مجلة جامعة تشرين – سلسلة العلوم الاقتصادية والقانونية

**اسم المقال:** تحليل شبكة PERT باستخدام تقديرات نظرية المجموعات الضبابية (دراسة حالة)
**اسم الكاتب:** د. سمير موسى حجير، د. عبد الهادي الرفاعي، غزوة الصرن
**رابط ثابت:** https://political-encyclopedia.org/library/3928
**تاريخ الاسترداد:** 2025/05/15 15:40 +03

الموسوعة السياسيّة هي مبادرة أكاديمية غير هادفة للربح، تساعد الباحثين والطلاب على الوصول واستخدام وبناء مجموعات أوسع من المحتوى العلمي العربي في مجال علم السياسة واستخدامها في الأرشيف الرقمي الموثوق به لإغناء المحتوى العربي على الإنترنت.
لمزيد من المعلومات حول الموسوعة السياسيّة – Encyclopedia Political، يرجى التواصل على info@political-encyclopedia.org

استخدامكم لأرشيف مكتبة الموسوعة السياسيّة – Encyclopedia Political يعني موافقتك على شروط وأحكام الاستخدام المتاحة على الموقع https://political-encyclopedia.org/terms-of-use

تم الحصول على هذا المقال من موقع مجلة جامعة تشرين – سلسلة العلوم الاقتصادية والقانونية – ورفده في مكتبة الموسوعة السياسيّة مستوفياً شروط حقوق الملكية الفكريّة ومتطلبات رخصة المشاع الإبداعي التي ينضوي المقال تحتها.

مجلة جامعة تشرين للدراسات و البحوث العلمية _ سلسلة العلوم الاقتصادية المجلد (25) العدد (5)2003
Tishreen University Journal for Studies and Scientific Research- Economic Science Series Vol (25) No (5) 2003

# تحليل شبكة PERT باستخدام تقديرات نظرية المجموعات الضبابية (دراسة حالة)

الدكتور سمير موسى حجير*
الدكتور عبد الهادي الرفاعي**
غزوة الصرن***

( قبل للنشر في 2003/6/11)

## □ الملخّص □

تلائم نظرية المجموعات الضبابية حالة نقص المعلومات وضبابيتها، التي تحد من القدرة على استخدام الطرائق الإحصائية في تقدير زمن تنفيذ أنشطة المشروع، فضلاً عن إهمال تلك الطرائق للعوامل النوعية المؤثرة على عامل الزمن، كما تمّكن هذه النظرية من تحويل العبارات اللغوية التي يستخدمها الخبراء في تقديراتهم إلى مقادير كمية ومقاييس رياضية.

يتجلى هدف البحث في تحليل شبكة PERT (أسلوب تقييم ومراجعة البرنامج) باستخدام المؤشرات المعدلة لتابع التوزيع الاحتمالي الخاضع له زمن النشاط، وذلك بعد إدخال تأثير العوامل النوعية عليها باستخدام نظرية المجموعات الضبابية، ومقارنته مع التحليل التقليدي لشبكة PERT الموضح عليها أنشطة مرحلة الإعداد والتجهيز لرحلة بحرية هادفة إلى نقل 3000 طن بالات مواد خام .

أشارت نتائج الدراسة إلى صحة فرض البحث الأساسي بأن تقديرات نظرية المجموعات الضبابية جيدة أكثر من تقديرات النظرية الاحتمالية، حيث كان زمن تنفيذ المشروع المقدر بالطريقة الضبابية أقرب إلى زمن تنفيذه الفعلي.

*أستاذ في قسم الإحصاء-كلية الاقتصاد-جامعة حلب-سورية .
**أستاذ مساعد في قسم الإحصاء -كلية الاقتصاد-جامعة تشرين – اللاذقية – سورية.
***طالبة دراسات عليا في قسم الإحصاء-كلية الاقتصاد-جامعة تشرين -اللاذقية – سورية .

مجلة جامعة تشرين للدراسات و البحوث العلمية _ سلسلة العلوم الاقتصادية المجلد (25) العدد (5)2003
Tishreen University Journal for Studies and Scientific Research- Economic Science Series Vol (25) No (5) 2003

# Analysis of PERT Network Using Estimations of Fuzzy Sets Theory (A Case Study)

**Dr. Sameer Hajeer***
**Dr. Abdul Hadi Al Rifai***[*]
**Ghazwa Alssarin*****

**(Accepted 11/6/2003)**

## □ ABSTRACT □

Fuzzy Sets Theory is convenient for analysis of incomplete and fuzzy information, which limits statistical ability to estimate activity duration. Besides, this theory's methods ignore the qualitative factors affecting the time of project completion. Moreover, the theory makes it possible to transform the linguistic terms used by experts into mathematical figures

The study seeks to analyze PERT (Program Evaluation and Review Technique) Network using modified parameters of probability distribution, to which project duration is subject. This is done by introducing the effect of qualitative factors through Fuzzy Sets Theory and comparing it with the traditional analysis of PERT network, which explains the steps of preparation for shipment of 3000 tons of raw material.

Results support the basic hypothesis of this study, which is that estimations of Fuzzy Sets Theory are better than those of the Theory of Probability, since estimated time of completion of the project by fuzzy method is closer to the time of actual completion.

[*] **Professor, Department Of Statistics Faculty Of Economics Aleppo University.Syria**
**** Associate Professor Department, Of Statistics Faculty Of Economics Tishreen University-Lattakia-Syria**
***** Scholar –Faculty Of Economics Tishreen University-Lattakia- Syria.**

## مقدمة:

تعد شبكة PERT التقليدية من الوسائل الإدارية الشائعة الاستخدام في تخطيط وجدولة ورقابة الأنشطة الخاصة بالمشروعات غير المحددة زمنياً، حيث تعتمد على النظرية الاحتمالية في تحليلها لعدم التأكد الذي يرافق زمن إنجاز أنشطة المشروع، وذلك باعتبار أن المدة الزمنية Duration التي يستغرقها النشاط لينجز تمثل متغيراً عشوائياً يخضع لتابع توزيع احتمالي معين ، عادة ما يكون من نوع بيتا Beta، بقيمة متوقعة $\overline{D}$ وبانحراف معياري σ.

وتتطلب عملية إيجاد وسطاء هذا التوزيع تقدير المؤشرات الثلاثة التالية:

- الزمن المتشائم Pessimestic Time : والذي يشير إلى المدة اللازمة لإنجاز النشاط إذا كانت الظروف سيئة ( عمالة قليلة، موارد أخرى محدودة جداً .... إلخ ) ويُرمّز له بـ: (b).
- الزمن المتفائل Optimistic Time : وهو الزمن اللازم لتنفيذ النشاط في ظروف مثالية ( عمالة متوفرة بشكل كبير، آلات ومعدات متوفرة أيضاً ... إلخ ) ويرمز له بـ (a).
- الزمن الأكثر احتمالاً Most likely Time : ويعبر عن الزمن المطلوب لإنجاز النشاط في ظروف طبيعية وعادية ويُرمّز له بـ (m).

وتتم عملية تقدير المؤشرات الثلاثة السابقة عادةً من قبل الخبراء والمتخصصين بمجال المشروع وبتوفر القيم التجريبية التي تتضمنها قاعدة بيانات، ولكن غالباً ما تكون هذه البيانات غير متوفرة، وإذا توفرت فإنها غير شاملة وغير دقيقة ولا تحوي جميع المتغيرات المستقلة Independent Variables المؤثرة على متغير زمن إنجاز أنشطة المشروع ، سواءً كانت هذه المتغيرات المستقلة متغيرات وصفية Qualitative Variables حيث تُستخدم التعابير اللغوية للتعبير عنها، أو متغيرات كمية. وكما أن هذه البيانات في حال توفرها فإنه تم الحصول عليها من مشروعات مشابهة للمشروع الذي نريد وضع خطة زمنية له، لكننا نعلم بأنه لا يوجد مشروعان متشابهان في الواقع، فالاعتماد على بيانات كهذه أو على تقديرات الخبرة في حال عدم توفر البيانات، يقودنا إلى عدم التأكد وعدم الدقة في التقدير، وبالتالي إلى ارتكاب الأخطاء، ونتائج حساب غير دقيقة، ومؤشرات خطة غير موثوق بقيمها، مما يؤدي إلى الخسائر والانحراف الكبير عما سيجري في الواقع.

