحوثة ، (انظر : الرسم البياني رقم (3)) .

وتعكس معطيات الرسم البياني رقم (4) هيمنة المرحلة الأولى في تحقيقها اعلى

الرسم البياني رقم(4) نسبة الرسوب في المراحل الأربعة لكلية التمريض خلال المدة(2004/2003 -2001/2000)

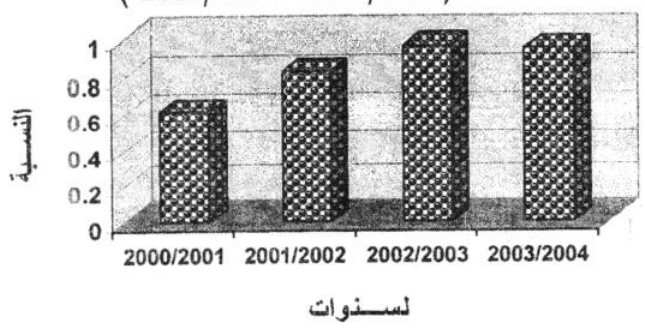


نسبة رسوب والبالغة (28.8%) ، مقارنة بالمراحل الثلاثة اللاحقة لها ، فيما احتلت المرحلة الثانية بالمرتبة الثانية ، حيث بلغت (15.2%) ، ثم تأتي المرحلتين الرابعة والثالثة في المرتبتين الثالثة والرابعة ، حيث حققتا (5.8%) و (4.0%) على التوالي .

ويعزى ارتفاع نسبة الرسوب في المرحلتين الأولى والثانية الى الأسباب الآتية :-

a. عدم توفر الرغبة لمهنة التمريض .
b. عدم تشجيع الأهل للاستمرار في الكلية .
c. انخفاض مستوى اللغة الانكليزية للطلبة .
d. كثرة تغيب الطلبة لأن نسبة كبيرة منهم من المحافظات وامكانياتهم المادية محدودة .
e. صعوبة الدروس .
f. عدم اتفاق نتائج القبول المركزي مع رغباتهم .

الرسم البياني رقم (5) تطور نسب النجاح في كلية التمريض خلال المدة (2001/2000 -2004/2003)



3. ان مسار الاتجاه العام لمؤشر نسبة النجاح ابرز سلوكاً مغايراً لنمط نمو مؤشر نسبة الرسوب ، حيث حقق اتجاهاً تصاعدياً خلال المراحل الثلاثة الأولى ، ومسجلاً بذلك (61.4%) و (82.6%) و (96.0%) على الترتيب . والذي يعكس تكيف الطلبة مع الجو الدراسي كلما تقدموا في مراحل دراستهم بالكلية ، وكما يوضحه الرسم البياني رقم (5) .

3. اتسمت نسبة التخرج بارتفاعها والبالغة (94.2%) ، والتي تعزى الى اقتران جانبي الدراسة النظري والعملي معاً ، وزيادة عدد ساعات التدريب العملي بالمستشفى ، وبالتالي زيادة مدى استيعابهم للمواد ، ومن ثم رغبة الطالب في التخرج وممارسة حقل الاختصاص .

9. تحليل أنموذج مصفوفة الانتقال:-

تتم هذه العملية عبر سلسلة من الخطوات . أولها ، تجزئة مصفوفة احتمالات الانتقال المنتهية (P) الى اربع مصفوفات فرعية ، وكما مرّ ذكره في الفقرة (7.1) . يعقبها احتساب المصفوفة (R) والمكافئة لمعكوس المصفوفة (I - N) ، والتي تعكس عدد الفترات الزمنية التي يستغرقها الطالب في الحالة الزائلة (E_j) قبل الانتهاء اذا ابتدأت في الحالة (E_i) ، وهي تتمثل بالعناصر (r_{ij}) . وكما مبينة ادناه:-

