

نموذج متعدد المتغيرات لتخطيط الموارد البشرية باستخدام سلاسل ماركوف غير المتجانسة

أ.د./ محمد توفيق إسماعيل البلقيني
أستاذ الإحصاء الإكتواري
كلية التجارة – جامعة المنصورة

أ.د./ البيومي عوض عوض طاقة
أستاذ الإحصاء التطبيقي وعميد معهد رأس
البر العالي للدراسات النوعية والحاسب الآلي

الدكتور

محمد محمود نصر أبوريا
مدرس الإحصاء التطبيقي
كلية التجارة – جامعة دمياط

إبراهيم السيد علي العشماوي
مدرس مساعد – قسم الإحصاء التطبيقي والتأمين
كلية التجارة - جامعة دمياط

ملخص البحث

التخطيط الرياضي للموارد البشرية له استخدام على نطاق واسع لتمثيل التبعيات بين المخزونات (الأعداد الحالية) والتدفقات (الانتقالات) في أنظمة القوي العاملة. تقترح الدراسة نظام ماركوف غير المتجانس متعدد المتغيرات لتخطيط الموارد البشرية داخل إدارات جامعة دمياط مع الأخذ في الاعتبار الانتقالات الأفقية والرأسية داخل وبين الإدارات المختلفة، وتم استخدام برمجة الهدف الفازي لتحديد التخصيص الأمثل للموظفين الجدد والانتقالات بين وداخل الإدارات مع دمج التكاليف التشغيلية المتعلقة بالتوظيف والتقاعد والانتقالات بين وداخل الإدارات بالجامعة.

وطبقاً لما تم الحصول عليه فإن الحل الأمثل أظهر نتائج واضحة لمتغير التوظيف (r) وهذا مما يستوجب على الإدارة الأخذ بعين الاعتبار حاجة العمل الضرورية لهذا العدد من الموظفين الجدد وعمل تقديرات لمتجهات تكاليف التوظيف والانتقال لهم، وفيما يتعلق باحتمالات الانتقال نجد أنها مقبولة، وأيضاً تقديرات متجه التكاليف الإجمالي نجد أن معظم تقديرات التكاليف التي تم التحصل عليها أكبر من مستوي الطموح وبالتالي يجب زيادة مستويات الطموح من قبل الإدارة لكل درجة وظيفية على مستوى كل إدارة على حده.

Abstract:

Mathematical human resource planning has been widely employed to represent inter-dependencies between stocks(current numbers) and flows(transfers) in manpower systems. This study proposes a multivariate non-homogeneous Markov system for human resources planning within the departments of Damietta University, taking into account the horizontal and vertical transitions within and between the different departments, fuzzy goal programing was used to determine the optimal allocation for new comers and transfers between and within different

departments, with merge the operational cost related to recruitment and retirement and transitions within and between the different departments in university.

According to what has been obtained, the optimal solution showed clear results of the recruitment variable (r), which requires the administration to take into account the need for work necessary for this number of new employees and make estimates of the vectors of the costs of recruitment and transition, with regard to the transition probabilities, it is acceptable, as well as the estimates of the total cost vector, most of the cost estimates obtained are greater than the aspiration level and therefore the aspiration level by management should be increased for each functional grade at the level of each department..

١ - مقدمة

في الوقت الحاضر، ومن المسلم به عموماً أن استخدام النماذج الرياضية في تخطيط القوي العاملة يكون راسخاً ومعروف جيداً. حيث في تخطيط القوي العاملة نهتم بوصف والتنبؤ بسلوك أعداد كبيرة من الأفراد. منذ ذلك الحين مثل هذه البيانات تكون مناسبة تماماً لأسلوب النمذجة الرياضية، على الرغم من أن السلوك الفردي لا يمكن التنبؤ به، وعندما يتم تجميعها، يتم النظر إلى البيانات على أنها تتبع نماذج احتمالية وخاصة تلك التي يمكن أن تمثلها سلاسل ماركوف. ونجد أول من طبق أساليب سلاسل ماركوف لوصف هيكل القوي العاملة هو Seal عام ١٩٤٥ وكان هناك تطور هائل للاستفادة من هذه النماذج. في جميع الحالات كان الهدف الأول هو الوصف الكافي لديناميكية أنظمة السكان مثل التوظيف (hiring)، الاستنزاف (attrition)، الترقية (promotion) و التقاعد (retirement)، وكذلك التأثيرات البيئية التي يعمل فيها النظام. في المقابل هذه النماذج تساعد في التخطيط الناجح ومراقبة الأنشطة التي تكون مرتبطة بالقوي العاملة وبالتالي تحسين قدرة المنظمة على تحقيق أهدافها الاستراتيجية عبر الزمن (Dimitriou and Tsantas, 2009).

ويتكون تحليل نظم القوي العاملة عموماً من مكونين رئيسيين:

الأول: يهتم بهيكله سلوك الانتقال، وبالتالي اكتساب نظرة ثاقبة لاستجابات النظام للعديد من المدخلات المختلفة أو الشروط الأولية وإعطاء الفرصة لاتخاذ التدابير لتحقيق الاستدامة أو الاستمرارية للمؤسسة. الاستدامة ربما تكون متعلقة بهياكل سكانية وجدوي مالية مرغوب فيهما.

الثاني: حول التحكم والتحسين، حيث الأهمية تكمن في المعالجة المناسبة للنظام نحو أهداف محددة، والتحكم له وجهان الوصول للقدرة (reach-ability)

(تحقيق هيكل مرغوب فيه) والحفاظ على القدرة (maintain-ability) (الحفاظ على هيكل مرغوب فيه)، ويكون التطبيق المعتاد هو دمج أسلوب الأمثلية (optimization procedure) للتكاليف التشغيلية (operational costs) في هذا الإطار (Dimitriou, et al., 2013).

وقد توالى بعد ذلك الأبحاث والدراسات ومنها دراسة (طاقية، ٢٠٠٠) فقد ناقشت بناء نموذج عشوائي عام ذو ثلاث أبعاد إحداها حركة الأفراد بين الحالات المختلفة وثنائيهما الزمن أو وقت التحرك وثالثهما فترة المكوث (Duration) تستطيع من خلاله إخضاع بيانات الحراك الوظيفي للتطبيق، وهذا البعد الثالث يقضي على شكل عدم التجانس، لأن عدم التجانس يرجع في المقام الأول إلى اختلاف فترة المكوث في الحالة، بينما دراسة (De Feyter, 2006) استهدفت هذه الدراسة تقديم إطار عمل مقترح للتعامل مع عدم التجانس وذلك عن طريق تقسيم نظام الموظفين إلى فئات موظفين أكثر تجانساً باستخدام نظرية سلاسل ماركوف في تخطيط القوى العاملة وأيضاً لتحسين التنبؤ بالسلوك المستقبلي، وتم تقديم بعض الأساليب الإحصائية المقترحة متعددة المتغيرات لتدعم عملية التقسيم وهي تحليل الانحدار اللوجستي متعدد المتغيرات وتحليل المجموعات، في حين استهدفت دراسة (Dimitriou and Tsantas, 2009) التعرف على جذور نموذج زيادة (تعزيز) الحراك (Augmented Mobility Model) (AMA) وذلك لتعزيز برامج المساعدة الحكومية الإقليمية والمحلية وحتى يتم تحسين المهارات والمعارف الحالية للموظفين، ومواجهة الطلب المفرط لاكتشاف الأشخاص ذوي المهارات أو من ذوي الخبرة وبالتالي تم استخدام نموذج زيادة الانتقال المعمم (Generalized Augmented Mobility Model) (GAMM)، واقترحت دراسة (De Feyter and Guerry, 2009) إجراء أو أسلوب لتقييم ومقارنة سياسة التوظيف بعد خطوة واحدة وذلك لتحقيق هيكل مرغوب فيه والتعامل مع حالة عدم التأكد التي ترجع إلى التباين في أحجام المجموعات تحت الفروض العشوائية وكذلك فحص أو التحقيق في الهدر والتحويلات الداخلية للمجموعات المتجانسة من الموظفين في نظام القوى العاملة وذلك بالاعتماد على نظرية المجموعات الفازية، وكذلك دراسة تطور عدد الأفراد في كل فئة تحت سياسات التوظيف والترقية وهذا كله في ظل نظم ماركوف المتجانسة، وتتناول دراسة (Dimitriou and Tsantas, 2009) السلوك المقارب لنموذج ماركوف المعمم المعتمد على الوقت لتخطيط القوى العاملة، وتقترح أيضاً دراسة (Dimitriou and Tsantas, 2011) نموذج شبه

ماركوف المعمم لتخطيط القوي العاملة والذي يمكن أن نعتمد عليه في حالات عدم توفر مرشحين بالمواصفات والخبرة وكذلك الحالات التي توفر المنظمة التدريب لموظفيها، كما قدمت دراسة (Guerry & De Feyter, 2012) نموذج ماركوف لتخطيط القوي العاملة متعدد المستويات الذي يجمع بين الجوانب التي تهتم المستوي الأعلى صانع القرار وبين مستويات الإدارات في نظام القوي العاملة أو ما يسميها بالتفاعلات بين مختلف مستويات القرار التنظيمية، واستندت دراسة (Dimitriou et al., 2013) من أجل هيكله ووصف وفهم سلوك النظام فيما يتعلق بالأفراد والتوظيف والانتقالات وكذلك متجهات الهدر، على نموذج سلاسل ماركوف غير المتجانسة متعدد المتغيرات لتخطيط الموارد البشرية حيث هذا النموذج يأخذ في الاعتبار أن المنظمة تنقسم إلى العديد من الإدارات (المجموعات) وبالتالي تم دراسة الانتقال الأفقي بين الإدارات المختلفة ويتضمن نموذج التكلفة المتعلقة بالتوظيف والانتقالات داخل وبين الإدارات المختلفة وتكلفة الهدر المتعلقة بالخروج من المنظمة وتكلفة التقاعد، أما دراسة (Udom, 2013) فقد هدفت إلى تطوير عملية قرار ماركوف للتحكم الأمثل في نظام القوي العاملة الهرمي متعدد المستويات من خلال الترقيّة (promotion) والتحويلات بين الإدارات (interdepartmental transfers)، وهذا تم فحصه من تحت التحكم بواسطة التدخل (intervention) وتقليص تكلفة عملية قرار ماركوف، وفي هذا الصدد تم استخدام نظرية التدخل الأمثل لباريتو (Pareto optimal intervention) أو ما تسمى بسياسة التدخل المحكم، وكما تقدم دراسة (De Feyter et al., 2016) نموذج رياضي وخوارزمية لتحسين الفعالية من حيث التكلفة في نظام تخطيط القوي العاملة العشوائي عن طريق التحكم في التوظيف. وبشكل أكثر تحديداً، تقترح نموذجاً متعدد الأهداف يعالج في وقت واحد هدفين اثنين، وهما تقليل التكلفة وتعظيم درجة الرغبة في تحقيق هيكل الموظفين الأمثل.

