استخدام اسلوب الترتيب الحصين لحل مسألة التخصيص ذات الارقام الضبابية الثلاثية في القطاع الصناعي في بغداد

ميثم موفق شاكر، زينة حكمت فخري، خالد زغيتون جلوب

قسم الاحصاء ، كلية الادارة والاقتصاد ، جامعة بغداد

المستخلص:

تعتبر مسألة التخصيص من المواضيع المعروفة باستخداماتها الشائعة في حل المشاكل الواقعية في المجالات الاقتصادية والادارية والهندسية ، اذ تبحث في كيفية توزيع عدد معين من الموارد ، عمال ، آلات ... ، لعدد معين من الانشطة بشكل كفؤ ، بحيث تحقق اقل كلفة او افضل اداء من جراء انجاز هذه المهام. إن المعتاد عليه استخدام تكاليف محددة في الطبيعة ، في حين تم اخذ ارقام ثلاثية مبهمة التي تدل على واقعية اكثر وذات طبيعة عامة في حياتنا اليومية. ومن اجل الحصول على الحل الامثل تم تحويل الحالة المبهمة الى شكل برمجة خطية وحلها باستخدامالطريقة الهنجارية للوصول الى النتائج.

الكلمات المفتاحية: الترتيب الحصين، الارقام الضبابية، التخصيص، القطاع الصناعي.

Use the protected arrangement method to resolve the assignment problem of the fuzzy triangular number in the industrial sector in Baghdad

Maytham Mowaffak Shaker, Zena Hekmat Fakhri, Khalid Zgiton Chalobe

Abstract

Assignment problem is considered a well-known topic and used often in solving real problems in the areas of economic, administrative and engineering, as looking at how to distribute a certain number of resources, workers, machines ... , For a certain number of activities in an efficient manner, so as to achieve less expensive or better performance as a result of the completion of these tasks. This cost is usually deterministic in nature, while fuzzy triangular number was taken which denoted the realistic and more of a general nature in our daily lives.In order to get the best solution was to convert the fuzzy state in to the linear programming model and solved using Hungarian Methodto get the results.

Keyword: protected arrangement, fuzzy number, assignment, industrial sector

الجانب النظري

المقدمة

تستخدم مسألة التخصيص في حل مسائل حقيقية بشكل شائع في الحياة العملية ، وتلعب دورا هاما في الصناعة والتطبيقات الاخرى . اذ يتم تخصيص مجموعة من الاعمال الى مجموعة من الآلات او الافراد اعتمادا على كفاءتهم في القيام بهذه الاعمال لتحقيق اقل كلفة او وقت ، ويعتبر كل من دوير (P.S. Dwyer) فلود (M .M Flood) وكوهف (A.W. kuhv) من المساهمين الأوائل في تطوير أساليب مسألة التخصيص ذات القيم الصحيحة .

مسألة التخصيص [1],[3]

تتلخص مسألة التخصيص بوجود عدد من الاعمال او الوظائف وليكن قدرها N يمكن تنفيذ كلا منها بواسطة أي من الامكانيات المتاحة كالمكائن او العمال البالغ عددها M بحيث ان N=M .

وهي التي تختلف فيما بينها في كلفة او وقت او كفاءة التنفيذ لكل عمل او وظيفة ، ويكون المطلوب اختيار احد الامكانيات المتاحة المناسبة لتنفيذ كل عمل بأقل التكاليف الممكنة او بأقل وقت ممكن او بأعلى كفاءة ممكنة ، وهكذا تعتبر مسألة التخصيص حالة خاصة من مسائل النقل بين مصادر التجهيز ومناطق الاستلام بخلاف أن القيم التخصيصية تكون integer .