من المعلوم أن عملية تقدير قيمة متغير تابع غالباً ما تتم بالاعتماد على العوامل الكمية المستقلة المؤثرة فيه دون اعتبار للعوامل النوعية المؤثرة فيه أيضاً. وعلى الرغم من أن نماذج الانحدار Regression Models تأخذ تلك العوامل النوعية بعين الاعتبار أثناء تقدير قيم متغير ما لكنها تعمد إلى ترميزها ترميزاً رقمياً ثنائياً أو ثلاثياً بناءً على وجود الصفة المدروسة في العنصر أو عدم وجودها بشكل مطلق، وليس على درجة وجودها، أي أن بناء نموذج الانحدار يعتمد على المنطق الثنائي الذي يقوم بدوره على أساس تحقيق إحدى نتيجتين متنافيتين، إما خاطئة False أو صحيحة True ( المحميد 1999 ).

إن من أهم محددات هذا المنطق أنه يتعامل مع علاقات محدودة وواضحة وليست علاقات ضبابية Fuzzy Relations غامضة وغير مؤكدة، مما يجعله قاصراً في وصف الواقع والأخذ بجميع البدائل الممكنة للمتغيرات النوعية.

ولَّد هذا القصور الحاجة إلى منطق جديد يتعامل مع نقص المعلومات وضبابيتها فكانت النتيجة ظهور المنطق الضبابي Fuzzy Logic ونظرية المجموعات الضبابية Fuzzy Sets theory التي تعالج عدم التأكد

المرافق للتقديرات الإحصائية بغض النظر عن الطريقة المستخدمة في عملية التقدير الإحصائي ( نماذج انحدار، مقاييس نزعة مركزية، مقاييس تشتت، احتمالات .... إلخ ). وسواء كانت هذه الطرائق تهمل العوامل النوعية أو تتناولها مستخدمة المنطق الثنائي. هذا وتكمن فائدة نظرية المجموعات الضبابية في أنها تمكن من وضع مقاييس رياضية للمصطلحات اللغوية التي تصف حالات المتغير النوعي لتستخدم في تقدير مؤشرات الظاهرة التي يؤثر فيها ذلك المتغير النوعي.

هذا وقد أثبتت نتائج الدراسة صحة ذلك الفرض الأساسي بأن تقديرات نظرية المجموعات الضبابية تتمتع بمعايير جودة التقديرات الإحصائية أكثر من تقديرات النظرية الاحتمالية.

ولتوضيح ما سبق سنتعرض في هذا البحث إلى تقدير ($\sigma_i$ و $\overline{D_i}$) لتوابع التوزيع الاحتمالية الخاضعة لها أزمنة أنشطة المشروع وذلك بالاعتماد على النظرية الضبابية واستخدام تلك المؤشرات في تحليل شبكة PERT زمنياً، ومقارنة نتائج ذلك التحليل مع تلك التي تم الحصول عليها بتحليل شبكة PERT اعتماداً على النظرية الاحتمالية، وذلك بدراسة حالة تطبيقية على مرحلة الإعداد والتجهيز لرحلة بحرية يتم من خلالها نقل 3000 طن بالات مواد خام.

## مشكلة البحث:

يعتبر التأخير في تنفيذ المشروعات نتيجة حتمية للتقديرات المتحيزة وغير الفعالة لمؤشرات الخطة الزمنية اللازمة لتنفيذها، والتي تقدر غالباً بالاعتماد على الخبرة والآراء الشخصية، ونادراً ما يتبع الأسلوب العلمي في تقديرها.

سنعتمد في هذا البحث على طريقة جديدة في تقدير تلك المؤشرات تجعلها أقرب ما تكون لقيم مؤشرات الخطة الزمنية الفعلية من التقديرات الناتجة عن الخبرة والطرائق الإحصائية وذلك باستخدام نظرية المجموعات الضبابية في عملية التقدير، بغية استخدامها في تحليل شبكة PERT للحالة المدروسة، لجعل هذا التحليل تحليلاً موضوعياً، يُعتمد عليه في تقدير المؤشرات الخاصة بالموارد المختلفة ( عمالة، آلات، معدات، مواد ... إلخ ) التي يحتاجها المشروع لينجز. الأمر الذي يقضي على حدوث التأخير الناجم عن عدم جودة التقديرات، مما يجنب إدارة المشروع الالتزامات المالية والمادية الإضافية الناجمة عن التأخير في عملية الإنجاز.

## أهمية البحث:

تهمل النظرية الاحتمالية أثناء تقدير المدة الزمنية اللازمة لإنجاز أنشطة المشروع العوامل النوعية المؤثرة على متغير الزمن ( كالظروف الجوية المحيطة بعملية تنفيذ النشاط، عوامل الخبرة والمهارة اليدوية والعملية التي تتمتع بها الموارد البشرية المنفذة للمشروع والمشرفة عليه، جودة الموارد الأخرى المستخدمة في عملية التنفيذ، كالآلات والمعدات وكفاءة أدائها... إلخ ). مما يجعل من تحليل شبكة PERT المتعارف عليه تحليلاً قاصراً غير مؤكد، نظراً لاعتماده على تقديرات غير دقيقة لا تتمتع بمعايير جودة التقدير وربما تكون خاطئة مما يقود إلى التأخير في إنجاز المشروع وخسائر مادية ناجمة عنه متمثلة بـ :

- كلفة يد عاملة متزايدة.

- تأخر الحصول على العائد المنتظر من المشروع والتدفق النقدي الذي يفترض أن يذهب لتسديد الالتزامات المادية التي على عاتق الإدارة، أو يدخر بغية استثماره لتوسيع المشروع، وتجديد الطاقات الإنتاجية في المستقبل.
- التزامات مالية إضافية ناتجة عن ارتفاع مستوى أسعار المواد المستخدمة في عملية التنفيذ، ارتفاع أسعار صرف العملات الأجنبية مثلاً إذا كانت المواد المستخدمة في عملية التنفيذ مواد مستوردة من الخارج فإن ارتفاع سعر صرف العملة الأجنبية سيزيد من قيمتها وبالتالي من التزامات المشروع المادية، ارتفاع سعر الفائدة على القروض المصرفية. فإذا كان المشروع ممول عن طريق قرض مصرفي وتأخر إنجازه لفترة زمنية لابأس بها حيث كان من المفترض أن يبدأ تشغيل المشروع وتسديد قسط من القرض مع فوائده خلال هذه الفترة فإن ارتفاع سعر الفائدة سيزيد من قيمة الفائدة المترتبة على ذمة المشروع والمستحقة خلال هذه الفترة.
- التزامات مادية ناتجة عن تغيير القوانين والتشريعات الناظمة التي تشمل مجال عمل المشروع و تعيق عملية تنفيذه.

تمكنت نظرية المجموعات الضبابية التي تُستخدم أينما وجدت الحاجة للتقدير ( رقابة جودة ضبابية، دراسات تسويقية، اتخاذ قرارات إدارية باستخدام البرمجة الخطية الضبابية، تقدير الإنتاجية، جدولة المشروعات زمنياً، تقدير مؤشرات توابع التوزيع الاحتمالية ... إلخ ( ASAI, 1995 ) ) من معالجة فشل النظرية الاحتمالية في تقديم تقديرات دقيقة لمتغير زمن إنجاز المشروع من خلال تعديل قيم مؤشرات توابع التوزيع الاحتمالية التي تخضع لها أزمنة أنشطة المشروع باعتبار العوامل النوعية المذكورة سابقاً والمؤثرة على عامل الزمن، حيث يقود ذلك إلى تقديرات دقيقة وحسابات دقيقة ونتائج تحليل أقرب ما يكون إلى الواقع والظروف التي ستحيط بعملية التنفيذ.