٢ - مشكلة البحث

تم استخدام النماذج الإحصائية لتوفيق بيانات مطبقة في مجالات متعددة مثل التأمين والإدارة والاقتصاد وغيرها وبالتالي تكمن المشكلة في عدم وجود أسس موضوعية لمعرفة إمكانية التنقل الأفقي بين إدارات الجامعة وكذلك التنقل الرأسي بين الدرجات الهرمية في أي قسم معين للعاملين بإدارة الجامعة، ولذلك هل نستطيع بناء هذا النموذج لمعرفة الانتقالات المختلفة بين وداخل الإدارات وهل يمكن استخدامه في التنبؤ لمعرفة الهياكل الوظيفية للعاملين بالجامعة والأعداد المطلوبة ومدى تأثير ذلك على الخطط المستقبلية للعاملين بالجامعة.

٣- هدف البحث

يهدف هذا البحث إلي بناء نموذج متعدد المتغيرات لسلاسل ماركوف غير المتجانسة في التحكم وإدارة نظام العاملين، تطبيق النموذج على العاملين بجامعة دمياط بمختلف الوظائف وتعدد الإدارات، تطبيق النموذج على العاملين بكلية التجارة بمختلف الوظائف وتعدد الإدارات، وعمل تنبؤات خاصة بالهيكل الوظيفي للعاملين بالجامعة باستخدام النموذج وبيان مدى استخدام النموذج في التأثير على سياسات التوظيف بالجامعة.

٤- أهمية البحث

تتمثل الأهمية العلمية لهذا البحث في إلقاء مزيداً من الضوء على بعض المفاهيم التي تتعلق بنماذج سلاسل ماركوف المتعلقة بالتوظيف والترقي الوظيفي، بينما تبدو الأهمية العملية لهذا البحث في أن تطبيق أسلوب سلاسل ماركوف غير المتجانسة على الحراك الوظيفي من المتوقع أن ينعكس بالإيجاب على سياسات التوظيف بالجامعة.

ويمكن إيجاز خطة البحث في تطبيق النموذج على العاملين بجامعة دمياط حيث تتعدد المجموعات النوعية ما بين الإدارة العليا، المجموعة التخصصية، المجموعة المكتبية، المجموعة الفنية، المجموعة الحرفية، مجموعة الخدمات المعاونة، وسوف نقتصر في تطبيقنا على المجموعة التخصصية والتي بها الدرجات الوظيفية (الثالثة، الثانية والأولى وكبير بدرجة مدير عام):

٥- النموذج المستخدم

النموذج المقترح لنظام سلاسل ماركوف غير المتجانسة متعددة المتغيرات (Dimitriou, et al., 2013) كما في الفقرات التالية:

بفرض أن مجتمع القوي العاملة ينقسم إلي (D) مجموعات فرعية- إدارات، وكذلك الأفراد في الإدارة (d) حيث $(d=1,2,\dots,D)$ مقسمين إلي $(k_{(d)})$ مجموعات داخلية (حالات) يرمز لها بالمجموعة $(S_{(d)} = \{1_{(d)}, 2_{(d)}, \dots, k_{(d)}\})$ والتي تكون حصرية وشاملة. وفي حالة ما إذا كانت الحالات الفرعية (n) هرمية، فإن المجموعة $(S_{(n)} = \{1_{(n)}, 2_{(n)}, \dots, k_{(n)}\})$ تمثل الـ $(k_{(n)})$ درجات للنظام، مع $(k_{(n)})$

تمثل الدرجة العليا للتدرج الوظيفي. وباستخدام مقياس الزمن المتقطع فإن هيكل الأفراد المتوقع للنظام يمكن أن يوصف بالمتجه الصفي التالي:

$$N(t) = [N_{(1)}(t) | N_{(2)}(t) | \dots | N_{(D)}(t)]$$

$$:= [N_{(1),1}(t)N_{(1),2}(t)\dots N_{(1),k_{(1)}}(t) | N_{(2),1}(t)N_{(2),2}(t)\dots N_{(2),k_{(2)}}(t) | \dots | N_{(D),1}(t)N_{(D),2}(t)\dots N_{(D),k_{(D)}}(t)] \quad (1)$$

لأي $(t \in \square)$ عناصرها $(N_{(d),s}(t))$ يتوقف على العدد المتوقع للأفراد الذين يشغلون الحالات (S) حيث $(S = 1, 2, \dots, k_{(d)})$ للإدارة - مجموعة فرعية - $(d = 1, 2, \dots, D)$.

➤ في حالة الانتقال بين الإدارات (inter-mobility):

- احتمال الانتقال من الإدارة (d) إلى الإدارة (b) في الفترة $[t, t + 1)$ هو $(\lambda_{(d,b)}(t))$ حيث $(d, b = 1, 2, \dots, D)$ ، وبفرض أن
- $$\left(\sum_{b=1}^D \lambda_{(d,b)}(t) = 1, \forall d \right)$$

• الاحتمال:

$$P_{(d,b)}(t) = \{p_{(d,b),i,j}(t)\}, d, b = 1, 2, \dots, D, d \neq b, i \in S_{(d)}, j \in S_{(b)} \quad (2)$$

عبارة عن صف مصفوفة الاحتمال العشوائية المتوافق مع سلسلة ماركوف غير المتجانسة وينظم انتقال الحالات من الإدارة (d) إلى تلك التي في الإدارة (b) بالنظر إلى أن الانتقالات سوف تحدث من الإدارة (d) إلى الإدارة (b) في الفترة $[t, t + 1)$ ، وفي هذا السياق فإن:

$P_{(d,b),i,j}(t) =$ احتمال أن $\{$ موظف من الإدارة (d) سوف ينتقل من الفئة $(i \in S_{(d)})$ إلى الفئة $(j \in S_{(b)})$ في نهاية الفترة $[t, t + 1)$ بالنظر إلى أن الانتقالات سوف تحدث من الإدارة (d) إلى الإدارة (b) في الفترة $[t, t + 1)$.

- يعرف المقدم
- $$\left(\lambda_{(d,b)}(t) p_{(d,b),i,j}(t) \forall d, b = 1, 2, \dots, D, d \neq b, i \in S_{(d)}, j \in S_{(b)} \right)$$

غير الشرطي لموظف من الإدارة (d) سوف ينتقل من الفئة (i ∈ S_(d)) إلى الفئة (j ∈ S_(b)) في نهاية الفترة [t, t + 1].

➤ في حالة الانتقال داخل الإدارة (intra-mobility):

• افترض أن الانتقال داخل الإدارة (d) حيث (d=1,2,...,D) يحكمه سلسلة ماركوف غير المتجانسة منظمة بمتابعة من المصفوفات جزئية عشوائية (P_(d d)(t) = {p_{(d d),i j}(t)}, i, j ∈ S_(d), t ∈ □) وبنفس الطريقة فإن:

(t) = p_{(d d),i j}(t) = احتمال أن { موظف من الإدارة (d) سوف ينتقل من الفئة (i ∈ S_(d)) إلى الفئة (j ∈ S_(d)) في نهاية الفترة [t, t + 1] بالنظر إلى أن الانتقالات داخل الإدارة (d) في الفترة [t, t + 1].

وإلى جانب الانتقالات الداخلية في الإدارة (d)، وحيث أن (P_(d d)(t)) يعتبر عشوائي جزئي (substochastic) علماً بأنه ستحدث تحويلات داخل الإدارة (d) في الفترة [t, t + 1] بمعنى (λ_(d d)(t) > 0)، التحويلات أيضاً سوف تأخذ مكان من الفئات الداخلية للإدارة (d) إلى البيئة الخارجية وعليه فإن:

• المتجه الصفّي المرتبط باحتمالات الهدر للإدارة (d) عند الزمن (t ∈ □) يرمز له بالرمز (W_(d)(t) = 1' - P_(d d)(t)1' = [w_{(d),1}(t) ... w_{(d),k_(d)}(t)] حيث (1 = [1...1]).

• العدد الكلي المتوقع لأفراد الإدارة (d) عند الزمن (t) هو (T_(d)(t)) بمعنى (T_(d)(t) = ∑_{s=1}^{k_(d)} N_{(d),s}(t)).

• عدد الوظائف الجديدة في الإدارة (d) الذي يرجع إلى التوسع هو (ΔT_(d)(t) = T_(d)(t + 1) - T_(d)(t) ≥ 0).

- في نفس الفترة تنشأ الشواغر (الوظائف الخالية) في الإدارة (d) بسبب معدلات الهـدر المصممة باستخدام $(\lambda_{(d,d)}(t)N_{(d,d)}(t)W'_{(d)}(t))$ وبسبب حقيقة أن عدد $(1-\lambda_{(d,d)}(t))I_{(d)}(t)$ من الموظفين سيتركون الإدارة (d) متجهين إلى الإدارات الأخرى. في هذا المعنى، يكون من المنطقي أن نقبل أن الشركة تتبع السياسة، وبمقتضاها يوجد وظائف خالية في الإدارة (d) ، ترجع إلى التوسع، الهدر أو التحويلات المشتركة بين الإدارات في الفترة $[t, t+1]$ ، تكون زائدة عن عدد الموظفين الداخليين إلى الإدارة (d) من الإدارات الأخرى وبالتالي يكون:

$$\Delta T_{(d)}(t) + (1 - \lambda_{(d,d)}(t))I_{(d)}(t) + \lambda_{(d,d)}(t)N_{(d,d)}(t)W'_{(d)}(t) \geq \sum_{\substack{b=1 \\ b \neq d}}^D \lambda_{(b,d)}(t)I_{(b)}(t) \quad (3)$$

وبالتالي يكون العدد المتبقي للوظائف الجديدة غير المشغولة يسمى التوسع الصافي (Net Expansion) للإدارة (d) ويرمز له بالرمز التالي:

$$N \Delta T_{(d)}(t) := \Delta T_{(d)}(t) + (1 - \lambda_{(d,d)}(t))I_{(d)}(t) + \lambda_{(d,d)}(t)N_{(d,d)}(t)W'_{(d)}(t) - \sum_{\substack{b=1 \\ b \neq d}}^D \lambda_{(b,d)}(t)I_{(b)}(t) \quad (4)$$

التي يفترض أن يتم شغلها بواسطة القادمون الجدد المتاحين من البيئة الخارجية ويمتلكون المؤهلات المطلوبة لتعيينهم. إن تخصيص قادمين جدد من البيئة الخارجية في الإدارة (d) سوف يأخذوا أماكنهم وفقاً للمتجه الصافي للدخول $(\mathbf{p}_{(d),0}(t) = \{p_{(d),0,i}(t)\}, i \in S_{(d)})$ ، العنصر $\{p_{(d),0,i}(t)\}$ يعبر عن احتمال أن موظف يغطي واحد من الوظائف الخالية الباقية $(N \Delta T_{(d)}(t))$ سوف يوجد في الفئة $(i \in S_{(d)})$ للإدارة (d) في نهاية الفترة الزمنية $[t, t+1]$. وبالتالي فإن:

- عدد الأفراد المتوقع لكل إدارة فرعية بالمقارنة مع الإدارات الأخرى يعبر عنه بالعلاقة التالية:

$$\left(N_{(d)}(t+1) = \sum_{b=1}^D N_{(b)}(t) \lambda_{(b,d)}(t) P_{(b,d)}(t) + N \Delta T_{(d)}(t) p_{(d)0}(t), d=1,2,\dots,D \right) \quad (5)$$

حيث هيكل الأفراد المتوقع للإدارة (d) عند الزمن (t+1) هو مجموع التحويلات المتوقعة داخلة الإدارة (d) أي $(N_{(d)}(t) \lambda_{(d,d)}(t) P_{(d,d)}(t))$ من التحويلات المتوقعة من الإدارات الأخرى لإدارة (d) أي $(N_{(b)}(t) \lambda_{(b,d)}(t) P_{(b,d)}(t), b \neq d)$ بالإضافة إلي التوسع الصافي $(N \Delta T_{(d)}(t))$ وهو موزع طبقاً للمقدار $(p_{(d)0}(t))$.