ويمكن صياغة مسألة التخصيص بالشكل الآتي :

- يجب أن يكون عدد الوظائف أو الأعمال مساوي لعدد العمال فإن كان لدينا N من الوظائف أو الأعمال يجب أن يكون لدينا M من العمال الذي يمكن أن تسند إليهم هذه الوظائف.
- باستطاعة كل عامل من العمال القيام بأي عمل من الأعمال أو الوظائف بتكلفة معينة أو ربح معين أو ضده الاختلافات في التكلفة والعمل ناتج عن الاختلافات في كفاءة العاملين.
- عدم إمكانية العامل الواحد من القيام بأكثر من عمل واحد أو وظيفة واحدة (أي لا يمكن إعطاء العامل أكثر من عمل واحد) .

الهدف هو الوصول إلى أدنى تكاليف أو الوقت أو أقصى إيرادات ، ولا يمكن أن يكون لدينا عدد من الوظائف أو الأعمال أو العمال بالسالب هذا ما يستلزم شرط عدم السلبية .

المهام / الموظفين	المهمة ١	المهمة ٢	...	المهمة j	...	المهمة N
الموظف ١	$c_{11}x_{11}$	$c_{12}x_{12}$	...	$c_{1j}x_{1j}$	...	$c_{1N}x_{1N}$
الموظف ٢	$c_{21}x_{21}$	$c_{22}x_{22}$	...	$c_{2j}x_{2j}$	...	$c_{2N}x_{2N}$
⋮	⋮	⋮	⋱	⋮		⋮
الموظف i	$c_{i1}x_{i1}$	$c_{i2}x_{i2}$	...	$c_{ij}x_{ij}$	...	$c_{iN}x_{iN}$
⋮	⋮	⋮		⋮	⋱	⋮
الموظف M	$c_{M1}x_{M1}$	$c_{M2}x_{M2}$	...	$c_{Mj}x_{Mj}$	...	$c_{MN}x_{MN}$

c_{ij}: كلفة او وقت او كفاءة اداء المهمة jمن قبل الموظفi

x_{ij}: الموظف i الذي خصص الى المهمةj

اما الصيغة العامة لمسألة التخصيص [2],[4],[5]فتكتب كما يأتي :

$$MinZ = \sum_{i=1}^{m}\sum_{j=1}^{n} c_{ij}\, x_{ij}$$

$$s.t$$

$$\sum_{i=1}^{m} x_{ij} = 1 \qquad where \quad i = 1,2,..m$$

$$\sum_{j=1}^{n} x_{ij} = 1 \qquad where \quad j = 1,2,...,\ n$$

$$x_{ij} \geq 0 \quad , \quad (\forall\, i, j)$$

$$x_{ij}\ Binary \quad (0,1)$$

يلاحظ من النموذج اعلاه ان متغيرات نموذج التخصيص X_{ij} تأخذ قيم اما صفر او واحد ، فإذا كانت قيمة المتغير صفر فتعني ان المصدر i لم يخصص للنشاط j اما اذا كانت قيم المتغير تساوي واحد فتعني ان المصدر i قد خصص للنشاط j كما يدل قيد المصادر المتمثل $\sum_{i=1}^{m} x_{ij} = 1$ في النموذج اعلاه الى ان كل مصدر يخصص بنشاط واحد فقط

، وبالمثل فإن قيد النشاطات $\sum_{j=1}^{n} x_{ij} = 1$ يدل الى ان كل نشاط يحصل على مصدر واحد فقط .

مفهوم الضبابية The concept of fuzzy [12]