$$I-N=\begin{array}{c} \\ E_0 \\ E_1 \\ E_2 \\ E_3 \\ E_4 \end{array}\begin{array}{c} \begin{array}{ccccc} E_0 & E_1 & E2 & E3 & E4 \end{array} \\ \begin{pmatrix} 1 & -1 & 0 & 0 & 0 \\ -0.097 & 0.712 & -0.614 & 0 & 0 \\ -0.022 & 0 & 0.848 & -0.826 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0.960 & -0.960 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0.942 \end{pmatrix} \end{array}$$

$$R=\begin{array}{c} \\ E_0 \\ E_1 \\ E_2 \\ E_3 \\ E_4 \end{array}\begin{array}{c} \begin{array}{ccccc} E_0 & E_1 & E2 & E3 & E4 \end{array} \\ \begin{pmatrix} 1.189 & 1.669 & 1.209 & 1.040 & 1.060 \\ 0.189 & 1.669 & 1.209 & 1.040 & 1.060 \\ 0.031 & 0.043 & 1.211 & 1.042 & 1.062 \\ 0 & 0 & 0 & 1.042 & 1.062 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 1.062 \end{pmatrix} \end{array}$$

وتتمثل الخطوة الثالثة ، بحساب قيمة المتجه (m) لكلية التمريض خلال المدة (2001/2000 – 2004/2003) ، حيث ان عناصر المتجه (m) تشير الى معدل عدد السنوات التي تتخذها كل مرحلة غير منتهية للوصول الى المرحلة المنتهية (E_5) . وكما موضح في الجدول (1) :-

جدول رقم (1)

قيمة المتجه (m) لكلية التمريض خلال المدة (2001/2000 – 2004/2003)

المرحلة	E_0	E_1	E_2	E_3	E_4
القيمة	7.865	5.167	3.389	2.104	1.062

وبعد اجراء الحسابات امكن التوصل الى الهدر المرحلي لكلية التمريض ، وكما مبين في الجدول (2) :-

جدول رقم (2)

الحد الأعلى لعـــدد سنوات الهدر التي يقضيها الطالب في المرحلة (الهدر المرحلي الفعلي) لكلية التمريض للمدة (2001/2000 – 2004/2003)

المرحلـــة	الأولـــى	الثانيـــة	الثالثـــة	الرابعـــة
العـــام الدراســـي	2001/2000	2002/2001	2003/2002	2004/2003
الحـــد الأعلـــى	1	0	0	0

وبناءً على ما تقدم ، يتضح ما يأتي :-

1. في المرحلة (E_0) ، فان معدل عدد السنوات للوصول الى مرحلة التخرج (الحالة المنتهية) هو (7.9) .
2. في المرحلة الأولى (E_1) ، فان معدل عدد السنوات التي يستغرقها طلبة هذه المرحلة للوصول الى مرحلة التخرج هو (5.2) سنة ، وهو رقم عال ، وذلك يعود الى وجود حالة التسرب وارتفاع نسبة الرسوب فيها مقارنة بالمراحل الأخرى .
3. في المرحلة الثانية (E_2) ، فان معدل عدد السنوات هو (3.4) سنة .
4. إن الطلبة في المرحلة الثالثة يستغرقون (2.1) سنة للوصول الى مرحلة التخرج .
5. في المرحلة الرابعة (مرحلة التخرج) ، فإن معدل عدد السنوات التي يستغرقها الطالب للوصول الى التخرج هو (1.1) سنة ، اي سنة واحدة فقط ، والناجم عن تدني نسبة الرسوب وانعدام التسرب فيها .