وبالتالي الهيكل المتوقع للنظام بأكمله في شكل مصفوفة:

$$\begin{aligned} N(t+1) &= [N_{(1)}(t+1) | N_{(2)}(t+1) | \dots | N_{(D)}(t+1)] \\ &= [N_{(1)}(t) | N_{(2)}(t) | \dots | N_{(D)}(t)] \\ &\quad \times \begin{bmatrix} \lambda_{(11)}(t) p_{(11)}(t) & \lambda_{(12)}(t) p_{(12)}(t) & \dots & \lambda_{(1D)}(t) p_{(1D)}(t) \\ \lambda_{(21)}(t) p_{(21)}(t) & \dots & \dots & \lambda_{(2D)}(t) p_{(2D)}(t) \\ \dots & \dots & \dots & \dots \\ \lambda_{(D1)}(t) p_{(D1)}(t) & \lambda_{(D2)}(t) p_{(D2)}(t) & \dots & \lambda_{(DD)}(t) p_{(DD)}(t) \end{bmatrix} \\ &+ [N \Delta T_{(1)}(t) p_{(1)0}(t) | N \Delta T_{(2)}(t) p_{(2)0}(t) | \dots | N \Delta T_{(D)}(t) p_{(D)0}(t)] \quad (6) \end{aligned}$$

وبوضع

$$\mathbf{P}(t) := \begin{bmatrix} \lambda_{(11)}(t)\mathbf{p}_{(11)}(t) & \lambda_{(12)}(t)\mathbf{p}_{(12)}(t) & \dots & \lambda_{(1D)}(t)\mathbf{p}_{(1D)}(t) \\ \lambda_{(21)}(t)\mathbf{p}_{(21)}(t) & \dots & \dots & \lambda_{(2D)}(t)\mathbf{p}_{(2D)}(t) \\ \dots & \dots & \dots & \dots \\ \lambda_{(D1)}(t)\mathbf{p}_{(D1)}(t) & \lambda_{(D2)}(t)\mathbf{p}_{(D2)}(t) & \dots & \lambda_{(DD)}(t)\mathbf{p}_{(DD)}(t) \end{bmatrix} \quad (7)$$

$$\begin{aligned} \mathbf{r}(t) &:= [N \Delta T_{(1)}(t)\mathbf{p}_{(1)0}(t) | N \Delta T_{(2)}(t)\mathbf{p}_{(2)0}(t) | \dots | N \Delta T_{(D)}(t)\mathbf{p}_{(D)0}(t)] \\ &:= [\mathbf{r}_{(1)}(t) | \mathbf{r}_{(2)}(t) | \dots | \mathbf{r}_{(D)}(t)] \end{aligned} \quad (8)$$

و عليه يمكن إعادة كتابة المعادلة (3-6) في الشكل التالي:

$$\mathbf{N}(t+1) = \mathbf{N}(t)\mathbf{P}(t) + \mathbf{r}(t) \quad (9)$$

وعندما يتم ضرب المعادلة (5) في (1') نحصل على معادلة الفرق ذات الصلة للعدد الإجمالي المتوقع للأفراد في الإدارة (d) حيث (d=1,2,...,D)

$$\begin{aligned} T_{(d)}(t+1) &= \lambda_{(d\ d)}(t)(T_{(d)}(t) - N_{(d)}(t)\mathbf{w}'_{(d)}(t)) + \\ &\sum_{\substack{b=1 \\ b \neq d}}^D \lambda_{(b\ d)}(t)T_{(b)}(t) + N \Delta T_{(d)}(t) \end{aligned} \quad (10)$$

وعلى أساس المعادلة (10) فإن العدد المتوقع للعاملين في الإدارة (d) عند الزمن (t+1) يتكون من:

١. الأفراد الباقين في الإدارة (d) بعد تحويلات الإدارات البيئية والداخلية

$$\cdot \{ \lambda_{(d\ d)}(t)(T_{(d)}(t) - N_{(d)}(t)\mathbf{w}'_{(d)}(t)) \}$$

٢. الأفراد التي تدخل الإدارة (d) من الإدارات الأخرى

$$\cdot \left\{ \sum_{\substack{b=1 \\ b \neq d}}^D \lambda_{(b\ d)}(t)T_{(b)}(t) \right\}$$

٣. والأفراد التي تعزى إلي التوسع الصافي للإدارة (d)

$$\cdot \{ N \Delta T_{(d)}(t) \}$$

• الأسلوب الأمثل لبرمجة الهدف الفازي **A fuzzy goal**
: **programing optimization procedure**

إن أسلوب الأمثلية المرتبط بهياكل القوى العاملة المستهدفة والتكاليف التشغيلية، سيحدد في الواقع القيم المناسبة لمعلمات التحكم. أهداف متعددة يمكن أخذها في الاعتبار معاً في وقت واحد، على سبيل المثال تحقيق هياكل مستهدفة في سلسلة من الخطوات، وقابلية التحسين للهياكل المطلوبة في أفق زمني معين، وتقليل التكاليف والوفاء بالقيود الأخرى التي تفرضها قواعد التنقل على الدرجات-الحالات لكل قسم. وبالتالي نقترح الأهداف الفازية فيما يتعلق بالهياكل والتكاليف المطلوبة ونتيجة لذلك نحن نطور (نقدم) نموذج برمجة الهدف الفازي لتحديد تخصيص الموظفين الجدد وأولئك الذين يغيرون الإدارات. وسيتم استخدام مدخل برمجة الهدف الفازي وذلك لتقليل الانحرافات بين القيم الموضوعية ومستويات الطموح التي تسعى الإدارة إلى تحقيقها، وكذلك تحديد تخصيص الأمثل للموظفين الجدد والانتقالات بين وداخل الإدارات حيث أسلوب المثالية (optimization procedure) يتضمن دمج التكاليف التشغيلية المتعلقة بالتوظيف والتقاعد والانتقالات بين وداخل الإدارات وما ينتج عنها من نتائج في نموذج سلاسل ماركوف غير المتجانسة متعدد المتغيرات.

و عليه فإن التكاليف يتم تجميعها في متجه يرمز له بالرمز $V(t+1)$

حيث:

$$V(t+1) := \left[V_{(1),1}(t+1) \dots V_{(1),k_0}(t+1) \dots V_{(D),1}(t+1) \dots V_{(D),D}(t+1) \right] \quad (11)$$

حيث عناصره عبارته عن المجموع الإجمالي للتكاليف التشغيلية المتوقعة للنظام المرتبطة بكل درجة عندما يعمل النظام من الفترة (t) إلى الفترة $(t+1)$.

وتباعاً لما ذكره (Georgiou,1999) سوف نميز بين أربعة حدود في متجه التكلفة وهي تكلفة نهاية الخدمة لكل فئة عند الزمن $(t+1)$ ، تكلفة الانتقالات الداخلية بين الفئات لنفس الإدارة أو إدارة أخرى، تكاليف تعويضات التقاعد وتكاليف الفاقد الأخرى ذات الصلة، وتكاليف التوظيف الجديدة.

ويعبر عنها رمزياً كما يلي:

الحد الأول: $S(t+1)$: هو مصفوفة قطرية عناصرها

دار $(s_{m m}(t+1))$ للمق

وترمز إلي $(m = 1_{(1)}, \dots, k_{(1)}, 1_{(2)}, \dots, k_{(2)}, \dots, 1_{(D)}, \dots, k_{(D)})$

التكلفة المتوقعة لكل شخص يصل إلي نهاية الخدمة في الدرجة $(m \in S_{(1)} \cup \dots \cup S_{(D)})$ عند الزمن $(t+1)$ ، أما **الحد الثاني:** بشكل

ضمني توجد مصفوفة $(P_c(t) = \{p_{c,(b d),i j}(t)\})$ تحتوي عي تكلفة الانتقال

من المجموعة (i) للإدارة (d) إلي المجموعة (j) في الإدارة (b). عنصر

الضرب لاحتمالات الانتقال لـ $(P(t))$ مع عناصر $(P_c(t))$ ينتج $(C(t))$

التي تمثل تكاليف الانتقال المتوقعة في هذا الحد حيث

$(C(t) = P(t) \diamond P_c(t))$ ، بينما **الحد الثالث:** المتجه الضمني

$(w_c(t) = \{w_{c,(d),i}(t)\})$ حيث $(1 \times (k_{(1)} + \dots + k_{(D)}))$ يحتوي على

تكاليف التقاعد والهدر. بالتالي نعرف مصفوفة قطرية

$(W(t) = \text{diag} \{w_c(t) \diamond [\lambda_{(11)}(t)w_{(1)}(t) | \lambda_{(22)}(t)w_{(2)}(t) | \dots | \lambda_{(DD)}(t)w_{(D)}(t)]\})$

حيث تمثل عناصرها تكاليف الدوران (التحول) المتوقعة و**الحد الرابع:**

$(ER_0(t))$: مصفوفة قطرية مرتبطة بتكاليف التوظيف الجديدة حيث

عناصرها عبارة عن التكاليف المتكبدة عندما يتم إدخال عنصر جديد إلي النظام

في المجموعة $(m \in S_{(1)} \cup \dots \cup S_{(D)})$. وعليه بإعادة كتابة المعادلة (11)

فحصل على متجه التكاليف للنظام MNHMS:

$$V(t+1) = N(t+1) \cdot S(t+1) + N(t) \cdot C(t) + N(t) \cdot W(t) + r(t) \cdot ER_0(t) \quad (12)$$

ونجد أن الخطوات التالية للنموذج هي عملية تقدير معالم الانتقال

والتكلفة أو يتم اقتراحها (أو حسابها باستخدام البيانات الخام التراكمية) في بداية

الخطوة المعنية. وبالتالي يمكننا وضع القيود الصارمة والأهداف الفازية

لمختلف السيناريوهات التي يمكن فرضها على النظام من خلال استغلال أو

تمديد معادلات الهدف ذات الصلة. وفي الفقرات التالية سوف نورد كيف يتم صياغة الأهداف الفازية والقيود الصارمة لكل من مدخل المرحلة الواحدة ومدخل متعدد المراحل.