أن عدم التأكد (الضبابية) لها تأثير في عملية اتخاذ القرار المناسب لحل اي مشكلة ،وفي الحالات العملية أن اغلب المشاكل التي تواجه الباحثين قد تعاني من النقص في المعلومات أو عدم الدقة في عملية جمعها أو عدم الوضوح الكامل في بناء التصور حول المشكلة،أي أن التصور العام للمشكلة سيعاني من الغموض وعدم التأكد(Uncertainty)،مما يترتب عليه قصور واضح في بناء النماذج الممثلة للمشكلة موضوعة البحث، أو عدم التأكد في تحديد مدى التعظيم أو التقليل لقيمة الهدف أو الاهداف التي يرغب الوصول اليها وذلك بسبب نقص المعلومات المطلوبة لاتخاذ القرار أو يعاني من عدم التأكد فالمعلومات المتوفرة لدية لصياغة المشكلة بأنموذج رياضي (معلمات دالة الهدف والقيود) لاسيما في مشاكل تخطيط الإنتاج والتسويق ومشاكل النقل والتخصيص وغيرها، حيث الكميات المتاحة من موارد معينة في فتره معينة غير مؤكدة والكميات المطلوبة من الموارد غير مؤكدة مما يضطر متخذ القرار الى تحديدها بإحساس ضبابي وفي مثل هذه الحالات من المستحسن أن يلجأ صانع القرار الى استعمال بعض انواع البرمجة الرياضية المضببة في نمذجة المشكلة لتوفير المزيد من المرونة لصانع القرار في اتخاذ القرار الأمثلوهنالك الكثير من الدراسات والبحوث لمشكلةالامثلية في بيئة ضبابية منذ ظهور نظرية المجموعة الضبابية ولحد الان .

المجموعة الضبابية Fuzzy set [11]

هناك عدة تعاريف للمجموعات الضبابية (Fuzz set) ومن أبرز التعاريف عن طريق (Zadeh) عام 1965 الذي يعرف المجموعة الضبابية بأنها إضافة من العناصر مع درجة انتماء مستمرة بالكامل الى المجموعة الضبابية والدرجات الاخرى تكون بين الصفر والواحد فإذا كان عنصر ما غير موجود في المجموعة الضبابية فإن درجة انتمائه تساوي صفر ، اما اذا وجد عنصر ينتمي كليا الى المجموعة الضبابية فان درجة انتمائه تساوي واحد ، واذا وجد عنصر ذو درجة انتماء عالية فإن درجة انتمائه تكون بين 0.6 او 0.7 اما اذا كانت درجة انتمائه ضعيفة فإن درجة انتمائها تكون 0.2 او 0.3 ، واذا كان منتميا بشكل متوسط الى المجموعة الضبابية فان درجة انتمائه تساوي 0.5 .

مميزات نظرية المجموعة الضبابية Features of fuzzy Group Theory [7]

- ان نظرية المجموعة الضبابية تطبق عندما لا تكون هناك حدود معرفة بصورة واضحة

وهذا عكس نظرية المجموعة الاعتيادية التي تنطوي على تحديد كامل لعناصرها.

- تسمح المجموعة الضبابية بالانتماء الجزئي للعناصر فيها ، فهناك فضلا عن الاسود والابيض بقية الوان الطيف الشمسي التي تزيد من واقعية الاشياء كما هي مقتضبة في واقع حالها.
- تعرف المجموعة الضبابية بدالة انتماء تعكس ترتيبا معينا للعناصر الموجودة في المجموعة الشاملة ، بحيث تكون القيمة الرقمية لتلك الدالة تمثل رياضيا الصفة المميزة او التعبير اللغوي التي اوجدت على اساسها تلك المجموعة الضبابية.

الضبابية المثلثية Triangular fuzzy number [8]

هي من اكثر دوال الانتماء واكثرها شيوعا واستخداما وتمتلك هذه الدالة ثلاث معلمات اساسية والهدف منها تخصيص أقل كلفة للوصول إلى الحل الأمثل الضبابي المثلثي بحيث أي عدد ضبابي مثلثي يمكن تمثيله بواسطة ثلاثة أعداد حقيقية

$$\tilde{A} = (a_l, a, a_u)$$

ولتكن $\tilde{A}$ عبارة عن مجموعة الأرقام الضبابية وبالتالي يمكن الحصول عليها من تحقيق الصيغة التالية باستخدام دالة الانتماء (membership function)

$$\mu_{\tilde{A}}(X) = \begin{cases} \dfrac{x-a_l}{a-a_l} & a_l \le x < a \\ \dfrac{x-a_u}{a-a_u} & a \le x < a_u \end{cases}$$