فأهمية البحث تنبع من أهمية نظرية المجموعات الضبابية في تقديم تقديرات دقيقة لأزمنة الأنشطة نظراً لأن اقتصادية أي مشروع تتوقف على الدقة في الحسابات والدراسات التي تتم في المرحلة الأولى قبل تنفيذه والتي تؤدي إلى إنجاز المشروع في الوقت المحدد له دون تأخير يذكر متفادين بذلك الخسائر المادية للتأخير المذكورة سابقاً.

## فروض البحث

يعتمد البحث على الفرض الأساسي التالي:

إن تقديرات نظرية المجموعات الضبابية ذات جودة أكثر من تقديرات النظرية الاحتمالية.

أي أن فروض البحث الثانوية هي:

- تقديرات النظرية الاحتمالية غير فعالة.
- تقديرات النظرية الاحتمالية متحيزة.

## الهدف من البحث:

يتجلى هدف البحث فيما يلي:

تحليل شبكة PERT بقيم مؤشرات تابع التوزيع الاحتمالي ($\sigma_i$ و $\overline{D_i}$) المقدرة استناداً إلى نظرية المجموعات الضبابية وذلك من خلال دراسة حالة تطبيقية لمشروع يمثل مرحلة الإعداد والتجهيز للرحلة البحرية الهادفة إلى نقل 3000 طن بالات مواد خام ذهاباً، مع العلم بأنه لا يوجد بحث علمي قد تناول هذا التحليل أو هذه الحالة المدروسة.

تحليل شبكة PERT بقيم مؤشرات تابع توزيع بيتا الاحتمالي كما هو معروف ومقارنة نتائج التحليلين السابقين، ومعرفة مدى تأثير إدخال العوامل النوعية بجميع البدائل الممكنة لها على المسار الحرج ( Critical path)، الأوقات الفائضة، زمن تنفيذ المشروع.

## شبكة PERT التقليدية:

يتم تحليل شبكة PERT تحليلاً هيكلياً وزمنياً حيث يقدم التحليل الهيكلي عرضاً شاملاً لمجال عمل المشروع من خلال تقسيم تنفيذ المشروع إلى أنشطة ومهام جزئية تحتاج إلى موارد وزمن أو زمن لتنفذ، أي يتم تحديد بنية تقسيم العمل للمشروع، وعرضه بشكل بياني على مخطط شبكي يوضح العلاقات بينها وتسلسلها وكيفية سير العمل أثناء عملية تنفيذ المشروع. ونشير إلى أن هذا التحليل الهيكلي لا يختلف باختلاف النموذج الشبكي المستخدم في عملية التخطيط بل يتوجب على كل مخطط القيام بهذا التحليل بغض النظر عن طبيعة النظام الذي سيعتمده في إعداد التحليل الزمني للمشروع ( نظام موجه للأنشطة، نظام موجه للأحداث، نظام مختلط ).

أما التحليل الزمني فيشكل مرحلة هامة من التحليل الشبكي غايتها تحديد زمن المشروع اللازم لتنفيذه. حيث يتطلب هذا التحليل في شبكة PERT تقدير a,m,b لحساب القيمة المتوقعة $\overline{D}_{ij}$ والتباين والانحراف المعياري $\sigma_{ij}$ لتابع توزيع بيتا الاحتمالي وذلك لجميع أنشطة المشروع باستخدام المعادلتين التاليتين ( زايد، 1997 ):

$$\bar{D}_{ij} = \frac{a+4m+b}{6} \qquad (1)$$

$$\sigma_{ij} = \frac{b-a}{6} \qquad (2)$$

تبدأ بعد ذلك حسابات المسار الأمامي لتحديد الأزمنة المبكرة لأحداث الشبكة وحسابات المسار الخلفي لتحديد الأزمنة المتأخرة لتلك الأحداث اعتماداً على العلاقتين (3) و (4) على التوالي [ زايد،1997]:

$$E_j = \underset{i}{Max}[E_i + \bar{D}_{ij}] \qquad i \le j,\ 1 \le j \le n+1 \qquad (3)$$

$$L_i = \underset{j}{Min}[L_j - \bar{D}_{ij}] \qquad i \le j,\ 0 \le i \le n+1 \qquad (4)$$

حيث أن : $E_j$ الزمن المبكر لوقوع الحدث j.

$L_i$ الزمن المتأخر لوقوع الحدث i.

ولتحديد المسار الحرج تحسب الأوقات الفائضة لكل من الأحداث والأنشطة باستخدام المعادلتين (5) و (6) على التوالي (زايد، 1997 ):

$$S_i = L_i - E_i \qquad (5)$$

$$TF_{ij} = L_j - E_i - \bar{D}_{ij} \qquad (6)$$

حيث أن : $S_i$ الزمن الفائض للحدث رقم i .

$T F_{ij}$ الزمن الفائض الكلي للنشاط ( i, j ) .

هذا ويعد الحدث حرجاً إذا كان $S_i = 0$ بينما يكون النشاط حرجاً إذا انعدمت قيمة $T F_{ij}$ عندئذ يكون الزمن المحدد لإنجاز المشروع T هو قيمة En الزمن المبكر للحدث رقم ( n ) الأخير في الشبكة الذي لا ينطلق منه أي

سهم ممثلاً لنشاط معين أي:

$$T = E_n = L_n \qquad (7)$$

حيث أن: $L_n$ الزمن المتأخر لوقوع الحدث رقم n ، والتي تساوي إلى مجموع القيم المتوقعة للأنشطة الحرجة كما أن الانحراف المعياري لزمن المشروع هو مجموع الانحرافات المعيارية لتلك الأنشطة الحرجة أيضاً.

## نظرية المجموعات الضبابية :

تعد المجموعة الضبابية تطوراً واسعاً للمجموعة المحددة Crisp Setالتي تعتبر انتماء العنصر إليها كلياً أي له درجة انتماء مساوية للواحد وخلاف ذلك فإن العنصر لا ينتمي إلى المجموعة حيث درجة انتمائه معدومة، بينما في المجموعة الضبابية فإن لكل عنصر درجة انتماء تتراوح بين الصفر والواحد (Langford, 1999)، حيث يدل الصفر على انعدام درجة الانتماء، في حين يعني الواحد أن درجة انتماء العنصر للمجموعة تامة بينما تمثل القيم بين حدي المجال [0-1] درجات الانتماء الجزئي لعناصر المجموعة.

وتكتب المجموعة الضبابية A بالشكل التالي:

$$A = \{\chi_1 \mid a(\chi_1), \chi_2 \mid a(\chi_2) ....., \chi_n \mid a(\chi_n) \ \} (8)$$

حيث أن : $x_1 ..... x_n$ عناصر المجموعة A.

a $(x_i)$ : درجة انتماء العنصر $x_i$ إلى المجموعة A، والتي تقدر بالاعتماد على الخبرة الشخصية أو بالاستعانة بخبراء متخصصين في مجال عمل المشروع، حيث تعدل هذه الدرجة بتكرار استخدام هذه الطريقة في المشروعات.

وعندما a $(x_i) = 0$ فإن العنصر $x_i$ لا ينتمي إلى المجموعة A.

a $(x_i) = 1$ فإن العنصر $x_i$ ينتمي إلى المجموعة بدرجة انتماء تامة.

$0 <$ a $(x_i) < 1$ فإن العنصر $x_i$ ينتمي إلى المجموعة بدرجة انتماء جزئية.