١. صياغة الأهداف الفازية والقيود الصارمة لمدخل المرحلة الواحدة:

A formulation of fuzzy goals and rigid constraints for a single stage approach:

إن أول مجموعة من القيود الصارمة المرتبطة بهيكل النتيجة عند الزمن $(t+1)$ إلي الهيكل الحالي عند الزمن (t) وسياسات التخفيض كما يلي:

عندما $(d = 1, 2, \dots, D, j \in S_{(d)})$ فإن التعبير (5) يصبح:

$$N_{(d),j}(t+1) = \sum_{i=1}^{k_{(d)}} N_{(d),i}(t) \lambda_{(d,d)}(t) p_{(d,d),i,j}(t) + \sum_{\substack{b=1 \\ b \neq d}}^D \left(\sum_{i=1}^{k_{(b)}} N_{(b),i}(t) \lambda_{(b,d)}(t) p_{(b,d),i,j}(t) \right) + r_{(d),j}(t) \quad (13)$$

حيث الأجزاء التي تحتها خط تمثل متغيرات التحكم. والقيود الإضافية تنشأ من الفرض (3) وحقيقة أن $(P_{(b,d)}(t), b \neq d)$ تكون صف عشوائي:

$$\sum_{i=1}^{k_{(d)}} r_{(d),i}(t) = \Delta T_{(d)}(t) + (1 - \lambda_{(d,d)}(t)) T_{(d)}(t) + \lambda_{(d,d)}(t) \sum_{i=1}^{k_{(d)}} N_{(d),i}(t) w_{(d),i}(t) - \sum_{\substack{b=1 \\ b \neq d}}^D \lambda_{(b,d)}(t) T_{(b)}(t) \quad (14)$$

$$\sum_{j=1}^{k_{(d)}} p_{(b,d),i,j}(t) = 1 \quad (15)$$

القيود رقم (14) ينطبق على الحالة التي عندما يتوافق مع توسعة للإدارة أو الاستقرار على ما هو عليه. وفي حالة الرغبة في تخفيض العدد الكلي للإدارة يصبح القيد لا فائدة له وعملياً يتم حذفه (بمعنى $(\Delta T_{(d)}(t) = 0$).

الهدف الأول (G1) المرتبط بتخفيض التكاليف التي يتم تحملها نتيجة التحويلات الداخلية، التقاعد والتوظيف. المعادلة (12) تعطى لـ

$$(d = 1, 2, \dots, D, j \in S_{(d)})$$

$$\begin{aligned} V_{(d),j}(t+1) = & N_{(d),j}(t+1)s_{jj}(t+1) \\ & + \sum_{i=1}^{k_{(d)}} N_{(d),i}(t)\lambda_{(d,d)}(t)p_{C(d,d),ij}(t)p_{(d,d),ij}(t) \\ & + \sum_{\substack{b=1 \\ b \neq d}}^D \left(\sum_{i=1}^{k_{(b)}} N_{(b),i}(t)\lambda_{(b,d)}(t)p_{C(b,d),ij}(t)p_{(b,d),ij}(t) \right) \\ & + N_{(d),j}(t)w_{C(d),j}(t)w_{(d),j}(t) \\ & + \underline{r_{(d),j}(t)} \cdot er_{(d)0,j}(t) \lesssim A_{(G1),(d),j}(t+1) \end{aligned} \quad (16)$$

حيث المقدار $(A_{(G1),(d),j}(t+1))$ يمثل مستوي الطموح لمتجه التكلفة $(V_{(d),j}(t+1))$ ، بينما يتم أيضاً إعطاء مجموعة الهدف الثانية (G2) المرتبطة بهياكل الهدف المرغوب فيها. وسنرمز لمستوي القوي العاملة المرغوب فيها للحالة (j) في الإدارة (d) بالرمز $(N_{(d),j}^*, j \in S_{(d)}, d = 1, 2, \dots, D)$ وعليه نحصل على:

$$N_{(d),j}(t+1) \approx N_{(d),j}^* \quad (17)$$

الأهداف الفازية السابقة بمعنى المعادلات (16) و (17) يمكن أن تحدد كمجموعات فازية معرفة على مجموعة ذات جدوي مع دوال عضوية خطية. ودوال العضوية الخطية تستخدم عملياً أكثر من أي نوع آخر لدوال العضوية.

وعليه فإن دوال العضوية للهدف الفازي الأول (G1) كما يلي:

$$\mu_{(G1),(d),j}(V_{(d),j}(t+1)) = \begin{cases} 1 & V_{(d),j}(t+1) \leq A_{(G1),(d),j}(t+1) \\ 1 - \frac{V_{(d),j}(t+1) - A_{(G1),(d),j}(t+1)}{\Delta R_{(G1),(d),j}(t+1)} & A_{(G1),(d),j}(t+1) \leq V_{(d),j}(t+1) \\ & \leq A_{(G1),(d),j}(t+1) + \Delta R_{(G1),(d),j}(t+1) \\ 0 & V_{(d),j}(t+1) \geq A_{(G1),(d),j}(t+1) + \Delta R_{(G1),(d),j}(t+1) \end{cases} \quad (18)$$

حيث $(\Delta R_{(G1),(d),j}(t+1))$ هو أقصى انحراف مقبول من مستوي الطموح $(A_{(G1),(d),j}(t+1))$.

ودوال العضوية للمجموعة الثانية من الأهداف هي:

$$\mu_{(G2),(d),j}(N_{(d),j}(t+1)) = \begin{cases} 0 & N_{(d),j}(t+1) \leq N_{(d),j}^* - \Delta L_{(G2),(d),j} \\ 1 - \frac{N_{(d),j}^* - N_{(d),j}(t+1)}{\Delta L_{(G2),(d),j}} & N_{(d),j}^* - \Delta L_{(G2),(d),j} \leq N_{(d),j}(t+1) \leq N_{(d),j}^* \\ 1 - \frac{N_{(d),j}(t+1) - N_{(d),j}^*}{\Delta R_{(G2),(d),j}} & N_{(d),j}^* \leq N_{(d),j}(t+1) \leq N_{(d),j}^* + \Delta R_{(G2),(d),j} \\ 0 & N_{(d),j}(t+1) \geq N_{(d),j}^* + \Delta R_{(G2),(d),j} \end{cases} \quad (19)$$

وبالتالي مـــــــع وجـــــــود المقـــــــادير

$(\Delta L_{(G2),(d),j}, \Delta R_{(G2),(d),j}, d = 1, 2, \dots, D, j \in S_{(d)})$ يجري اختيار ثوابت

أقصى انحراف مقبول من مستوي الطموح $(N_{(d),j}^*)$. نحن نقبل أن اختيار

تلك القيود يتم ذاتياً من قبل الإدارة. في النهاية كل متغيرات القرار

$(\Delta T_{(d)}(t), r_{(d)}(t), P_{(bd)}(t), b \neq d, N(t))$ تكون غير سالبة. وفي سبيل حل

نموذج برمجة الهدف الفازي السابق سنستخدم مدخل (Minmax) الذي يقلل

الانحرافات القصوى من أي هدف فردي، وكذلك يعطي الحل الأمثل الذي هو

بمثابة النتيجة الأكثر توازناً بين الأهداف المختلفة. وبالتالي تم اقتراح تحويل

نموذج برمجة الهدف الفازي بدالة العضوية الخطية إلى نموذج برمجة خطية مكافئ من قبل (Yaghoobi and Tamiz, 2007) كما في المعادلة التالية:

Max α

$$\text{s.t. } V_{(d),j}(t+1) - d_{(G1),(d),j}^+ \leq A_{(G1),(d),j}(t+1) \quad d=1, \dots, D, j \in S_{(d)}$$

$$N_{(d),j}(t+1) + d_{(G2),(d),j}^- - d_{(G2),(d),j}^+ = N_{(d),j}^* \quad d=1, \dots, D, j \in S_{(d)}$$

$$\alpha + \frac{1}{\Delta R_{(G1),(d),j}(t)} d_{(G1),(d),j}^+ \leq 1 \quad d=1, \dots, D, j \in S_{(d)} \quad (20)$$

$$\alpha + \frac{1}{\Delta L_{(G2),(d),j}} d_{(G2),(d),j}^- + \frac{1}{\Delta R_{(G2),(d),j}} d_{(G2),(d),j}^+ \leq 1 \quad d=1, \dots, D, j \in S_{(d)}$$

$$\Delta T_{(d)}(t), r_{(d),j}(t), p_{(bd),ij}(t), \alpha, d_{(G1),(d),j}^+, d_{(G2),(d),j}^+, d_{(G2),(d),j}^-, N_{(d),j}(t) \geq 0$$

$$b \neq d, \quad d, b=1, \dots, D, j \in S_{(d)}$$

وذلك جنباً إلى جنب مع القيود (13)، (14) و (15).

٢. صياغة الأهداف الفازية والقيود الصارمة لمدخل متعدد المراحل:

A formulation of fuzzy goals and rigid constraints for a multiple stage approach:

يكون النظر الآن في الحالة التي غايتها التركيز على هيكلية الأهداف التي تكون في خطوات عديدة من الزمن لتلبية العديد من القيود الاجتماعية، الاستراتيجية والاقتصادية الأخرى المقترحة بواسطة الإدارة. خلال الزمن الأفقي، افترض أننا نمارس التحكم على نفس المتغيرات $(\Delta T_{(d)}(t), r_{(d)}(t), P_{(bd)}(t), b \neq d)$. الطموحات الآن ربما تتضمن أهداف متعلقة بتحقيق هياكل وسيطة أو تكاليف إجمالية. لا يوجد مدخل عام لهذه الطموحات، وبالتالي يمكن الاعتماد على مجموعة مبدئية من قبل الإدارة. إذا كان الزمن المبدئي هو $(t=0)$ والمثالية الأفقية تكون في الفترة $[0, t_f]$ وعلية فإن القيود الصارمة المرتبطة سوف تعطي لـ $(d=1, 2, \dots, D, j \in S_{(d)})$ و $(t=0, 1, 2, \dots, t_f-1)$ باستخدام المعادلات (13)، (14) و (15). الهدف الفازي (G1) الخاص بشأن تخفيض التكاليف التشغيلية سيكون كما هو في المعادلة (16) لـ $(t=0, 1, 2, \dots, t_f-1)$. وعلوة

على ذلك قد تضع الإدارة مستويات طموح يرمز لها بالرمز
 النهائية للإدارة. وهذا يعطى هدف مماثل للهدف (G2) يسمى الهدف الفازي
 (G3) كما في المعادلة التالية:

$$N_{(d),j}(t) \cong N_{(d),j}^*(t), t = 1, 2, \dots, t_f \quad (21)$$

ووفقاً للعدد الكلي المطلوب للأعضاء في كل إدارة للنظام عند كل نقطة
 زمنية سنحصل على أهداف فازية إضافية (G4) عندما
 معطي بالمعادلة التالية: ($d = 1, 2, \dots, D, t = 1, 2, \dots, t_f$)

$$\sum_{j=1}^{k(d)} N_{(d),j}(t) \cong T_{(d)}(t) \quad (22)$$

مرة أخرى يتم تحديد الأهداف الفازية (21) و(22) كمجموعات فازية
 معرفة على مجموعات ممكنة مع دوال عضوية خطية مماثلة للمعادلة (19) مع

$$\left(\Delta L_{(G3),(d),j}(t), \Delta R_{(G3),(d),j}(t) \right) \\
\left(\Delta L_{(G4),(d),j}(t), \Delta R_{(G4),(d),j}(t), d = 1, 2, \dots, D, j \in S_{(d)}, t = 1, 2, \dots, t_f \right)$$