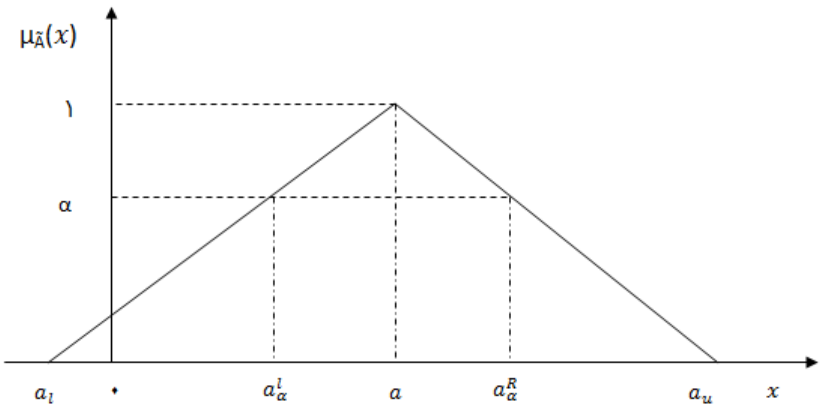
حيث أن

a_l: تمثل الحد الادنى

a : تمثل قيمة المركز

a_u : تمثل الحد الاعلى

كما يمكن التعبير عن الدالة المثلثية الضبابية بالشكل (1) التالي :



مسألة التخصيص الضبابية Fuzzy Assignment Model[11]

تعتبر مسألة التخصيص ضبابية عندما تكون التكاليف او الاوقات او الكفاءات لأداء المهام من قبل الاشخاص العاملين عليها ضبابية غير واضحة المعالم لذا يتطلب عندها معالجة هذه الحالة المبهمة من خلال تطبيق احدى الطرق الرياضيةالحديثة التي تعتمد على تحويل الحالة المبهمة الى حالة بسيطة اعتيادية يمكن تبعا لها تطبيق احدى طرق حل مسائل التخصيص التقليدية لغرض الوصول الى الحل الامثل.

وان الضبابية التي ظهرت في مسألة التخصيص هي واقع حقيقي نجده في الحياة الاعتيادية ، ويمكن تمثيل مسألة التخصيص الضبابية من خلال الجدول (2) ادناه :

المهام / الموظفين	المهمة ١	المهمة ٢	...	المهمة j	...	المهمة N
الموظف ١	$a_{١١}^l, a_{١١}, a_{١١}^u$	$a_{١٢}^l, a_{١٢}, a_{١٢}^u$	...	$a_{١j}^l, a_{١j}, a_{١j}^u$	...	$a_{١N}^l, a_{١N}, a_{١N}^u$
الموظف ٢	$a_{٢١}^l, a_{٢١}, a_{٢١}^u$	$a_{٢٢}^l, a_{٢٢}, a_{٢٢}^u$	...	$a_{٢j}^l, a_{٢j}, a_{٢j}^u$	...	$a_{٢N}^l, a_{٢N}, a_{٢N}^u$
⋮	⋮	⋮	⋱	⋮		⋮
الموظف i	$a_{i١}^l, a_{i١}, a_{i١}^u$	$a_{i٢}^l, a_{i٢}, a_{i٢}^u$	...	$a_{ij}^l, a_{ij}, a_{ij}^u$	...	$a_{iN}^l, a_{iN}, a_{iN}^u$
⋮	⋮	⋮		⋮	⋱	⋮
الموظف M	$a_{M١}^l, a_{M١}, a_{M١}^u$	$a_{M٢}^l, a_{M٢}, a_{M٢}^u$	...	$a_{Mj}^l, a_{Mj}, a_{Mj}^u$	...	$a_{MN}^l, a_{MN}, a_{MN}^u$