ولتوضيح كيفية تحويل التعبير اللغوي الذي يصف متغيراً نوعياً إلى مجموعة ضبابية نورد المثال التالي:

نفرض أن المتغير النوعي X هو مستوى خبرة اليد العاملة المستخدمة في تنفيذ النشاط، يمكننا أن نصف ذلك المتغير بـ 5 تعابير وصفية هي: ممتاز، جيد، وسط، ضعيف، معدوم. وكل تعبير لغوي هو مجموعة ضبابية تمثل خاصة معينة تحوي عناصر بدرجات انتماء ضبابية، فعندما تكون X=1 فالخبرة عالية والعامل يستحق الدرجة 10 من 10 بينما تشير X=0 إلى الخبرة المعدومة. وإذا جزأنا مجال الخبرة إلى أجزاء كل منها 0.1 يمكننا أن نكتب المجموعة الضبابية الخاصة بكل تعبير لغوي، فمثلاً التعبير اللغوي مستوى خبرة ممتاز يمثل بمجموعة ضبابية كما يلي:

الخبرة الممتازة = { $X_1 = 1 / a(X_1) = 1, X_2 = 0.9 / a(X_2) = 0.9, X_3 = 0.8 / a(X_3) = 0.7, X_4 = 0.7 / a(X_4) = 0.5, X_5 = 0.6 / a(X_5) = 0.1, X_6 = 0.5 / a(X_6) = 0, X_7 = 0.4 / a(X_7) = 0, X_8 = 0.3 / a(X_8) = 0, X_9 = 0.2 / a(X_9) = 0, X_{10} = 0.1 / a(X_{10}) = 0, X_{11} = 0 / a(X_{11}) = 0$}.

وتكتب هذه المجموعة اختصاراً كما يلي:{1/1,0.9/0.9,0.8/0.7,0.7/0.5,0.6/0.1} وهكذا بالنسبة إلى كل تعبير لغوي يصف خبرة العمالة حيث نحصل على 5 مجموعات ضبابية جزئية ممثلة للتعابير الوصفية السابقة،

ويمثل اجتماع هذه المجموعات المجموعة الضبابية الشاملة X التي تحوي جميع العناصر بدرجات انتماء غير صفرية.

## العمليات على المجموعات الضبابية:

بعد تحديد التعابير اللغوية التي تصف المتغيرات النوعية وكتابتها على شكل مجموعات ضبابية يمكن من خلالها تشكيل علاقات ضبابية بإجراء عمليات التقاطع والاجتماع عليها وحساب المجموعة المرافقة. كما يلي (KOSKO,1997):

**التقاطع:** تقاطع مجموعتين ضبابيتين A,B الجزئيتين من المجموعة الشاملة X هو مجموعة ضبابية تحوي العناصر x بدرجات انتماء تحقق العلاقة التالية:

$$t(AandB) = Min\big(t(A), t(B)\big) \qquad (9)$$

**الاجتماع:** اتحاد مجموعتين ضبابيتين A,B الجزئيتين من المجموعة الشاملة X هو مجموعة ضبابية لها عناصر xبدرجات انتماء يحددها التابع التالي:

$$t(AorB) = Max\big(t(A), t(B)\big) \qquad (10)$$

**المجموعة المرافقة لمجموعة ضبابية:** هي مجموعة ضبابية لها نفس عناصر المجموعة الأساسية ولكن بدرجات انتماء مختلفة تحسب من العلاقة التالية:

$$\bar{a}(x_i) = 1 - a(x_i) \qquad (11)$$

حيث $\bar{a}(x_i)$ درجة انتماء العنصر $x_i$ إلى المجموعة المرافقة $\bar{A}$ .

**العلاقة الضبابية** : إذا كان A مجموعة ضبابية جزئية من المجموعة الشاملة X، و B مجموعة ضبابية جزئية من المجموعة الشاملة Y فإن العلاقة الضبابية بين A و B تمثل الجداء الديكارتي لهما الذي له تابع الانتماء التالي (Asai, 1995):

$$t_{R(x_i,y_j)} = t_{AXB}(x_i, y_j) = a(x_i) \wedge b(y_j) \qquad (12)$$

حيث $R(x_i,y_j)$ : علاقة ضبابية بين X, Y

$\Lambda$ : يشير هذا الرمز إلى القيمة الدنيا

$t_{A \times B}(x_i, y_j)$ تدل على درجة الانتماء لكل زوج من العناصر، ويعبر عنها بشكل مصفوفي كما يلي:

| | B | | |
|---|---|---|---|
| R = ( A × B) | $y_1$ ---------- | $y_j$ ---------- | $y_n$ |
| | | | |

| | | |
|---|---|---|
| A | $X_1$ | Min ( $a(X_1)$, $b(Y_1)$ ) --- Min ( $a(X_1)$, $b(Y_j)$ ) - - - - - Min ($a(X_1)$,$b(Y_n)$ ) |
| | $X_i$ | Min ( $a(X_i)$, $b(Y_1)$ ) --- Min ( $a(X_i)$, $b(Y_j)$ ) - - - - - Min ($a(X_i)$,$b(Y_n)$ ) |
| | $X_n$ | Min ( $a(X_n)$, $b(Y_1)$ ) --- Min ( $a(X_n)$, $b(Y_j)$ ) - - - - -Min ( $a(X_n)$, $b(Y_n)$ ) |

هذا ويمكننا أن نجري العمليات السابقة على العلاقات الضبابية نفسها باستخدام المعادلات التالية:

$$\underset{K=1}{\overset{n}{U}} R_K(x_i, y_j) = \underset{K=1}{\overset{n}{\vee}} \left[ t_{R_K}(x_i, y_j) \right] \qquad (13)$$

حيث : $\underset{K=1}{\overset{n}{U}} R_K(x_i, y_j)$ : اتحاد العلاقات الضبابية بين العناصر Y,X.

$\vee$ : يشير هذا الرمز إلى القيمة العظمى.

$t_{R_K}(x_i, y_j)$ : درجة انتماء الزوج $X_i$, $Y_j$

$$\underset{K=1}{\overset{n}{\cap}} R_K(x_i, y_j) = \underset{K=1}{\overset{n}{\wedge}} \left[ t_{R_K}(x_i, y_j) \right] \qquad (14)$$

حيث أن: $\underset{K=1}{\overset{n}{\cap}} R_K(x_i, y_j)$ : تقاطع العلاقات الضبابية بين العناصر Y, X

$\wedge$ : يشير إلى القيمة الدنيا

كما أن العلاقة المرافقة لعلاقة ضبابية لها تابع انتماء من الشكل:

$$t_{\bar{R}}(x_i y_j) = 1 - t_R(x_i, y_j) \qquad (15)$$

## التركيب الضبابي:

علاقة ضبابية ناتجة عن تركيب علاقتين ضبابيتين، إذا كان A مجموعة ضبابية جزئية من المجموعة الشاملة X، و B مجموعة ضبابية جزئية من المجموعة الشاملة Y، و C مجموعة ضبابية جزئية من المجموعة الشاملة Z . ولتكن R العلاقة الضبابية بين A و B، و T علاقة ضبابية أخرى بين B و C، فالعلاقة الضبابية بين A و C هي التركيب الضبابي لـ R و T يعبر عنها تابع الانتماء التالي:

$$t_{TOR}(x_i, z_K) = \underset{Yj}{Max}\left[ Min \;\; t_R(x_1, y_j), t_T(y_j, z_K) \right] \qquad (16)$$

حيث : $t_{TOR}(x_i, z_K)$: تشير إلى درجة انتماء الزوج ( $x_i$, $z_k$ ) إلى التركيب الضبابي وسنوضح كيفية تطبيق هذه المعادلات على الحالة المدروسة في الملحق.

**<u>خوارزمية طريقة التحليل المقترحة</u>**

نتبع مجموعة الخطوات الآتية بغية تحقيق التحليل المقترح لشبكة PERT :

- نقوم بتحليل المشروع تحليلاً هيكلياً بغية تحديد الأنشطة المكونة له وتحديد علاقات الأسبقية بين أنشطة المشروع. لإعداد المخطط الشبكي وفقاً لهذه العلاقات.
- نقوم بحساب التقديرات الزمنية الثلاثة لكل نشاط من أنشطة المشروع.