10. الاستنتاجات والتوصيات :-

10.1 الاستنتاجات :-

1. في المرحلة (E_0) ، فان معدل عدد السنوات للوصول الى مرحلة التخرج (الحالة المنتهية) هو (7.9) .
2. في المرحلة الأولى (E_1) ، فان معدل عدد السنوات التي يستغرقها طلبة هذه المرحلة للوصول الى مرحلة التخرج هو (5.2) سنة ، وهو رقم عال ، وذلك يعود الى وجود حالة التسرب وارتفاع نسبة الرسوب فيها مقارنة بالمراحل الأخرى .
3. في المرحلة الثانية (E_2) ، فان معدل عدد السنوات هو (3.4) سنة .
4. إن الطلبة في المرحلة الثالثة يستغرقون (2.1) سنة للوصول الى مرحلة التخرج .
5. في المرحلة الرابعة (مرحلة التخرج) ، فإن معدل عدد السنوات التي يستغرقها الطالب للوصول الى التخرج هو (1.1) سنة، اي سنة واحدة فقط ، والناجم عن تدني نسبة الرسوب وانعدام التسرب فيها .

10.2 التوصيات :-

1. تعميم هذه الدراسة لتشمل كلية التمريض في جامعة الموصل ، بغية الوقوف على حجم ظاهرة الهدر والتسرب فيها ، ومقارنة نتائجها مع هذه الدراسة ، ومن ثم اختبار معنوية الاختلاف فيما بينهما . اضافة الى تعميم هذه الدراسة لتشمل المعاهد الطبية الفنية والمقارنة فيما بينها .

2. اضافة فقرة الجنس الى الاستمارة الاحصائية المتعلقة بالتقرير السنوي ، والمتوفرة لدى شعبة التخطيط والمتابعة ، ليتم العمل بعد ذلك على ضوئها عن طريق اعادة تصنيف المستوى الاجمالي للبيانات الواردة فيها الى المستويات الفرعية المتضمنة الذكور والاناث ، بغية الوقوف على النسب المتعلقة بكل من النجاح والرسوب والتسرب والتخرج ، وبالتالي الى مدى تباين هذه النسب ، وفق التصنيف اعلاه .
3. اعداد دراسة حول واقع وآفاق كلية التمريض في العراق في كل من جامعتي بغداد والموصل ، وذلك من خلال تقييم واقع الكلية ، وتشخيص جوانب الضعف والقوة فيها ، ومن ثم اقتراح السبل الكفيلة بتطويرها .
4. اعادة النظر في الدرس العملي لمادة اسس التمريض والتي يتلقاها الطالب في المستشفى ، والمدرج ضمن منهاج المرحلة الأولى . وتعليل ذلك يعود لسببين ، اولهما ، عدم استفادة الطالب منه ومن ثم تقليل عدم رغبته للمهنة ، وثانيهما ، تقليل نسبتي الرسوب والهدر في المرحلة .
5. رفع النسبة المخصصة من خريجي المعهد الطبي الفني لقبولهم في الكلية ، من اجل تحسين نوعية الطلبة في الكلية .
6. استحداث اقسام طبية متخصصة ضمن الكلية ، مثل تخصصات الولادة والأسنان والمختبرات والعلاج الطبيعي ، والحاق هذه

التخصصات بالمركز الطبي الحالي في الكلية ليكون شاملاً بكافة الاختصاصات الطبية المختلفة ، واعطاء فرصة لطلبة الكلية بنوعيهم الدراسات الأولية والعليا للتطبيق فيه بدلاً من اللجوء للمستشفى ، وذلك وفق سياق عمل معين ومنظم ، يتمثل بتقسيم الطلبة الى فئات وشمولها بصفة دورية . إضافة الى قيام المؤهلات المتقدمة المتوفرة في الكلية بعلاج المرضى بأجور زهيدة من جانب ، والذي يقابله ينبوع يدر بمردود مادي يعود الى الكلية من جانب آخر .

7. اعادة النظر في الأسس المعتمدة لقبول الطلبة في الكلية اثناء المقابلات .
8. التعاون مع المؤسسات الاعلامية والتربوية لزيادة المعرفة بطبيعة الدراسة واهداف الكلية ، الأمر الذي يساعد على زيادة الرغبة واقدام الطلبة للقبول في الكلية .