تقنية الترتيب الحصين Robust Ranking Method[13]

تعتبر تقنية الترتيب الحصين من التقنيات المهمة لحل مسألة التخصيص التي تكون ذات طبيعة ضبابية والتي تحقق خصائص التعويض والخطية والجمع وتوفر نتائج تتفق مع حدس الانسان وتم استخدام هذه الطريقة من قبلالعالمانالهنديان(A.Solairaju ,R.Nagarajan)في بحثهم المنشور سنة 2010 بعنوان (ComputingImprovedFuzzyOptimalHungarian AssignmentProblemswithFuzzyCostsunder Robust RankingTechniques) ويكون شكل الدالة على النحو التالي.

$$R(\tilde{a}) = \int_0^1 (0.5)(a_\alpha^L a_\alpha^U)d\alpha$$

حيث $(a_\alpha^L a_\alpha^U)$ هو مستوى القطع αللأعداد الضبابية من $\tilde{a}$ وبالصيغة الحسابية الاتية :

$$(a_\alpha^L a_\alpha^U) = \{(b-a)\alpha + a + c - (c-b)\alpha\}$$

الطريقة الهنجاريةHungarian Method [9],[10]

خطوات تطبيق هذه الطريقة لأقل التكاليف هي:

1. نطرح أقل قيمة في كل عمود من كل القيم في ذلك العمود.
2. ثم نطرح أقل قيمة في كل صف من كل القيم في ذلك الصف.
3. نغطي الأصفار (في الصفوف والأعمدة) بأقل عدد ممكن من المستقيمات الافقية والعمودية.
4. إذا كان عدد المستقيمات يساوي عدد صفوف الجدول فإننا نكون قد وصلنا الى الحل ونقوم بعملية التخصيص بأخذ القيمة الأصلية المناظرة للصفر في الجدول.
5. إذا كان عدد المستقيمات أقل من عدد صفوف الجدول، فإننا نختار أقل قيمة من القيم غير المغطاة ونطرحها من كل القيم غير المغطاة، ونظيف هذه القيمة الى نقاط تقاطع المستقيمات.
6. يجري تكرار التغطية حتى يتم التوصل الى عدد مستقيمات مساوي لعدد الصفوف أو الأعمدة.

نقوم بعملية التخصيص بأخذ القيمة الأصلية المناظرة للصفر في الجدول

الجانب التطبيقي

المقدمة :

لغرض استخدام طريقة الترتيب الحصين على مسألة التخصيص الضبابيةلذا سنقوم بتطبيق هذه الطريقةفي الشركة العامة للصناعات القطنية احدى شركات وزارة الصناعة والمعادن وهي من الشركات الكبيرة وذات الانتاج المتنوع والمتطور وتضم هذه الشركة التي تأسست عام 1945 اربعة مصانع ، وسيتم اخذ اربع انواع من المكائن الانتاجية التي تقوم كل ماكنة بانتاج نوع معين من المنتجات القطنية ، ماكنة انتاج الكابوي وماكنة انتاج بدلات العمل وماكنة انتاج الشاش والباندج وماكينة انتاج الدشاديش الرجالية والنسائية .

والهدف هو تخصيص اربعة عمال اصحاب كفاءات على المكائن، اذ كل عامل يمكنه انجاز العمل لمنتج معين بوقت مختلف عن المنتج الاخر باستخدام المكائن الاربع والجدول (3) ادناه يوضح الاوقات الضبابية (بالدقيقة) لكل عامل على كل ماكينة انتاج :

	ماكينة انتاج الكابوي	ماكينة انتاج بدلات العمل	ماكينة انتاج الشاش والباندج	ماكينة انتاج الدشاديش الرجالية والنسائية
عامل 1	146,230,424	146,240,434	166,260,454	140,195,489
عامل 2	163,263,457	160,200,394	166,260,454	160,210,404
عامل 3	146,300,494	146,195,380	140,195,380	158,252,446
عامل 4	160,200,394	130,197,391	160,210,404	140,196,310