بإجراء اختيار الثوابت لأقصى انحراف مقبول من مستويات الطموح
 ($N_{(d),j}^*(t)$) و ($T_{(d)}(t)$) على التوالي. وكذلك كل متغيرات القرار
 ($\Delta T_{(d)}(t), \Gamma_{(d)}(t), P_{(b,d)}(t), b \neq d, N(t)$) تكون غير سالبة، وبالتالي نموذج
 البرمجة الخطي المتوافق سوف يكون كما يلي:

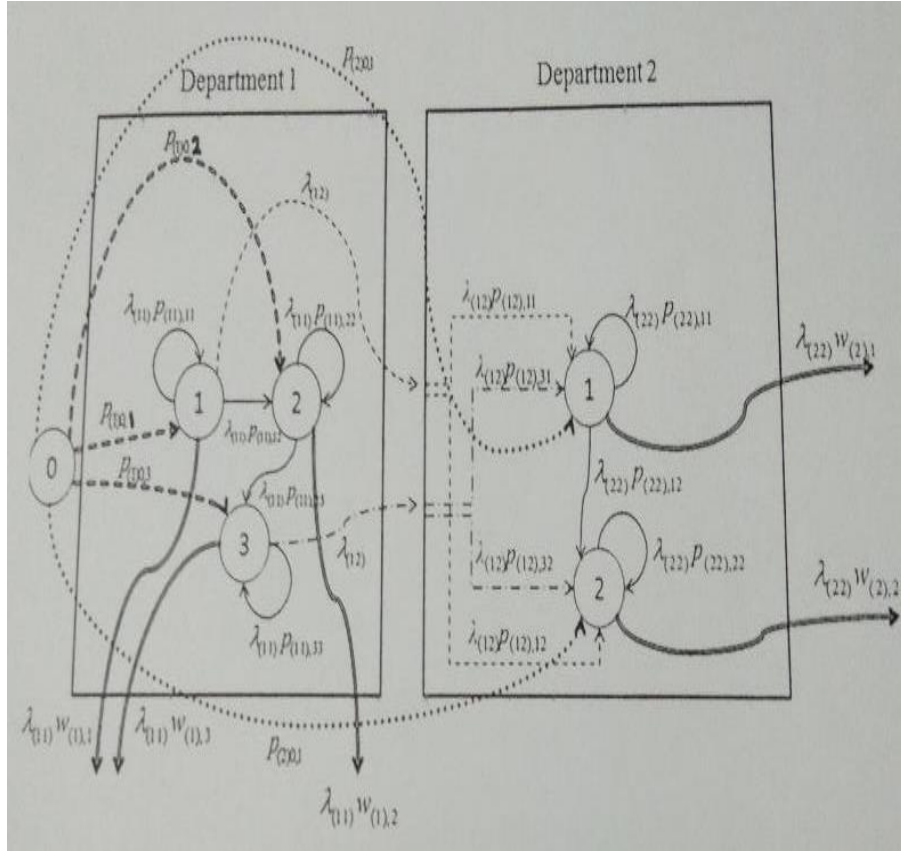
Max α

$$\begin{aligned}
\text{s.t. } & V_{(d),j}(t)_{(G1),(d),j} - d_{(G1),(d),j}^+ \leq A_{(G1),(d),j}(t) \quad d = 1, \dots, D, j \in S_{(d)}, t = 1, 2, \dots, t_f \\
& N_{(d),j}(t) + d_{(G3),(d),j}^- - d_{(G3),(d),j}^+ = N_{(d),j}^* \quad d = 1, \dots, D, j \in S_{(d)}, t = 1, 2, \dots, t_f \\
& \sum_{j=1}^{k_{(d)}} N_{(d),j}(t) + d_{(G4),(d),j}^- - d_{(G4),(d),j}^+ = T_{(d)}(t) \quad d = 1, \dots, D, j \in S_{(d)}, t = 1, 2, \dots, t_f \quad (23) \\
& \alpha + \frac{1}{\Delta R_{(G1),(d),j}(t)}} d_{(G1),(d),j}^+ \leq 1 \quad d = 1, \dots, D, j \in S_{(d)}, t = 1, 2, \dots, t_f \\
& \alpha + \frac{1}{\Delta L_{(G2),(d),j}(t)}} d_{(G2),(d),j}^- + \frac{1}{\Delta R_{(G2),(d),j}(t)}} d_{(G2),(d),j}^+ \leq 1 \quad d = 1, \dots, D, j \in S_{(d)}, t = 1, 2, \dots, t_f \\
& \Delta T_{(d)}(t), r_{(d),j}(t), p_{(bd),ij}(t), \alpha, d_{(G1),(d),j}^+, d_{(G3),(d),j}^+ \geq 0, \\
& d_{(G3),(d),j}^-, d_{(G4),(d),j}^+, d_{(G4),(d),j}^-, N_{(d),j}(t) \geq 0 \\
& d = 1, \dots, D, j \in S_{(d)}, t = 1, 2, \dots, t_f
\end{aligned}$$

وذلك جنباً إلى جنب مع القيود (13)، (14) و (15) عندما
 $(t = 0, 1, 2, \dots, t_f - 1)$. ويمكن توضيح وظائف هذه المكونات في شكل (١)
التالي حيث نقدم خريطة تدفق كمثال لنظام يتكون من إدارتين ($D=2$)، كذلك
نفترض في هذا النظام:

$$P_{(11)} = \begin{bmatrix} p_{(11),11} & p_{(11),12} & 0 \\ 0 & p_{(11),22} & p_{(11),23} \\ 0 & 0 & p_{(11),33} \end{bmatrix}, \quad P_{(22)} = \begin{bmatrix} p_{(22),11} & p_{(22),12} \\ 0 & p_{(22),22} \end{bmatrix}, \quad P_{(12)} = \begin{bmatrix} p_{(12),11} & p_{(12),12} \\ 0 & 0 \\ p_{(12),31} & p_{(12),32} \end{bmatrix}$$

و ($\lambda_2 = 0$) وهذا يعني أنه لا توجد تحويلات من الإدارة الثانية إلى الإدارة
الأولى.



شكل (1) خريطة تدفق نظام يتكون من (D=2)

المصدر:

Dimitriou, V.A., Georgiou, A.C., Tsantas, N. (2014) "On the equilibrium personnel structure in the presence of vertical and horizontal mobility via multivariate Markov chains", Journal of Operational Research Society.

٦- التطبيق العملي:

وهنا سيتم التطبيق على بيانات العاملين في جامعة دمياط للمجموعة التخصصية وذلك من خلال البيانات المتاحة خلال الفترة من عام ١٩٧٦-٢٠١٣.

١- متجه بأعداد العاملين في كل درجة وظيفية حيث يمثل العدد الفعلي لهذه الدرجة داخل الإدارات المختلفة عند الزمن (t=0) باستخدام المعادلة (1) كما يلي:

$$\mathbf{N(0)'} = \begin{bmatrix} N_{(1,1)}(0) \\ N_{(1,2)}(0) \\ N_{(1,3)}(0) \\ N_{(1,4)}(0) \\ N_{(2,1)}(0) \\ N_{(2,2)}(0) \\ N_{(2,3)}(0) \\ N_{(2,4)}(0) \\ N_{(3,1)}(0) \\ N_{(3,2)}(0) \\ N_{(3,3)}(0) \\ N_{(3,4)}(0) \\ N_{(4,1)}(0) \\ N_{(4,2)}(0) \\ N_{(4,3)}(0) \\ N_{(4,4)}(0) \\ N_{(5,1)}(0) \\ N_{(5,2)}(0) \\ N_{(5,3)}(0) \\ N_{(5,4)}(0) \\ N_{(6,1)}(0) \\ N_{(6,2)}(0) \\ N_{(6,3)}(0) \\ N_{(6,4)}(0) \\ N_{(7,1)}(0) \\ N_{(7,2)}(0) \\ N_{(7,3)}(0) \\ N_{(7,4)}(0) \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 13 \\ 2 \\ 4 \\ 2 \\ 63 \\ 41 \\ 14 \\ 19 \\ 32 \\ 12 \\ 2 \\ 1 \\ 16 \\ 2 \\ 1 \\ 0 \\ 98 \\ 54 \\ 4 \\ 7 \\ 5 \\ 4 \\ 2 \\ 1 \\ 50 \\ 45 \\ 13 \\ 14 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} N_{(8,1)}(0) \\ N_{(8,2)}(0) \\ N_{(8,3)}(0) \\ N_{(8,4)}(0) \\ N_{(9,1)}(0) \\ N_{(9,2)}(0) \\ N_{(9,3)}(0) \\ N_{(9,4)}(0) \\ N_{(10,1)}(0) \\ N_{(10,2)}(0) \\ N_{(10,3)}(0) \\ N_{(10,4)}(0) \\ N_{(11,1)}(0) \\ N_{(11,2)}(0) \\ N_{(11,3)}(0) \\ N_{(11,4)}(0) \\ N_{(12,1)}(0) \\ N_{(12,2)}(0) \\ N_{(12,3)}(0) \\ N_{(12,4)}(0) \\ N_{(13,1)}(0) \\ N_{(13,2)}(0) \\ N_{(13,3)}(0) \\ N_{(13,4)}(0) \\ N_{(14,1)}(0) \\ N_{(14,2)}(0) \\ N_{(14,3)}(0) \\ N_{(14,4)}(0) \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 62 \\ 21 \\ 3 \\ 8 \\ 17 \\ 10 \\ 1 \\ 0 \\ 30 \\ 0 \\ 2 \\ 0 \\ 2 \\ 0 \\ 0 \\ 2 \\ 27 \\ 3 \\ 4 \\ 0 \\ 16 \\ 2 \\ 0 \\ 0 \\ 12 \\ 8 \\ 6 \\ 4 \end{bmatrix}$$



ملحوظة: العلامة (١) تشير إلى مدور المتجه وذلك لعرضه كاملاً في الصفحة.

وعليه فإن توزيع الأفراد في الإدارات المختلفة ودرجاتهم وإجماليهم كما في الجدول التالي:

جدول (١)

توزيع الأفراد داخل الإدارات المختلفة بالجامعة

المجموعة النوعية الإدارية (D)	الدرجات (Grades)	$T_{(d)}(0)$ العدد الكلي
الهندسة	٤	٢١
التمويل والمحاسبة	٤	١٣٧
الإحصاء والحاسبات	٤	٤٧
الإعلام	٤	١٩
التعليم	٤	١٦٣
التغذية والتدبير المنزلي	٤	١٢
إدارة التنمية الإدارية	٤	١٢٢
الخدمات الاجتماعية	٤	٩٤
الفنون	٤	٢٨
القانون	٤	٣٢
المكتبات والوثائق	٤	٤
العلوم	٤	٣٤
وظائف الأمن	٤	١٨
الزراعة	٤	٣٠

حيث يوضح الجدول السابق عدد الدرجات الوظيفية الأربعة (١ - الثالثة، ٢ - الثانية، ٣ - الأولى، ٤ - كبير بدرجة مدير عام) والعدد الكلي والذي يمثله $(T_{(d)}(0))$.