المصـــــــادر

1. البازي ، عمار فردريك جون ، وصالح ، د.مهند محمـد ، (2000) " الهـدر والتسرب في التعليم الجامعي (دراسة حالة) " . مجلة المنـصور ، المجلـد الأول ، العدد 1 .
2. الربيعي ، فاضل محسن ، وعبد ، صلاح حمزة ، (2000) ، " مقدمـة فـي العمليات التصادفية " ، مديرية دار الكتب للطباعة والنشر ، بغداد .
3. كاظم ، د. أموري هادي ، وشمخي ، عدنان ، (1988) " دراسـة احـصائية للاهدار في مؤسسة المعاهد الفنية " ، مجلة كلية الادارة والاقتصاد ، جامعـة بغداد .
4. شمخي ، عدنان ، (1985) " دراسة احصائية تتبعية لكلية التربية / الجامعـة المستنصرية / باستخدام اعادة تنظيم الفوج وسلاسل ماركوف " ، مجلة كليـة الادارة والاقتصاد ، جامعة بغداد .
5. العذاري ، د. فارس مسلم ، والوكيل ، علـي عبـد الحـسين ، (1991) ، " العمليات التصادفية " كتاب منشور عن وزارة التعليم العالي والبحث العلمـي ، جامعة بغداد .
6. المفرجي ، وفاء طه عبد الله ، " استخدام سلاسل ماركوف في القطاع التربوي دراسة ميدانية لطلبة كليات الادارة والاقتصاد في كل مـن جامعـة / بغـداد والموصل والمستنصرية " ، رسالة ماجستير ، جامعة بغـداد ، كليـة الإدارة والاقتصاد ، (1986) .

7. مهدي ، أسعد عبد علي ، " دراسة احصائية عن الهدر الزمني والتسرب في بعض كليات جامعة بغداد " ، رسالة ماجستير ، جامعة بغداد ، كليـــة الإدارة والاقتصاد ، (1988) .

8. نجيب ، بديعة محمد ، وبكيو ، أحلام فرج ، (1990) ، " تسرب طلبة كليـــة التمريض وعلاقته ببعض العوامل " . المجلة العلمية للتمريض ، مجلـــد 6 ، عدد 1 .

9. هادي ، د. سعيد علي (1992) ، " مقدمة في الاحصاء الرياضي " ، كتـــاب منشور عن وزارة التعليم العالي والبحث العلمي ، كلية الادارة والاقتصاد – جامعة بغداد .

10. Bhat , N. , (1972) , " Elements of Applied Stochastic Processes ", John Wiley Series , New York .

11. Chung , Kai Lai , (1960) , " Markov Chains with stationary transition probabilities ", Springerverleg . Berlin .

12. Bhat tachargya , G.K. and Johnson , R.A. (1997) ," Statistical Concepts and Methods " , New York . John Wiley & Sons , .

13. Grimett , G.R. , (1992) ," Probability and Random Process ", (2^{nd} edition) , Chare and Press , Oxford .

14. Isaacson , Deanl, and Richard W. Madsen, (1976)," Markov Chains , Theory and Applications ", John Wiley and Sons , Inc. .

15. Ogata , Y. , (1980) ," Maximum likelihood Estimates of Inorect Markov Models for Time Series and Derivation of AIC " of Applied Probability , Vol. 17 , P. 59-72 .

16.Parzen, Emanuel , (1962) , " Stochastic Processes " , Holden Day , San Fransisco , .
17.Shamllin , James E. and G.T. Stevens , Jr, (1974) ," Operations Research " , A Fundamental Approach McGraw-Hill .

ABSTRACT

Many mathematical techniques that can be utilized to quantify the leakage's and drop outs of the students. Markov chains are considered the most applicable technique.

In this paper, this phenomenon is investigated in the Nursing College – Baghdad University for the period between 2001 and 2004 by using Markov chain model.