وباستخدام الصيغ الحسابية لأسلوبالترتيب الحصين بالشكل التالي :

$$\mathrm{R}(\widetilde{11}) = R(146,230,424)$$

$$= \int_0^1 (0.5)\{(230-146)\alpha + 146 + 424 - (424-230)\alpha\}\mathrm{d}\alpha = 257.5$$

$$\mathrm{R}(\widetilde{12}) = R(146,240,434)$$

$$= \int_0^1 (0.5)\{(240-146)\alpha + 146 + 434 - (434-240)\alpha\}d\alpha = 265$$

$$R(\widetilde{13}) = R(166,260,454)$$

$$= \int_0^1 (0.5)\{(260-166)\alpha + 166 + 454 - (454-260)\alpha\}d\alpha = 285$$

$$R(\widetilde{14}) = R(140,195,489)$$

$$= \int_0^1 (0.5)\{(195-140)\alpha + 140 + 489 - (489-195)\alpha\}d\alpha = 254.8$$

وبتكرار الصيغة الحسابية اعلاه على كل مصفوفة التخصيص نحصل على الجدول (4) ادناه :

	ماكينة انتاج الكابوي	ماكينة انتاج بدلات العمل	ماكينة انتاج الشاش والباندج	ماكينة انتاج الدشاديش الرجالية والنسائية
عامل 1	257.5	265	285	254.8
عامل 2	286.5	238.5	285	246
عامل 3	310	229	227.5	277
عامل 4	238.5	228.8	246	210.5

وبتطبيق خطوات الطريقة الهنجارية على الجدول اعلاه ، اذ نطرح اقل قيمة من كل عمود فنحصل على الجدول (5) وكالاتي:

	ماكينة انتاج الكابوي	ماكينة انتاج بدلات العمل	ماكينة انتاج الشاش والباندج	ماكينة انتاج الدشاديش الرجالية والنسائية
عامل 1	19	36.2	57.5	44.3
عامل 2	48	9.7	57.5	35.5
عامل 3	71.5	0.2	0	66.5
عامل 4	0	0	18.5	0

ونطرح اقل قيمة من كل صف لنحصل على الجدول (6) وكالاتي:

	ماكينة انتاج الكابوي	ماكينة انتاج بدلات العمل	ماكينة انتاج الشاش والباندج	ماكينة انتاج الدشاديش الرجالية والنسائية
عامل 1	0	17.2	38.5	25.3
عامل 2	38.3	0	47.8	25.8
عامل 3	71.5	0.2	0	66.5
عامل 4	0	0	18.5	0

ولتساوي الخطوط التي تغطي الأصفار بأقل عدد ممكن مع عدد الصفوف اذ يمكن تخصيص كل ماكينة لكل عامل كما في الجدول (7) وبالشكل الاتي :

	ماكينة انتاج الكابوي	ماكينة انتاج بدلات العمل	ماكينة انتاج الشاش والباندج	ماكينة انتاج الدشاديش الرجالية والنسائية
عامل 1	⇨ 0	17.2	38.5	25.3
عامل 2	38.3	⇨ 0	47.8	25.8
عامل 3	71.5	0.2	⇨ 0	66.5
عامل 4	✕ 0	✕ 0	18.5	⇨ 0

$$Min\ (Z) = 146{,}230{,}424 + 160{,}200{,}394 + 140{,}195{,}380 + 140{,}196{,}310$$

$$= 586{,}821{,}1508$$

من الجدول اعلاه يمكن معرفة ان عملية التخصيص لكل عامل الى كل ماكينة هي من خلال القيم الصفرية في الجدول ، اذ ان العامل صاحبة الرمز 1 خصص الى ماكينة انتاج الكابوي والعامل صاحب الرمز 2 خصص الى ماكينة انتاج بدلات العمل والعامل صاحب الرمز 3 خصص الى ماكينة انتاج الشاش والباندج

والعامل صاحب الرمز 4 خصص الى ماكينة انتاج الدشاديش الرجالية والنسائية وتم اهمال القيم الصفري المشتركة بين الماكينة او المشتركة للعمال على اساس الحاجة .