- تحديد العوامل النوعية المؤثرة على مدة تنفيذ كل نشاط من الأنشطة في المشروع . تصنيف كل عامل من العوامل النوعية إلى حالات معينة وتحديد تواتر حدوث كل حالة من الحالات السابقة وتأثيرها السلبي على مدة تنفيذ النشاط وذلك باستخدام تعابير لغوية.
- تحويل التعابير اللغوية السابقة إلى مجموعات ضبابية باستخدام المجموعات الضبابية التالية التي تعد من أشهر المجموعات استخداماً (حمزة علي، 2002 ) :

| التعبير اللغوي | المجموعة الضبابية المعبرة عنه |
|---|---|
| كبير جداً | {0.8/0.25, 0.9/0.8, 1/1} |
| كبير | {0.8/05, 0.9/0.9, 1/1} |
| وسط | {0.3/0.2, 0.4/0.8, 0.5/1, 0.6/0.8, 0.7/0.2} |
| صغير | {0/1, 0.1/0.9, 0.2 / 0.5 } |
| صغير نوعا ماً | {0/1, 0.1/0.88, 0.2/0.42} |
| صغير جداً | {0/1, 0.1/0.81, 0.2/ 0.25} |

- إيجاد الجداء الديكارتي الذي يطلق عليه العلاقة الضبابية بين كل مجموعتين ضبابيتين جزئيتين الأولى جزئية من المجموعة الشاملة F لتواتر حدوث حالة معينة، والثانية جزئية من المجموعة الشاملة للتأثير السلبي C لتلك الحالة على زمن تنفيذ النشاط وكتابة ذلك بالشكل المصفوفي كما هو وارد سابقاً .
- بعد أن نحصل على جميع العلاقات الضبابية و لكافة الحالات و لكافة المتغيرات النوعية نقوم بإيجاد التأثيرات الإجمالية لتلك العوامل النوعية المؤثرة على زمن تنفيذ النشاط وذلك من خلال اتحاد العلاقات الضبابية المحددة مع بعضها البعض حيث تتم عملية الاتحاد بإيجاد الاجتماع لتلك العلاقات باستخدام المعادلة رقم (13) فنحصل على العلاقة T التي تحوي على جميع أجزاء المجال [1-0] .
- نوجد العلاقات الضبابية الغامضة بين النتائج السلبية للتأثيرات على زمن تنفيذ النشاط و بين الزمن المعبّر عنهما بتعابير لغوية حوّلت إلى مجموعات ضبابية حيث عناصر المجموعات الضبابية المعبرة عن الزمن هي ( a,b,m).
- إيجاد اتحاد العلاقات الضبابية الناتجة في الخطوة السابقة باستخدام المعادلات (13) فنحصل على العلاقات الضبابية R الحاوية على جميع أجزاء المجال[ 1-0] .
- أصبح لدينا R علاقة ضبابية بين F و C، و T علاقة ضبابية بين C و D، فالعلاقة الضبابية بين F و D نحصل عليها من خلال إيجاد التركيب الضبابي بين R و T باستخدام المعادلة رقم (16) .
- لاختيار المجموعة الجزئية الضبابية لمدة تنفيذ النشاط آخذين بالاعتبار تأثير العوامل كافة نعمد إلى حساب جداء مجموع عناصر كل سطر في المصفوفة TOR بالتكرار المقابل له (أي بتواتر الحدوث المقابل ) فتكون درجات الانتماء لعناصر المجموعة الضبابية التي تمثل مدة تنفيذ النشاط هي المقابلة لأكبر قيمة من قيم الجداء السابق أي :

$$\sum_{j=1}^{m} TOR_{1j} \times F_1$$

$$\sum_{j=1}^{m} TOR_{2j} \times F_2$$

.

.

$$\sum_{j=1}^{m} TOR_{nj} \times F_n$$

$$a(X_i) = \underset{i}{MAX} \sum_{j=1}^{m} TOR_{1j} \times F_i$$

نحسب تابع التوزيع الاحتمالي لزمن النشاط بناء على تلك المجموعة الضبابية من خلال حساب احتمال أن يكون زمن النشاط مساوياً لكل عنصر من عناصر المجموعة كما يلي:

$$\mathrm{P}(D = x_1) = a(x_1) / \sum_{i=1}^{n} a(x_i)$$

$$\mathrm{P}(D = x_n) = a(x_n) / \sum_{i=1}^{n} a(x_i)$$

فنحصل على جدول تابع توزيع كما يلي:

| Xi | $X_1$ | $X_2$ - - - - - - $X_n$ | $\Sigma$ |
|---|---|---|---|
| a (xi) | $a(x_1)$ | $a(x_2)$ - - - - - $a(x_n)$ | ----- |
| p(xi) | $p(x_1)$ | $p(x_2)$ - - - - - - $p(x_n)$ | 1 |

- نحسب قيم مؤشرات تابع التوزيع الاحتمالي السابق باستخدام العلاقات التالية:

القيمة المتوقعة للتوزيع $\bar{D} = \sum_{i=1}^{n} x_i p(x_i)$

التباين $\sigma^2 = \sum_{i=1}^{n} x_i^2 p(x_i) - (\overline{D})^2$

$$\sigma = +\sqrt{\sigma^2}$$

نستخدم القيمة الجديدة في تحليل شبكة PERT زمنياً وإعداد الخطة الزمنية للمشروع كما هو متعارف عليه في الشبكة التقليدية.

نشير أخيراً الى ان قيم المؤشرات الجديدة لا تتأثر بالتغيرات الطفيفة في قيم درجات الانتماء و انما تتأثر بنوع العلاقة الغامضة R بين الزمن و بين نتائج التأثر السلبي للعامل النوعي المدروس .

نقدم كتطبيق على هذه الخوارزمية دراسة حالة ونورد في الملحق توضيحاً لايجاد قيم مؤشرات تابع التوزيع الاحتمالي الذي يخضع له زمن النشاط وذلك من خلال التطبيق على النشاط A

## دراسة حالة:

المشروع المدروس هو مرحلة الإعداد والتجهيز لرحلة بحرية يتم من خلالها نقل 3000 طن من بالات المواد الخام ( قطن، دخان، خيوط ) حيث تزن كل بالة طناً واحداً، وتعود ملكية قسم من البضاعة التي ستشحن إلى القطاع العام والقسم الآخر إلى القطاع الخاص حيث تعود أوامر الشحن للبضاعة الخاصة بالقطاع الخاص لعدة تجار بينما تعود أوامر الشحن لبضاعة القطاع العام لإدارات عدة شركات عامة. والتحليل الهيكلي للمشروع المدروس يقوم على تحديد الأنشطة لهذه المرحلة من الرحلة البحرية والعلاقات بينها كما يلي:

**النشاط A** : صدور أوامر الشحن وقبولها من قبل الربان حيث توضح هذه الأوامر البضاعة المراد شحنها وملكيتها، ومواصفاتها، ولكي يتم صدور هذه الأوامر من قبل الشاحن يتطلب ذلك الحصول على جميع الموافقات الجمركية والتصديرية لكل نوع من البضاعة وهذا الأمر يختلف من دولة لأخرى من حيث الإجراءات والوثائق المطلوبة لذلك، وغالباً ما يصدر قبل عودة السفينة من رحلة سابقة، لكن عملية قبول الربان للأمر الصادر هي المستهدف من هذا النشاط.

**النشاط B :** معاينة البضاعة المراد شحنها: بعد قبول البضاعة من قبل الربان بحالتها الراهنة بمجرد قبوله لأوامر الشحن الصادرة، فإنه يحق له قبول البضاعة أو رفض جزء أو كل البضاعة غير المطابقة للمواصفات المنصوص عليها في العقد الموقع بين مالك السفينة والمستأجر والذي يوضح الحالات التي يمكن للربان فيها أن يقبل البضاعة.

**النشاط C** : تنظيف العنابر وإعدادها: حيث يتم كنس العنبر جيداً من مخلفات الشحن السابقة ويتم غسله جيداً بالمياه المالحة أولاً ثم العذبة، ويترك بعدها العنبر ليجف بواسطة وسائل التهوية أو يرش بنشارة الخشب.