٢ - مصفوفة الانتقالات واحتمالات الانتقال للإدارات المختلفة:

$$\begin{aligned}
P_{11} &= \begin{pmatrix} 0.8 & 0.05 & 0 & 0 \\ 0 & 0.85 & 0.05 & 0 \\ 0 & 0 & 0.75 & 0.05 \\ 0 & 0 & 0 & 0.83 \end{pmatrix}, P_{22} = \begin{pmatrix} 0.9 & 0.015 & 0 & 0 \\ 0 & 0.7 & 0.2 & 0 \\ 0 & 0 & 0.75 & 0.03 \\ 0 & 0 & 0 & 0.85 \end{pmatrix}, P_{33} = \begin{pmatrix} 0.8 & 0.03 & 0 & 0 \\ 0 & 0.75 & 0.05 & 0 \\ 0 & 0 & 0.85 & 0.02 \\ 0 & 0 & 0 & 0.80 \end{pmatrix} \\
P_{44} &= \begin{pmatrix} 0.9 & 0.03 & 0 & 0 \\ 0 & 0.75 & 0.05 & 0 \\ 0 & 0 & 0.85 & 0.02 \\ 0 & 0 & 0 & 0.70 \end{pmatrix}, P_{55} = \begin{pmatrix} 0.85 & 0.03 & 0 & 0 \\ 0 & 0.75 & 0.05 & 0 \\ 0 & 0 & 0.85 & 0.02 \\ 0 & 0 & 0 & 0.80 \end{pmatrix}, P_{66} = \begin{pmatrix} 0.9 & 0.03 & 0 & 0 \\ 0 & 0.85 & 0.05 & 0 \\ 0 & 0 & 0.75 & 0.02 \\ 0 & 0 & 0 & 0.80 \end{pmatrix} \\
P_{77} &= \begin{pmatrix} 0.85 & 0.03 & 0 & 0 \\ 0 & 0.70 & 0.05 & 0 \\ 0 & 0 & 0.75 & 0.02 \\ 0 & 0 & 0 & 0.85 \end{pmatrix}, P_{88} = \begin{pmatrix} 0.9 & 0.15 & 0 & 0 \\ 0 & 0.85 & 0.05 & 0 \\ 0 & 0 & 0.75 & 0.05 \\ 0 & 0 & 0 & 0.80 \end{pmatrix}, P_{99} = \begin{pmatrix} 0.85 & 0.04 & 0 & 0 \\ 0 & 0.70 & 0.05 & 0 \\ 0 & 0 & 0.75 & 0.02 \\ 0 & 0 & 0 & 0.80 \end{pmatrix} \\
P_{1010} &= \begin{pmatrix} 0.85 & 0.04 & 0 & 0 \\ 0 & 0.70 & 0.05 & 0 \\ 0 & 0 & 0.75 & 0.02 \\ 0 & 0 & 0 & 0.80 \end{pmatrix}, P_{1111} = \begin{pmatrix} 0.9 & 0.03 & 0 & 0 \\ 0 & 0.85 & 0.05 & 0 \\ 0 & 0 & 0.75 & 0.02 \\ 0 & 0 & 0 & 0.80 \end{pmatrix}, P_{1212} = \begin{pmatrix} 0.9 & 0.03 & 0 & 0 \\ 0 & 0.75 & 0.05 & 0 \\ 0 & 0 & 0.85 & 0.02 \\ 0 & 0 & 0 & 0.70 \end{pmatrix} \\
P_{1111} &= \begin{pmatrix} 0.9 & 0.03 & 0 & 0 \\ 0 & 0.85 & 0.05 & 0 \\ 0 & 0 & 0.75 & 0.02 \\ 0 & 0 & 0 & 0.80 \end{pmatrix}
\end{aligned}$$

وهذه المصفوفات تمثل احتمالات الانتقال داخل كل إدارة، في حين تمثل المصفوفة التالية احتمالات الانتقال من إدارة لأخرى.

λ =

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
1	0.7	0.02	0.03	0.04	0.02	0.02	0.02	0.03	0.02	0.02	0.01	0.03	0.02	0.02
2	0	0.8	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.01	0.02	0.01	0.01
3	0	0	0.6	0.03	0.02	0.05	0.05	0.04	0.03	0.05	0.04	0.03	0.01	0.05
4	0	0	0	0.75	0.06	0.04	0.03	0.02	0.02	0.01	0.02	0.02	0.01	0.01
5	0	0	0	0	0.85	0.03	0.03	0.01	0.02	0.01	0.02	0.01	0.01	0.01
6	0	0	0	0	0	0.65	0.1	0.05	0.05	0.05	0.03	0.03	0.02	0.02
7	0	0	0	0	0	0	0.7	0.1	0.05	0.05	0.03	0.02	0.03	0.02
8	0	0	0	0	0	0	0	0.8	0.05	0.05	0.03	0.02	0.03	0.02
9	0	0	0	0	0	0	0	0	0.75	0.1	0.05	0.04	0.03	0.03
10	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.8	0.1	0.05	0.03	0.02
11	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.8	0.1	0.05	0.05
12	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.75	0.15	0.1
13	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.8	0.2
14	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1

٣- مصفوفة التكاليف للشخص الذي يصل إلى نهاية الخدمة $S(1)$:

$$S(1) = (1241.8 \quad 1420.98 \quad 1529.25 \quad 1745.69)$$

وذلك لكل مجموعة نوعية من المجموعات المختلفة.

٤- مصفوفة تكاليف الانتقال الداخلية للإدارات المختلفة بالجامعة $P_c(0)$:

وهي توضح تكاليف الانتقال الفعلية لكل درجة وظيفية حيث تم حسابها عن طريق إيجاد الفرق بين دخل سنتين متتاليتين كما يوضحها الجدول التالي حيث سيتم العرض لعدد الأربع إدارات الأولى:

جدول (٢)

مصفوفة تكاليف الانتقال الداخلية للإدارات المختلفة بالجامعة $P_c(0)$

الدرجة	إدارة الهندسة				إدارة التمويل والمحاسبة
	1	2	3	4	
إدارة الهندسة	315.85	125	100	140	315.05
1	0	213.46	211.85	140	0
2	0	0	311.05	140	0
3	0	0	0	193.9	0
4	0	0	0	0	315.05
إدارة التمويل والمحاسبة	0	0	0	0	0
1	0	0	0	0	0
2	0	0	0	0	0
3	0	0	0	0	0
4	0	0	0	0	0
إدارة الإحصاء والحسابات	0	0	0	0	0
1	0	0	0	0	0
2	0	0	0	0	0
3	0	0	0	0	0
4	0	0	0	0	0
إدارة الإعلام	0	0	0	0	0
1	0	0	0	0	0
2	0	0	0	0	0
3	0	0	0	0	0
4	0	0	0	0	0

	إدارة الإحصاء والحسابات				إدارة الإعلام			
	1	2	3	4	1	2	3	4
2								
102.39	213.46	220.4	213.46	140	213.4	220.4	213.4	140
213.46	0	220.4	211.85	140	0	220.4	211.8	140
0	0	0	213.05	140	0	0	311	140
0	0	0	0	193.9	0	0	0	193.9
102.39	315.05	102.3	95.45	193.9	315	102.3	95.4	193.9
213.46	0	213.4	95.45	255.3	0	213.4	95.4	255.36
0	0	0	408.45	170.6	0	0	408.4	170.6
0	0	0	0	414	0	0	0	414.06
0	315.05	102.3	95.45	140	315	102.3	95.4	193.9
0	0	213.4	95.45	140	0	213.4	95.4	255.36
0	0	0	311.05	140	0	0	408.4	170.6
0	0	0	0	193.9	0	0	0	414.06
0	0	0	0	0	315	102.3	95.4	140
0	0	0	0	0	0	213.4	95.4	140
0	0	0	0	0	0	0	311	140
0	0	0	0	0	0	0	0	193.9

٥- المنتجه الصفي لتكاليف تعويضات التقاعد:

$$W_c(0) = (7826 \quad 24831.1 \quad 28949.1 \quad 39256.65)$$

وذلك لكل مجموعة نوعية من المجموعات المختلفة.

٦- مصفوفة تكاليف التحول المتوقعة $W(t)$ يتم حسابها كما يلي:

$$\left(W'_{(d)}(t) = I' - P_{(dd)}(t) I' := [w_{(d),1}(t) \dots w_{(d),k(d)}(t)] I' \right)$$

يتم أولاً حساب

لكل ادارة من الإدارات المختلفة ويمكن حسابها لإدارة الهندسة كما يلي:

$$w := \left[(1 \ 1 \ 1 \ 1)^T - p \cdot (1 \ 1 \ 1 \ 1)^T \right]^T$$

$$w = (0.15 \ 0.1 \ 0.2 \ 0.17)$$

$$\lambda_{d,d} \cdot w = (0.105 \ 0.07 \ 0.14 \ 0.119)$$

وبالتالي:

$$\left(W(t) = \text{diag} \left\{ w_c(t) \left[\lambda_{(11)}(t) w_{(1)}(t) \mid \lambda_{(22)}(t) w_{(2)}(t) \mid \dots \mid \lambda_{(dd)}(t) w_{(d)}(t) \right] \right\} \right)$$

تكون

$$w_c := (7826.65 \ 24831.1 \ 28949.1 \ 39256.65)$$

$$\underline{\underline{W}} := \overrightarrow{[(\lambda_{d,d} \cdot w) \cdot w_c]} \quad W = (821.798 \ 1.738 \times 10^3 \ 4.053 \times 10^3 \ 4.672 \times 10^3)$$

٧- مصفوفة تكاليف التوظيف الجديدة $ER_0(0)$ هي:

$$er := (1690 \ 1800 \ 2000 \ 2434.05)$$

وذلك لكل مجموعة نوعية من المجموعات المختلفة.