وكذلك دالة الهدف تعطي القيمة الضبابية الكلية لأوقات عملية التخصيص من خلال تطبيق الطريقة اعلاه

الاستنتاجات والتوصيات

الاستنتاجات

تم تطبيق طريقة جديدة لحل مسألة التخصيص الضبابية التي تحدث في مواقف الحياة العملية . اذ تم اخذ الحالة الصناعية لتمثيل هذه الخوارزمية العددية من خلال اخذ اوقات تقريبية متمثلة بعدد ثلاثي غامض . وتم التوصل الى الحل الامثل باستخدام هذه الطريقة في ضوء عدم اليقين او الضبابية ، اذ خصصعامل واحدة لأداء عمل واحد فقط وفق ادنى الاوقات الضبابية من خلال تطبيق اسلوب الترتيب الحصين .

التوصيات

- استخدام طريقة الترتيب الحصين في حل انواع اخرى من المشاكل مثل الجداول الزمنية للمشروع ومشاكل النقل ومشاكل تدفق الشبكات لما لها من امكاني تحويل الحالة المبهمة او الغامضة الى حالة واضحة للحل بالطرق الاعتيادية .
- نوصي باستخدام الضبابية ذات الإبعاد الأربعة في مسألة التخصيص ووصف كلف التخصيص ذات الابعاد الرباعية.

المصادر

1. مقدمة في بحوث العمليات الجزء الاول(النماذج المحددة) للدكتور حمدي طه وتعريب الدكتور احمد حسين علي لسنة 2011
2. الفضل ، مؤيد عبد الحسين ، وشعبان ، عبد الكريم هادي ، (2003) ،"ترشيد القرارات الادارية وفق المنهج الكمي" ، دار زهراء للنشر ، الاردن ، عمان .
3. طعمة ، حسن ياسين ، (2008) ، "نماذج واساليب كمية في الادارة والتخطيط" ، دار صفاء للنشر والتوزيع ، الاردن ، عمان .
4. حمدان فتحي خليل ، ومرعي ، رشيق رفيق ، (2004) ،"مقدمة في بحوث العمليات" ، دار وائل للنشر ، عمان ، الاردن .
5. الشمرتي ، حامد سعد نور ، "بحوث العمليات مفهوم وتطبيقا".
6. رشيد ، ظافر حسين ، النجار، صباح مجيد ،" الاساليب الكمية للادارة ".
7. الرماحي ، علي حسين محمد ،"حل مشكلة اقصى تدفق ضبابي للمركبات في مدينة الديوانية باستعمال اسلوب البرمجة الخطية الضبابية" ، 2013.

8. Ramesh Kumar,B. (2012) on fuzzy transportation problem using triangular fuzzy numbers with modified revised simplex method, international journal of engineering science and technology(IJEST).
9. Babul Jana and tap an Kumar Roy .multi –objective linear programming and its application in transportation model (deemed university) Howard ,west-bengal,pin 711103,india received July 27,2004,accepted December 31,2004.
10. Ham day a. taha operation research 1th edition ,prentice hall international edition 2008.
11. Zadeh, la. (1965)fuzzy logic and its application academic press new York.
12. Hajj, Z. (1978)fuzzy programming and linear programming with several objective function fuzzy set syst. 1:45-55.

Nagarajan, R., Solairaju, A. (2010) Computing Improved Fuzzy Optimal Hungarian Assignment Problems with Fuzzy Costs under Robust Ranking Techniques , International Journal of Computer Applications. 6: 0975 – 8887.