**النشاط D :** تزويد السفينة بالمؤن ومستلزمات السفر: كالوقود والمياه والطعام والمواد الطبية وغير ذلك.

**النشاط E** : ترصيف السفينة: دخول السفينة إلى الرصيف المخصص لها استعداداً لعملية التحميل.

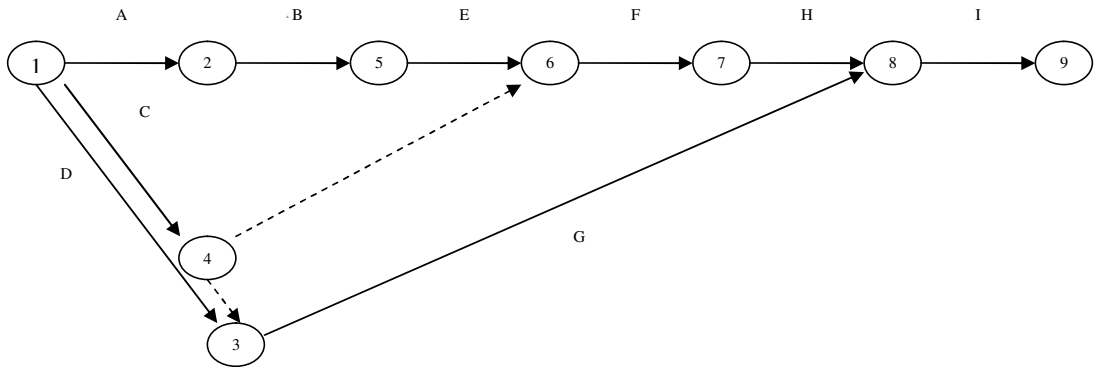
**النشاط F :** تحميل وتستيف: نقل البضاعة من الشاحنات التي تأتي إلى قرب السفينة إلى عنابر السفينة بواسطة رافعات من المرفأ أو من السفينة حيث يقوم عمال التستيف بعدئذ بتستيف البضاعة في العنابر بناء على تعليمات الضابط الأول المسؤول عن توزيع الحمولات في السفينة وفقاً لخطة التستيف المقررة وبالشكل الذي يراعي فيه اتزانية السفينة والحفاظ على سلامتها وسلامة البضاعة ومع الأخذ بعين الاعتبار خطة التفريغ المقررة للبضاعة المحمولة.

**النشاط G :** الكشف على السفينة: وذلك بغية التأكد من جميع الشهادات للسفينة، وتفحص أجهزة الحريق والمواد الطبية وغيرها، وكشف أي نقص في السفينة ومعداتها.

**النشاط H :** التحزيم: يتم بعد الانتهاء من أعمال النقل والتستيف وذلك من قبل الشركة مالكة السفينة أو من قبل مكتب مختص بذلك

**النشاط I** : إصدار بوالص الشحن والأمر بالإبحار: يتوقف هذا النشاط على الأحوال الجوية وعلى جاهزية السفينة واللجنة المصدرة لبوالص الشحن

سحة




**الشكل (1) شبكة المشروع المدروس**

**جدول رقم (1) : علاقات الأسبقية والمؤشرات المقدرة لتابع التوزيع الاحتمالي وفق النظرية الضبابية والاحتمالية**

**الواحدة: ساعة عمل**

| رمز النشاط | نشاط سابق | نشاط لاحق | b | m | a | العامل النوعي المدروس | المؤشرات المقدرة لتابع التوزيع الاحتمالي كما في النظرية الاحتمالية | | المؤشرات المقدرة لتابع التوزيع الاحتمالي وفق نظرية المجموعات الضبابية | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | | | | | $\overline{D_i}$ | $\sigma_i$ | $\overline{D_i}$ | $\sigma_i$ |
| A | . | D,C.B | 48 | 24 | 12 | مهارة يدوية وعملية | 26 | 6 | 15.996 | 5.655 |
| B | A | E | 72 | 37 | 24 | خبرة مشرفين | 40.667 | 8 | 28.329 | 6.127 |
| C | A | G,F | 48 | 30 | 24 | خبرة عمالة، ظروف جوية | 32 | 4 | 25.002 | 2.238 |
| D | A | G | 48 | 20 | 8 | خبرة القائمين بالعمل | 22.667 | 6.667 | 11.996 | 5.655 |
| E | B | F | 48 | 25 | 20 | ظروف جوية، مشغولية الميناء | 28 | 4.667 | 23.335 | 2.356 |
| F | E,C | H | 168 | 120 | 48 | خبرة عمالة، ظروف | 116 | 20 | 159.984 | 17.9 |

| | | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | | جوية | | | | | | |
| 0.497 | 1.444 | 0.667 | 2.333 | خبـــــرة مشرفين | 1 | 2 | 5 | I | D,C | G |
| 0.373 | 2.167 | 0.667 | 3.333 | خبـــــرة عمالـــة، ظـــروف جوية | 2 | 3 | 6 | I | F | H |
| 0.373 | 1.167 | 0.833 | 2.5 | مهـــــارة يدويـــة، ظـــروف جوية | 1 | 2 | 6 | . | G,H | I |

المصدر: جمعت البيانات الخاصة بـ a,m,b بأسلوب المقابلة من قبل الباحث.

يوضح الجدول رقم (1) علاقات الأسبقية بين أنشطة المشروع المدروس، والعوامل النوعية المؤثرة على زمن كل نشاط وحساب القيمة المتوقعة والتباين للتقديرات الزمنية وفقاً لكل من النظرية الاحتمالية(توزيع بيتا) ونظرية المجموعات الضبابية، حيث نجد أن جميع قيم المؤشرات المقدرة وفق النظرية الضبابية أصغر من تلك المقدرة وفق النظرية الاحتمالية باستثناء القيمة المتوقعة لتابع التوزيع الاحتمالي الذي يخضع له زمن النشاط F وهذا يعود إلى طبيعة العلاقات الضبابية بين المجموعات الضبابية الجزئية الممثلة للتعابير اللغوية التي تصف كل من تواتر الحدوث والتأثيرات السلبية لحالات العوامل النوعية المؤثرة على زمن كل نشاط، حيث وصف تواتر الحدوث بأنه كبير للحالة الجيدة أو العالية للعوامل النوعية المؤثرة على زمن جميع الأنشطة باستثناء النشاط F حيث كان تواتر الحدوث كبيراً لحالة خبرة العمالة الضعيفة نظراً للاعتماد على عمالة جديدة في إعداد كل رحلة لم يسبق لها العمل في هذا المجال، وكذلك بالنسبة إلى حالة الظروف الجوية التي تؤدي إلى توقفه أحياناً مما يجعل التأثيرات السلبية للعاملين النوعيين ( خبرة عمالة، ظروف جوية ) كبيرة جداً على المدة الزمنية وهذا ما عكسته العلاقة الضبابية بين المجموعة الجزئية الضبابية المقابلة للتعبير اللغوي ( كبير ) الذي يصف تواتر الحدوث وتلك المجموعة الضبابية الجزئية المقابلة للتعبير اللغوي كبير جداً الذي يصف التأثير السلبي.

**جدول رقم (2) : التحليل التقليدي لشبكة PERT**

| النشاط | حدث البداية | | حدث النهاية | | TF | النشاط الحرج |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | $E_i$ | $L_i$ | $E_j$ | $L_j$ | | |
| A | 0 | 0 | 26 | 26 | 0 | * |
| B | 26 | 26 | 66.667 | 66.667 | 0 | * |
| C | 26 | 26 | 58 | 94.667 | 36.667 | . |
| D | 26 | 26 | 58 | 211.667 | 163 | . |
| E | 66.667 | 66.667 | 94.667 | 94.667 | 0 | * |
| F | 94.667 | 94.667 | 210.667 | 210.667 | 0 | * |
| G | 58 | 211.667 | 214 | 214 | 153.667 | . |
| H | 210.668 | 210.667 | 214 | 214 | 0 | * |
| I | 214 | 214 | 216.5 | 216.5 | 0 | * |

يشير التحليل الزمني لشبكة PERT وفق تقديرات النظرية الاحتمالية الموضح في الجدول رقم (2) إلى أن زمن مرحلة الإعداد والتجهيز المتوقع هو (216.5) ساعة عمل أي( 9.021) يوم تقويمي بانحراف معياري يساوي إلى (40.167) ساعة عمل أي (1.674) يوم تقويمي.

