مجلة جامعة تشرين للدراسات والبحوث العلمية _ سلسلة العلوم الهندسية المجلد (27) العدد (3) 2005
Tishreen University Journal for Studies and Scientific Research- Engineering Sciences Series Vol. (27) No (3) 2005

دراسة تأثير العوامل العشوائية على تخطيط أعمال البناء

الدكتور علي جنود*
الدكتور حمزة علي**
سامر إبراهيم***

(قبل للنشر في 2005/9/13)

□ الملخّص □

تعتبر عملية تحديد مدة المشروع بشكل دقيق من الأعمال الصعبة في المشاريع الهندسية نظرا" لارتباط مدة التنفيذ بعدد من العوامل التي يصعب التنبؤ بها بشكل مسبق. لذا كان الهدف من هذا البحث دراسة تأثير بعض من هذه العوامل من خلال صياغة استراتيجية منظمة نتمكن من خلالها التنبؤ بالزيادة المحتملة لمدة تنفيذ المشروع عن المدة المقدرة في الظروف الطبيعية.

العوامل العشوائية المدروسة في هذا البحث شملت تأثير ثلاثة عوامل هي: تعطل الآليات، وغياب بعض أصحاب المهن وأخيرا" تأثير الظروف الجوية، ولإنجاز هذه الدراسة تم جمع البيانات المتعلقة بتلك العوامل من عدد من الشركات الإنشائية التي تعمل في قطاع البناء والتشييد، في مختلف المحافظات في سورية، وذلك خلال الفترة الممتدة من عام 1999- 2003.

تم في هذه الدراسة استنتاج التوزيعات الاحتمالية الخاصة بكل عامل من العوامل المدروسة، كالتوزيع الاحتمالي لتعطل آليات المشروع المختلفة، وكذلك التوزيع الاحتمالي لدرجات الحرارة المنخفضة التي تؤدي لتوقف العمل، وأخيرا" التوزيع الاحتمالي لتغيب بعض أصحاب المهن المهمة خلال المشروع.

يستخدم النظام المقترح تقنية المنطق الضبابي في صياغة القواعد المعرفية التي توضح تأثير اجتماع العوامل المختلفة السابقة على زيادة المدة المقررة لتنفيذ المشروع.

تم إنشاء نظام حاسوبي يستخدم تقنية مونت كارلو في المحاكاة جنبا" إلى جنب مع المنطق الضبابي للوصول إلى القيمة المقترحة للقيمة، كما يتيح النظام المطور دراسة حساسية النتائج التي يقدمها تجاه التغيرات الحاصلة في عوامل المشروع، وكذلك في مقدمات ونتائج القواعد المعرفية المقترحة، مما يوفر أرضية بحثية هامة في هذا المجال.

يعتبر هذا النظام أحد النظم المساعدة في اتخاذ القرار التي يمكن أن تستخدمها أجهزة تخطيط المشاريع الهندسية.

* أستاذ في قسم الإدارة الهندسية والإنشاء – كلية الهندسة المدنية – جامعة تشرين–اللاذقية – سوريا.
**مدرس في قسم الإدارة الهندسية والإنشاء – كلية الهندسة المدنية – جامعة البعث – حمص – سوريا.
*** طالب دراسات عليا – قسم الإدارة الهندسية والإنشاء – كلية الهندسة المدنية – جامعة تشرين–اللاذقية – سوريا.

مجلة جامعة تشرين للدراسات والبحوث العلمية _ سلسلة العلوم الهندسية المجلد (27) العدد (3) 2005
Tishreen University Journal for Studies and Scientific Research- Engineering Sciences Series Vol. (27) No (3) 2005

Studying the Influence of Random Factors on the Planning of Building Works

Dr. Ali Ganoud*
Dr. Hamza Ali**
Samer Ibrahem ***

(Accepted 13/9/2005)

□ ABSTRACT □

Deciding the period of project exactly in considered one of difficult jobs in the engineering projects because of linking the period of execution with many factors which difficil the predict.

So the aim of this search is to studying the influence of some these factors through an organization strategy modeling them enables us to predict the probable increase for the duration of the execution of the project upon the disposed period in natural circumstances. The random factors which are studied in this search include three factors: the cessation of machines, the absence of some proffesional، eventually the infulance of weather condition. To perform this study we have computing all data that are connected with that factors from many stractural companies which work in the field of building and constraction in different parts in Syria along the period between 1999-2003.

In this study has done the inference of special probable distributions for every factor of elaborate factors as the probable distribution to the cessation of the different project machines. It also showed the probable dirstribution for the low temperature which causes stopping of the work. It eventually showed the probable dirstribution to absence some of professionals through the project.

The proposal system uses the technique of fuzzy logic in modelling the encyclopedist rules which illustrate the influence of the assemblers for the previous different factors on increasing the decided period to execute the project.

A computer system has done it which uses montcarlo technique in simulation side to side with the fuzzylogic to reach the proposed value for increasing

The developed system allows to study the allergy of results which offer some mutations that happened in the project factors also in the performance and the results of proposal encyclopedist rules which available an important basic search in this field.