٨- الأهداف الفازية والأسلوب الأمثل لبرمجة الهدف الفازي:

وسوف يتم تطبيق المعادلات (13) إلي (20) على إدارة الهندسة كما يلي:

$$\left(\begin{array}{l} NN_{1,1} = r_{1,1} + 7.28 \\ NN_{1,2} = r_{1,2} + 1.645 \\ NN_{1,3} = r_{1,3} + 2.17 \\ NN_{1,4} = r_{1,4} + 1.302 \end{array} \right)$$

$$\left[\begin{array}{l} NN_{1,1} + (Y^-)_{G2,1,1} - (Y^T)_{G2,1,1} = 13 \\ NN_{1,2} + (Y^-)_{G2,1,2} - (Y^T)_{G2,1,2} = 2 \\ NN_{1,3} + (Y^-)_{G2,1,3} - (Y^T)_{G2,1,3} = 4 \\ NN_{1,4} + (Y^-)_{G2,1,4} - (Y^T)_{G2,1,4} = 2 \end{array} \right]$$

$$\left[\begin{array}{l} \alpha + \frac{(Y^-)_{G2,1,1}}{2} + \frac{(Y^T)_{G2,1,1}}{5} \leq 1 \\ \alpha + \frac{(Y^-)_{G2,1,2}}{2} + \frac{(Y^T)_{G2,1,2}}{3} \leq 1 \\ \alpha + \frac{(Y^-)_{G2,1,3}}{2} + \frac{(Y^T)_{G2,1,3}}{2} \leq 1 \\ \alpha + \frac{(Y^-)_{G2,1,4}}{4} + \frac{(Y^T)_{G2,1,4}}{3} \leq 1 \end{array} \right] \rightarrow \left[\begin{array}{l} \alpha + 0.008888888888888889 \cdot (Y^T)_{G1,1,1} \leq 1 \\ \alpha + 0.017391304347826086957 \cdot (Y^T)_{G1,1,2} \leq 1 \\ \alpha + \frac{(Y^T)_{G1,1,3}}{50} \leq 1 \\ \alpha + \frac{(Y^T)_{G1,1,4}}{25} \leq 1 \end{array} \right]$$

$$r_{1,1} + r_{1,2} + r_{1,3} + r_{1,4} = \Delta T(0)_1 + 8.603$$

وكانت النتائج كما يلي:

جدول (٣)

الحل الأمثل لمدخل Minmax لبرمجة الهدف الفازي لإدارات الجامعة

متسلسل	المتغيرات Variables	القيمة عند الحل الأمثل Value at optimal solution	مستوي الطموح Aspiration level	الانحرافات اليسرى المقبولة ΔL	الانحرافات اليميني المقبولة ΔR
1	α	0.43024×10^{-10}	-	-	-
2	$r_{(1),1}(0)$	12.47	-	-	-
3	$r_{(1),2}(0)$	12.223	-	-	-
4	$r_{(1),3}(0)$	11.396	-	-	-
5	$r_{(1),4}(0)$	12.816	-	-	-
6	· ·	· ·	· ·	· ·	· ·
7	$p_{(12),11}(0)$	1	-	-	-

-	-	-	0	$p_{(12),12}(0)$	8
-	-	-	0	$p_{(12),13}(0)$	9
-	-	-	0	$p_{(12),14}(0)$	10
-	-	-	1	$p_{(12),21}(0)$	11
-	-	-	0	$p_{(12),22}(0)$	12
-	-	-	0	$p_{(12),23}(0)$	13
-	-	-	0	$p_{(12),24}(0)$	14
-	-	-	1	$p_{(12),31}(0)$	15
-	-	-	0	$p_{(12),32}(0)$	16
-	-	-	0	$p_{(12),33}(0)$	17
-	-	-	0	$p_{(12),34}(0)$	18
-	-	-	1	$p_{(12),41}(0)$	19
-	-	-	0	$p_{(12),42}(0)$	20
-	-	-	0	$p_{(12),43}(0)$	21
-	-	-	0	$p_{(12),44}(0)$	22
‡	‡	‡	‡	‡	23
5	2	13	19.752	$N_{(1),1}(0)$	24
3	2	2	13.868	$N_{(1),2}(0)$	25
2	1	4	13.56609	$N_{(1),3}(0)$	26
3	4	2	14.11805	$N_{(1),4}(0)$	27
‡	‡	‡	‡	‡	28

112.5	∞	38800.8	36565.788	$V_{(1),1}(1)$	29
57.5	∞	40219.6	39370.305	$V_{(1),2}(1)$	30
50	∞	45355.3	4.219.6532	$V_{(1),3}(1)$	31
25	∞	52145.8	53567.789	$V_{(1),4}(1)$	32

يعرض الجدول السابق النتائج التي تم الحصول عليها بعد تطبيق برنامج Maple المتخصص لحل مثل هذه المعدلات، حيث يظهر لنا متغيرات الدراسة والتي على سبيل المثال $(r_{(1),1}(0))$ والتي تمثل أعداد الموظفين الجدد الذين سيتم تعيينهم على الدرجات المختلفة، $(p_{(12),11}(0))$ وهي تمثل احتمالات الانتقالات بين الإدارات المختلفة للدرجات الوظيفية، $(N_{(1),1}(0))$ وتمثل الأعداد المثلي لكل درجة وظيفية داخل كل إدارة و $(V_{(1),1}(1))$ وتعبّر عن القيمة المثلي لمتغير التكلفة الإجمالي بكل درجة على حدة.

وفيما يلي ستتم المقارنة بين الأهداف التي تسعى الإدارة لتحقيقها وتمثل مستوي الطموح والحل الأمثل الذي تم الوصول إليه لكل متغير بكل درجة داخل كل إدارة وذلك لكل من هدف التكلفة والهدف الهيكلي على حدة.

• أهداف التكلفة المرغوب فيها:

يعد الهدف الهيكلي من الأهداف التي تسعى الإدارة لتحقيقه وذلك لتلبية احتياجات كل مستوي على حده وبالتالي فإن نسب الانحرافات في التكلفة تكون كما يوضحها الجدول التالي:

جدول (٤)

نسب الانحرافات عن مستوي الطموح للتكلفة لإدارات الجامعة

$V_{(1),4}(0)$	$V_{(1),3}(0)$	$V_{(1),2}(0)$	$V_{(1),1}(0)$
2.726%	-11.32%	-2.1117%	-5.764%

$V_{(2),4}(0)$	$V_{(2),3}(0)$	$V_{(2),2}(0)$	$V_{(2),1}(0)$
26.34%	16.54%	21.45%	68.12%
$V_{(3),4}(0)$	$V_{(3),3}(0)$	$V_{(3),2}(0)$	$V_{(3),1}(0)$
7.16530%	16.5462%	98.52802%	42.3544%
$V_{(4),4}(0)$	$V_{(4),3}(0)$	$V_{(4),2}(0)$	$V_{(4),1}(0)$
26.3423%	16.5462%	98.52802%	68.1270%

يتضح من الجدول السابق أن الزيادات الكبيرة أي الانحرافات الموجبة توجد في معظم خلايا الجدول وهذا يعني أننا فوق الحد الأدنى من التكاليف المطلوبة، ولكن هناك بعض الخلايا مثل $V_{(1),1}(0)$ ، $V_{(1),2}(0)$ ، $V_{(1),3}(0)$ فهي أقل من مستوي الطموح.

• الهدف الهيكلي للأفراد:

يعد الهدف الهيكلي من الأهداف التي تسعى الإدارة لتحقيقه وذلك لتلبية الاحتياجات لكل مستوي على حده، حيث ترغب الإدارة في عمل الانتقالات التالية:

يتم عمل عدد (٣٢) انتقال من إدارة التمويل والمحاسبة من من هم على الدرجة الثالثة إلي كل من إدارة الفنون الدرجة الثالثة وعددهم (١٢)، إدارة الزراعة الدرجة الثالثة وعددهم (٢٠)، يتم عمل عدد (٤٠) انتقال من إدارة التعليم من من هم على الدرجة الثالثة إلي كل من إدارة المكتبات والوثائق عدد (٢٠)، إدارة العلوم عدد (٢٠)، يتم عمل عدد (٨) انتقال من إدارة التنمية الإدارية على درجة مدير عام إلي كل من إدارة الفنون عدد (٤)، إدارة العلوم عدد (٤)، يتم عمل عدد (٣٠) انتقال من إدارة الخدمات الإجتماعية من من هم على الدرجة الثالثة وعددهم (٢٠) والثانية عددهم (١٠) إلي إدارة التغذية والتدبير المنزلي، كذلك الحفاظ نسبياً على باقي الدرجات داخل الإدارات المختلفة.

حيث هيكل الأفراد التي ترغب الإدارة في تحقيقه هو:

$$\mathbf{N(1)'} = \begin{bmatrix} \mathbf{N}_{(1,1)}(0) \\ \mathbf{N}_{(1,2)}(0) \\ \mathbf{N}_{(1,3)}(0) \\ \mathbf{N}_{(1,4)}(0) \\ \mathbf{N}_{(2,1)}(0) \\ \mathbf{N}_{(2,2)}(0) \\ \mathbf{N}_{(2,3)}(0) \\ \mathbf{N}_{(2,4)}(0) \\ \mathbf{N}_{(3,1)}(0) \\ \mathbf{N}_{(3,2)}(0) \\ \mathbf{N}_{(3,3)}(0) \\ \mathbf{N}_{(3,4)}(0) \\ \mathbf{N}_{(4,1)}(0) \\ \mathbf{N}_{(4,2)}(0) \\ \mathbf{N}_{(4,3)}(0) \\ \mathbf{N}_{(4,4)}(0) \\ \mathbf{N}_{(5,1)}(0) \\ \mathbf{N}_{(5,2)}(0) \\ \mathbf{N}_{(5,3)}(0) \\ \mathbf{N}_{(5,4)}(0) \\ \mathbf{N}_{(6,1)}(0) \\ \mathbf{N}_{(6,2)}(0) \\ \mathbf{N}_{(6,3)}(0) \\ \mathbf{N}_{(6,4)}(0) \\ \mathbf{N}_{(7,1)}(0) \\ \mathbf{N}_{(7,2)}(0) \\ \mathbf{N}_{(7,3)}(0) \\ \mathbf{N}_{(7,4)}(0) \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 13 \\ 2 \\ 4 \\ 2 \\ 63 \\ 41 \\ 14 \\ 19 \\ 32 \\ 12 \\ 2 \\ 1 \\ 16 \\ 2 \\ 1 \\ 0 \\ 98 \\ 54 \\ 4 \\ 7 \\ 5 \\ 4 \\ 2 \\ 1 \\ 50 \\ 45 \\ 13 \\ 6 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} \mathbf{N}_{(8,1)}(0) \\ \mathbf{N}_{(8,2)}(0) \\ \mathbf{N}_{(8,3)}(0) \\ \mathbf{N}_{(8,4)}(0) \\ \mathbf{N}_{(9,1)}(0) \\ \mathbf{N}_{(9,2)}(0) \\ \mathbf{N}_{(9,3)}(0) \\ \mathbf{N}_{(9,4)}(0) \\ \mathbf{N}_{(10,1)}(0) \\ \mathbf{N}_{(10,2)}(0) \\ \mathbf{N}_{(10,3)}(0) \\ \mathbf{N}_{(10,4)}(0) \\ \mathbf{N}_{(11,1)}(0) \\ \mathbf{N}_{(11,2)}(0) \\ \mathbf{N}_{(11,3)}(0) \\ \mathbf{N}_{(11,4)}(0) \\ \mathbf{N}_{(12,1)}(0) \\ \mathbf{N}_{(12,2)}(0) \\ \mathbf{N}_{(12,3)}(0) \\ \mathbf{N}_{(12,4)}(0) \\ \mathbf{N}_{(14,1)}(0) \\ \mathbf{N}_{(14,2)}(0) \\ \mathbf{N}_{(14,3)}(0) \\ \mathbf{N}_{(14,4)}(0) \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 62 \\ 21 \\ 3 \\ 8 \\ 17 \\ 10 \\ 1 \\ 4 \\ 30 \\ 0 \\ 2 \\ 0 \\ 2 \\ 0 \\ 0 \\ 2 \\ 27 \\ 3 \\ 4 \\ 4 \\ 12 \\ 8 \\ 6 \\ 4 \end{bmatrix}$$