**جدول رقم (3) : تحليل شبكة PERT وفق النظرية الضبابية**

| النشاط | حدث البداية | | حدث النهاية | | TF | النشاط الحرج |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | $E_i$ | $L_i$ | $E_j$ | $L_j$ | | |
| A | 0 | 0 | 15.996 | 15.996 | 0 | * |
| B | 15.996 | 15.996 | 44.325 | 44.325 | 0 | * |
| C | 15.996 | 15.996 | 40.998 | 67.66 | 26.662 | . |
| D | 15.996 | 15.996 | 40.998 | 288.367 | 260.375 | . |
| E | 44.325 | 44.325 | 67.66 | 67.66 | 0 | * |
| F | 67.66 | 67.66 | 227.644 | 227.644 | 0 | * |
| G | 40.998 | 288.367 | 229.811 | 229.811 | 258.813 | . |
| H | 227.644 | 227.644 | 229.811 | 229.811 | 0 | * |
| I | 229.811 | 229.811 | 230.978 | 230.978 | 0 | * |

بينما يشير التحليل الزمني لشبكة PERT وفق تقديرات نظرية المجموعات الضبابية الموضح في الجدول رقم (3) إلى أن الزمن المتوقع لإنجاز مرحلة الإعداد والتجهيز يساوي إلى (230.978) ساعة عمل أي (9.624) يوم تقويمي، بانحراف معياري قيمته (32.784) ساعة عمل أي (1.366) يوم تقويمي، ويعزى الفرق بين زمن المشروع المتوقع وفق كل نظرية إلى العوامل النوعية المؤثرة على زمن الأنشطة الحرجة.

## مقارنة نتائج التحليل:

نجد من خلال مقارنة نتائج التحليل الواردة في الجدولين (2) و (3) أن :

لم يتغير المسار الحرج في الحالتين .

الزمن المتوقع لإنجاز المشروع وفق تقديرات نظرية المجموعات الضبابية أقرب إلى الزمن الفعلي لـ T الفعلية (10 أيام تقويمية) وتباين زمن المشروع وفق الطريقة الضبابية أقل من تباينه وفق الطريقة الاحتمالية:

يمكننا القول أن تقديرات نظرية المجموعات الضبابية تتمتع بمعايير جودة التقديرات الإحصائية أكثر من تقديرات النظرية الاحتمالية.

الزمن الراكد للأنشطة G,D أكبر مما كان عليه في تقديرات النظرية الاحتمالية وبالتالي يمكننا تأجيل هذين النشاطين بمقدار هذا الوقت دون تأثير على زمن المشروع.

## التوصيات:

نقترح إتباع الأمور التالية:

- تركيز الاهتمام على نشاط التحميل والتستيف كونه يستغرق زمناً نسبته 53.5 % من زمن المشروع المتوقع حسب تقديرات النظرية الاحتمالية، و69.3 % من زمن المشروع المتوقع حسب تقديرات نظرية المجموعات الضبابية.
- ضرورة التحكم بالعوامل النوعية المؤثرة على زمن ذلك النشاط والتي تؤدي حالاتها الضعيفة والسيئة إلى تأخير عملية إتمامه، حيث أن الحالة السائدة هي استدعاء يد عاملة جديدة بأجر يومي مقطوع مع بعض الحافز البسيط، مهمتها القيام بعملية التحميل والتستيف في كل رحلة بحرية ولا توجد يد عاملة ثابتة توكل إليها هذه المهمة باستمرار، لذلك كان تواتر الحدوث لحالة خبرة اليد العاملة الضعيفة كبيراً والتأثيرات السلبية كما هو معروف كبيرة أيضاً، نتيجة انعدام خبرة العامل في تعامله مع الآلة التي يستخدمها، وكيفية مناولة البضاعة المشحونة، هذا ويتم التحكم من خلال إتباع ما يلي بشكل متسلسل:

§ الاعتماد على عمالة ثابتة تكتسب الخبرة والمهارة مع الزمن، فيزداد تواتر الحدوث لحالة خبرة العمالة المتوسطة ويقل لحالة خبرة العمالة الضعيفة بشكل تدريجي ومن ثم يزداد تواتر حدوث حالة خبرة عمالة عالية ويقل تواتر حدوث الحالة المتوسطة والضعيفة بشكل تدريجي مما يضعف التأثيرات السلبية لعامل الخبرة على زمن النشاط تدريجيا مع الزمن. أي تتحسن التقديرات لنظرية المجموعات الضبابية من رحلة لأخرى حتى تصبح أقرب ما يمكن للواقع ويتقلص زمن النشاط محدثاً انخفاضاً في زمن أداء هذه المرحلة من الرحلة البحرية.

§ دفع أجور العمال على أساس كمية البضاعة المحمولة والمستفة وليس على أساس أجر يومي مقطوع.

§ زيادة الحوافز للعمال القائمين بتنفيذ هذا النشاط نظراً لما له من تأثير إيجابي على أداء العامل.

§ لا يمكننا التحكم بالظروف الجوية السيئة التي تعيق تنفيذ هذا النشاط وتؤدي إلى توقفه فترة من الزمن أحياناً، لذلك يجب الاهتمام بتنبؤات الطقس لدرء التأثير السلبي لهذه الحالة.

§ يمكننا اعتبار هذه الطريقة واحدة من طرائق ضغط شبكة PERT التقليدية نظراً لأنها تمكننا من تقليص زمن المشروع من خلال التأثير على العوامل النوعية المؤثرة على زمن الأنشطة الحرجة وخاصة تلك العوامل المتعلقة بالموارد وليس من خلال زيادة حجم الموارد أو الزمن المخصص للنشاط.و لا تقتصر فائدة هذه الطريقة على تقليص الزمن بل تتعداها إلى إحداث وفر في الموارد وخاصة البشرية منها فتوجه انتباه الإدارة إلى ضرورة استقطاب يد عاملة أقل بخبرة عالية لتنفيذ النشاط بدلاً من الاعتماد على عمالة ذات حجم كبير وخبرة ضعيفة .

§ ضرورة تدريب وتأهيل الكادر البشري العامل في مجال التخطيط للرحلات البحرية ذهاباً و إياباً على هذا المنهج نظراً لتميزه بدراسة تأثير (ظروف جوية– خبرة– ..الخ ) على زمن الرحلة البحرية و الذي تهمله الطرائق التقليدية .

§ إجراء البحوث العلمية و التطبيقية و حلقات العمل العلمية حول هذه الطريقة بهدف توضيحها وتوسيع استخدامها في المؤسسات العلمية وتطبيقها في جميع مجالات التخطيط من جهة وإغناء المكتبة العربية بالأدبيات الخاصة بها من جهة أخرى .

§ إلزام مراقبي عملية تنفيذ الخطة بجمع البيانات الوصفية و الرقمية بهدف خلق نظام معلومات يعتمد عليه في وضع الخطط المستقبلية وتحسين هذه الطريقة باستمرار.

# الملحق

إن من أهم العوامل التي تؤثر على اصدار اوامر الشحن هي المهارة اليدوية والعملية للقائمين بالإجراءات الواجب اتخاذها للحصول على هذه الأوامر، وتصنف هذه المهارة اليدوية و العملية الى حالات ثلاث: عالية ، متوسطة ، و ضعيفة ونبين فيما يلي تواتر حدوث كل حالة و تأثيرها السلبي على المدة الزمنية اللازمة لانجاز النشاط :

| الحالة | تواتر الحدوثF | التأثير السلبي (C) |
|---|---|---|
| عالية | وسط | صغيراً جداً |
| متوسطة | كبير | صغيراً نوعاً ما |
| ضعيفة | صغير | وسط |

تحويل التعابير اللغوية السابقة إلى مجموعات ضبابية وإيجاد العلاقات بينها:

$C_1$ صغير جداً

| $C_1 \times F_1$= وسط $F_1$ | 0 | 0.1 | 0.2 |
|---|---|---|---|
| 0.3 | 0.2 | 0.2 | 0.2 |
| 0.4 | 0.8 | 0.8 | 0.25 |
| 0.5 | 1 | 0.81 | 0.25 |
| 0.6 | 0.8 | 0.8 | 0.25 |
| 0.7 | 0.2 | 0.2 | 0.2 |

$C_2$ صغير نوعاً ما

| $C_2 \times F_2$= كبير $F_2$ | 0 | 0.1 | 0.2 |
|---|---|---|---|
| 0.8 | 0.5 | 0.5 | 0.42 |
| 0.9 | 0.9 | 0.88 | 0.42 |
| 1 | 1 | 0.88 | 0.42 |

$C_3$ وسط

| $C_3 \times F_3$= صغير $F_3$ | 0.3 | 0.4 | 0.5 | 0.6 | 0.7 |
|---|---|---|---|---|---|
| 0 | 0.2 | 0.8 | 1 | 0.8 | 0.2 |
| 0.1 | 0.2 | 0.8 | 0.9 | 0.8 | 0.2 |
| 0.2 | 0.2 | 0.5 | 0.5 | 0.5 | 0.2 |

$T = (C_1 \times F_1) \cup (C_2 \times F_2) \cup (C_3 \times F_3)$:

T =

| | 0 | 0.1 | 0.2 | 0.3 | 0.4 | 0.5 | 0.6 | 0.7 | 0.8 | 0.9 | 1 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 0 | 0 | 0 | 0 | 0.2 | 0.8 | 1 | 0.8 | 0.2 | 0 | 0 | 0 |
| 0.1 | 0 | 0 | 0 | 0.2 | 0.8 | 0.9 | 0.8 | 0.2 | 0 | 0 | 0 |
| 0.2 | 0 | 0 | 0 | 0.2 | 0.5 | 0.5 | 0.5 | 0.2 | 0 | 0 | 0 |
| 0.3 | 0.2 | 0.2 | 0.2 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 0.4 | 0.8 | 0.8 | 0.25 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 0.5 | 1 | 0.81 | 0.25 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 0.6 | 0.8 | 0.8 | 0.25 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 0.7 | 0.2 | 0.2 | 0.2 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 0.8 | 0.5 | 0.5 | 0.42 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 0.9 | 0.9 | 0.88 | 0.42 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 1 | 1 | 0.88 | 0.42 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |

أما العلاقات الضبابية بين نتائج التأثير السلبي للعوامل النوعية والمدة الزمنية موضحة كما يلي:

R1 : نتائج التأثير السلبي C كبيرة — المدة الزمنية كبيرة جداً

R2 : نتائج التأثير السلبي C متوسطة — المدة الزمنية متوسطة

R3 : نتائج التأثير السلبي C صغيرة — المدة الزمنية صغيرة جداً

المجموعات الضبابية للتعابير اللغوية المستخدمة في وصف المدة الزمنية هي:

كبيرة جداً D= {12/0, 24/0.2, 48/1}

متوسطة D= {12/0.1, 24/1, 48/0.8}

صغيرة جدا D= {12/1, 24/0.5, 48/0}

D كبيرة جداً

| | 12 | 24 | 48 |
|---|---|---|---|
| 0.8 | 0 | 0.2 | 0.5 |

$R_1 =$

D متوسطة

| | 12 | 24 | 48 |
|---|---|---|---|
| 0.3 | 0.1 | 0.2 | 0.2 |
| 0.4 | 0.1 | 0.8 | 0.8 |
| 0.5 | 0.1 | 1 | 0.8 |
| 0.6 | 0.1 | 0.8 | 0.8 |
| 0.7 | 0.1 | 0.2 | 0.2 |

$R_2 =$ C متوسطة

D صغيرة جداً

| | 12 | 24 | 48 |
|---|---|---|---|
| 0 | 1 | 0.5 | 0 |
| 0.1 | 0.9 | 0.5 | 0 |
| 0.2 | 0.5 | 0.5 | 0 |

$R_3 =$ C صغيرة

$R = R_1 \cup R_2 \cup R_3 =$

| | 12 | 24 | 48 |
|---|---|---|---|
| 0 | 1 | 0.5 | 0 |
| 0.1 | 0.9 | 0.5 | 0 |
| 0.2 | 0.5 | 0.5 | 0 |
| 0.3 | 0.1 | 0.2 | 0.2 |
| 0.4 | 0.1 | 0.8 | 0.8 |
| 0.5 | 0.1 | 1 | 0.8 |
| 0.6 | 0.1 | 0.8 | 0.8 |
| 0.7 | 0.1 | 0.2 | 0.2 |
| 0.8 | 0 | 0.2 | 0.5 |
| 0.9 | 0 | 0.2 | 0.9 |
| 1 | 0 | 0.2 | 1 |

D المدة الزمنية

| T | 12 | 24 | 48 | $\sum TOR_{ij}$ | $\sum TOR_{ij} \times F_i$ |
|---|---|---|---|---|---|
| 0 | 0.1 | 1 | 0.8 | 1.9 | 0 |
| 0.1 | 0.1 | 0.9 | 0.8 | 1.8 | 0.81 |
| 0.2 | 0.1 | 0.5 | 0.5 | 1.1 | 0.22 |
| 0.3 | 0.2 | 0.2 | 0 | 0.4 | 0.12 |
| 0.4 | 0.25 | 0.5 | 0 | 0.75 | 0.3 |
| 0.5 | 1 | 0.5 | 0 | 1.5 | 0.75 |
| 0.6 | 0.8 | 0.5 | 0 | 1.3 | 0.78 |
| 0.7 | 0.2 | 0.2 | 0 | 0.4 | 0.28 |
| 0.8 | 0.5 | 0.5 | 0 | 1 | 0.8 |
| 0.9 | 0.9 | 0.5 | 0 | 1.4 | 1.26 |
| 1 | 1 | 0.5 | 0 | 1.5 | 1.5 Max |

TOR =

F تـــــواتر الحدوث

المجموعة الضبابية لزمن النشاط A هي: [ 12/1, 24/0.5, 48/0 ]

تابع التوزيع الاحتمالي لـ D1 زمن النشاط A :

P (D1= 12 ) = 1÷ 1.5 = 0.667

P (D1= 24 ) = 0.5 ÷ 1.5 = 0.333

P (D1= 48 ) = 0 ÷ 1.5 = 0

القيمة المتوقعة لزمن النشاط A ( $\overline{D_1}$ ) :

$\overline{D_1}$ = 12 × 0.667 + 24 × 0.333 + 48 × 0 = 15.996

$\sigma_1^2 = (12)^2 \times 0.667 + (24)^2 \times 0.333 + (48)^2 \times 0 - (15.996)^2 = 31.984$

$\sigma_1 = 5.655$

# المراجع:

.....


**العربية:**

. زايد، مصطفى، 1997 . *إدارة المشروعات*، دار الثقافة، القاهرة.

ـ المحميد، محمد عبد الهادي وآخرون، 1999 . *المنطق الضبابي في اتخاذ القرارات*، المجلة العربية للعلوم الإدارية، جامعة الكويت، المجلد السادس، العدد الثاني 193 . 211.

. محاضرات غير منشورة للدكتور المهندس حمزة علي، 2002 ألقيت لطلاب كلية الهندسة المدنية، جامعة تشرين .

**الأجنبية:**

- ASAI, K., 1995 –*Fuzzy systems for management*, Ohmsha, Ios press, Netherlands.
- KOSKO, B., 1997 –*Fuzzy Engineering*, prentice – Hall, Inc., U.S.A.
- LANGFORD, D.A.& A.Retik, 1999- *The Organization and management of Construction*, Vol. 2, 1 st. ed., E & Spon, Great Britian.