بينما الهيكل الذي تم الحصول عليه هو:

$$\begin{aligned}
 \mathbf{N(1)'} = & \begin{bmatrix} \mathbf{N}_{(1,1)}(0) \\ \mathbf{N}_{(1,2)}(0) \\ \mathbf{N}_{(1,3)}(0) \\ \mathbf{N}_{(1,4)}(0) \\ \mathbf{N}_{(2,1)}(0) \\ \mathbf{N}_{(2,2)}(0) \\ \mathbf{N}_{(2,3)}(0) \\ \mathbf{N}_{(2,4)}(0) \\ \mathbf{N}_{(3,1)}(0) \\ \mathbf{N}_{(3,2)}(0) \\ \mathbf{N}_{(3,3)}(0) \\ \mathbf{N}_{(3,4)}(0) \\ \mathbf{N}_{(4,1)}(0) \\ \mathbf{N}_{(4,2)}(0) \\ \mathbf{N}_{(4,3)}(0) \\ \mathbf{N}_{(4,4)}(0) \\ \mathbf{N}_{(5,1)}(0) \\ \mathbf{N}_{(5,2)}(0) \\ \mathbf{N}_{(5,3)}(0) \\ \mathbf{N}_{(5,4)}(0) \\ \mathbf{N}_{(6,1)}(0) \\ \mathbf{N}_{(6,2)}(0) \\ \mathbf{N}_{(6,3)}(0) \\ \mathbf{N}_{(6,4)}(0) \\ \mathbf{N}_{(7,1)}(0) \\ \mathbf{N}_{(7,2)}(0) \\ \mathbf{N}_{(7,3)}(0) \\ \mathbf{N}_{(7,4)}(0) \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 19.752 \\ 13.868 \\ 13.56609 \\ 14.11805 \\ 67.70297 \\ 48.50574 \\ 29.93767 \\ 29.15762 \\ 32 \\ 12 \\ 2 \\ 0 \\ 16 \\ 2 \\ 1 \\ 0 \\ 93.585 \\ 54 \\ 0 \\ 6.9999 \\ 5 \\ 4 \\ 2 \\ 0.99999 \\ 50 \\ 45 \\ 14.637 \\ 6 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} \mathbf{N}_{(8,1)}(0) \\ \mathbf{N}_{(8,2)}(0) \\ \mathbf{N}_{(8,3)}(0) \\ \mathbf{N}_{(8,4)}(0) \\ \mathbf{N}_{(9,1)}(0) \\ \mathbf{N}_{(9,2)}(0) \\ \mathbf{N}_{(9,3)}(0) \\ \mathbf{N}_{(9,4)}(0) \\ \mathbf{N}_{(10,1)}(0) \\ \mathbf{N}_{(10,2)}(0) \\ \mathbf{N}_{(10,3)}(0) \\ \mathbf{N}_{(10,4)}(0) \\ \mathbf{N}_{(11,1)}(0) \\ \mathbf{N}_{(11,2)}(0) \\ \mathbf{N}_{(11,3)}(0) \\ \mathbf{N}_{(11,4)}(0) \\ \mathbf{N}_{(12,1)}(0) \\ \mathbf{N}_{(12,2)}(0) \\ \mathbf{N}_{(12,3)}(0) \\ \mathbf{N}_{(12,4)}(0) \\ \mathbf{N}_{(14,1)}(0) \\ \mathbf{N}_{(14,2)}(0) \\ \mathbf{N}_{(14,3)}(0) \\ \mathbf{N}_{(14,4)}(0) \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 62 \\ 21 \\ 3 \\ 7.9999 \\ 17 \\ 10 \\ 1 \\ 0 \\ 30 \\ 0 \\ 2 \\ 0 \\ 2 \\ 0 \\ 0 \\ 2 \\ 27 \\ 0 \\ 4 \\ 2.6749 \\ 12 \\ 8 \\ 6 \\ 4 \end{bmatrix}
 \end{aligned}$$



وعليه فإن نسبة الانحرافات تكون كما يلي:

جدول (٥)

نسب الانحرافات عن مستوي الطموح لأعداد الأفراد لإدارات الجامعة

$N_{(1),4}(0)$	$N_{(1),3}(0)$	$N_{(1),2}(0)$	$N_{(1),1}(0)$
605.925%	239.15225%	593.4%	51.938461%
$N_{(2),4}(0)$	$N_{(2),3}(0)$	$N_{(2),2}(0)$	$N_{(2),1}(0)$
53.461166%	113.8405%	18.306697%	7.4650317%
$N_{(3),4}(0)$	$N_{(3),3}(0)$	$N_{(3),2}(0)$	$N_{(3),1}(0)$
-100%	0	0	0
$N_{(4),4}(0)$	$N_{(4),3}(0)$	$N_{(4),2}(0)$	$N_{(4),1}(0)$
-----	0	0	0

يتضح من الجدول السابق أن الزيادات الكبيرة توجد في $(N_{(1),1}(0))$ ،
 $(N_{(1),2}(0))$ ، $(N_{(1),3}(0))$ ، $(N_{(1),4}(0))$ ، $(N_{(2),3}(0))$ ، $(N_{(2),4}(0))$ ، $(N_{(5),4}(0))$ ،
 مما يدل أنه يجب على الإدارة أن تتخذ إجراءات من شأنها الوصول إلي
 مستوي مناسب ومتعادل إلي حد ما في الأعداد وعلى حسب احتياجات كل قسم.

٧- النتائج والتوصيات

أ- النتائج

- من الملاحظ أن الحل الأمثل أظهر نتائج واضحة لمتغير التوظيف (r) وهذا مما يستوجب على الإدارة الأخذ بعين الاعتبار حاجة العمل الضرورية لهذا العدد من الموظفين الجديد وعمل تقديرات لمتجهات تكاليف التوظيف والانتقال لهم.
- نجد أيضاً أن هناك فرق بين الحل الأمثل ومستوي الطموح لأعداد الأفراد لكل درجة وظيفية داخل مختلف الإدارات وهذا ما استدعي ظهور نتائج في متغير التوظيف.
- فيما يتعلق باحتمالات الانتقال نجد أنها مقبولة.

- فيما يتعلق بتقديرات متجه التكاليف الإجمالي نجد أن معظم تقديرات التكاليف التي تم التحصل عليها أكبر من مستوي الطموح وبالتالي يجب زيادة مستويات الطموح من قبل الإدارة لكل درجة وظيفية على مستوي كل إدارة على حده.
- هذا النموذج وفر لنا وسيلة لنمذجة الانتقال الأفقي والرأسي داخل أنظمة القوي العاملة الهرمية وبالتالي تكمن قابلية وفائدة النموذج من خلال دمج إجراءات التحسين التي تعتمد على برمجة الهدف الفازي المتعلقة بتكاليف التشغيل، وهذه التحسينات وفقا لصيغ الهدف الفازي المرنة - من خلال معيار الانتقال بين الإدارات كمعلمة تحكم خفيفة وله الدور الحيوي في توجيه النظام نحو هياكل مرغوب فيها- أو الصارمة (متجهات التوظيف كمعيار التحكم) وهذا يرجع إلي صانع القرار وتطلعات الإدارة والأولويات المتعلقة بالقدرة على الحفاظ.

ب- التوصيات

تقترح الدراسة على الباحثين دراسة أثر استبعاد المتغير المتعلق باحتمالات الهدر ومدى تأثير ذلك على النموذج ككل والنتائج المتعلقة بالتوظيف والتكلفة، ضرورة تطبيق النموذج على هيئات أو مؤسسات أخرى غير الجامعة لدراسة أثر الاختلاف بين الجامعة والهيئات الأخرى، كما يراعي عند إجراء الدراسة مرة أخرى أن نأخذ في الاعتبار عنصر الزمن علي أنه متغير متصل وليس متقطع كما تم استخدامه في هذه الدراسة، أيضاً يراعي عمل دراسة متعلقة بالإدارات التي لم تشملها الدراسة مثل وظائف الأمن والطب والصيدلة والتمريض وتقترح الدراسة تطبيق النموذج باستخدام الشبكات العصبية.

٨- المراجع

أولاً: المراجع العربية

الرسائل:

١. طاقية، البيومي عوض عوض، (٢٠٠٠). "بناء نموذج عشوائي لدراسة الحراك الوظيفي دراسة تطبيقية". رسالة دكتوراه، كلية التجارة، جامعة المنصورة.

A. Periodicals.

1. De Feyter, T., (2006) "Modeling heterogeneity in a manpower planning: dividing the personnel system into more homogeneous subgroups", Applied Stochastic Models in Business and Industry, Vol.No.22, pp.321-334.
2. De Feyter, T., & Guerry, M. (2009) "Evaluating recruitment strategies using fuzzy set theory in stochastic manpower planning", Stochastic Analysis and Applications, Vol.No.27, pp.1184-1162.
3. De Feyter, T., & Guerry, M. & Komarudin (2016) "Optimizing cost-effectiveness in a stochastic Markov manpower planning system under control by recruitment", Annals of Operation Research., doi:10.1007/s10479-016-2311-4.
4. Dimitriou, V.A. & Tsantas, N. (2009) "Prospective control in an enhanced manpower planning model", Applied Mathematics and Computation, Vol.No.215,pp.995-1014.
5. ----- (2009) "Evolution of a time dependent Markov model for training and recruitment decisions in manpower planning", Linear Algebra and its Applications, Vol.No.433,pp.1950-1972.
6. ----- (2011) "The augmented semi-Markov system and its asymptotic behavior", Appl. Stochastic Models Bus. Ind., Vol.No.27,pp.519-530.

7. ----- (2013) "The multivariate non-homogeneous Markov manpower system in a departmental mobility framework", European Journal of Operational Research, Vol.No.228,pp.112-121.
8. Guerry, M.A. & De Feyter, T., (2012) "Optimal recruitment strategies in a multi-level Manpower planning model", Journal of Operational Research Society, Vol.No.63,pp.931-940.
9. Seal, H.L. (1945). "The mathematics of population composed K strata each recruited from the stratum below and supported at the lowest level by a uniform annual number of entrants". Biometrika, Vol.33,pp.226-230.
10. Udom, Akaninyene U., (2013) " A Markov decision process approach to optimal control of a multi-level hierarchical manpower system ", CBN Journal of Applied Statistics , Vol.4 No.2, pp.31-49.
11. Yaghoobi, M.A & Tamiz, N. (2007). "A method for solving fuzzy goal programming problems based on MINMAX approach". European Journal of Operational Research , Vol.177,pp.1580-1590.