This system is considered one of the systems in making decision which may be used by planning sets of the engineering projects.

*Associate Prof. In Engineering Of Management And Constraction Department University Of Tishreen, Faculty Of Civil Engineering, Lattakia, Syria.
**Lecture In Engineering Of Management And Constraction Department Albaath University, Faculty Of Civil Engineering, Homs, Syria.
***Postgraduate Student - Faculty Of Civil Engineering - Tishreen University, Lattakia, Syria .

مقدمة:

يواجه مديرو التخطيط والتشييد عموما" تحديات كثيرة للوصول إلى نتائج ناجحة للمشروع؛ وذلك بسبب الطبيعة المعقدة وغير المؤكدة لبيئة المشروع؛ وتعدد العوامل التي تؤدي لإحداث تغيرات غير متوقعة تكون نتيجتها المؤكدة حدوث تأخير زمني في التنفيذ، وارتفاع في كلفة المشروع.

يلجأ الباحثون عادة إلى تحليل مختلف العوامل المؤثرة؛ ومحاولة بناء نماذج رياضية قد تساعد في التنبؤ المسبق بالتأثير المحتمل لهذه العوامل.

ففي دراسة له قام الباحث كار [1] بوضع نموذج احتمالي للتنبؤ بالقيمة المضافة في العطاءات التي تجعل فرصة المقاول في ربح العطاء أكبر ما يمكن، وقد ا ستند الباحث في دراسته على مجموعة من البيانات الإحصائية، وقام ببناء نموذج رياضي يعتمد على نظرية الاحتمالات، وبقي هذا النموذج ضمن نطاق الأعمال البحثية، ولم يطبق بشكل عملي؛ نظرا" لصعوبة العمليات الرياضية التي يحويها نسبيا"، كما قام الباحث جافاري [2] بوضع نموذج رياضي للتنبؤ بالمدة الاقتصادية المثلى لعمل الآليات، بهدف تحديد عمر الاستبدال، الذي يصبح عنده استبدال الآلية أوفر اقتصاديا"، بالمقارنة مع تشغيلها بوضعها الحالي.

لقد انتشر مؤخرا" تطوير نماذج احتمالية، تعتمد على تقنية المنطق الضبابي، الذي تسارع استخدامه في قطاع التشييد، حيث استخدم تارة" كوسيلة تقييم مناسبة لاختيار المقاول الأكفأ لتنفيذ أحد المشروعات [3]

واستخدم تارة أخرى للتنبؤ بارتفاع كلفة تصميم المشروعات الهندسية [4] .

تقدم هذه الورقة نموذجا" للتنبؤ بالزيادة المحتملة لمدة تنفيذ المشروع عن المدة المقدرة في الظروف الطبيعية وذلك اعتمادا" على مجموعة من البيانات الإحصائية، المقدمة من عدد من الشركات العاملة في قطاع التشييد في سورية.

يستخدم النموذج المطور تقنية المنطق الضبابي، ونظم التحكم الضبابية ؛ لتحديد التأثير المجمع لعدد من العوامل المدروسة والمختارة على مدة تنفيذ المشروع،

كما يستخدم تقنية مونت كارلو في المحاكاة للوصول إلى القيمة الأكثر احتمالا" لهذه العوامل المؤثرة على المشروع المدروس.

العوامل العشوائية المؤثرة على مدة تنفيذ المشروع الهندسي:

هناك العديد من العوامل الخاصة بالمشروع والتي تؤثر على مدة تنفيذه، وقد اقتصر هذا البحث على دراسة تأثير العوامل التالية:

1- تأثير الظروف المناخية:

يمكن تقسيم تأثير الظروف المناخية إلى قسمين:

1) مباشر: و يقصد به التعطل الكلي، أو الجزئي للأعمال، بسبب هطول المطر، أو تأثير الرياح القوية، أو الانخفاض الكبير في درجات الحرارة، الذي يمنع العمال من القيام بأعمالهم.
2) غير المباشر: ويقصد به انخفاض إنتاجية العمال، بسبب انخفاض درجة الحرارة، وزيادة سرعة الرياح، وزخات المطر الخفيفة - - - الخ .

وقد دلت الدراسات الإحصائية الموضحة في هذا البحث أنّ نسبة التعطل الناجمة عن الظروف الجوية التي سبق ذكرها، وصلت إلى 93% في بعض الأشهر، مما أدى إلى تأخر تسلم بعض المشاريع لفترات زمنية متفاوتة، وهذا يفرض على المقاول الأخذ بعين الاعتبار الأحوال الجوية عند إعداد الخطة الزمنية اللازمة لتنفيذ المشروع.

2 – تأثير غياب العمال:

يعود غياب العمال إلى أسباب عديدة، منها بُعد منطقة المشروع عن أماكن التجمع السكني، وعدم توفير السكن القريب من منطقة المشروع، وكذلك الجهد الفيزيائي العضلي في هذا المجال، بالإضافة إلى احتمال حصول بعض الأسباب الموجبة التي تعيق العامل من القيام بعمله كما في حالة المرض مثلا".

عادة" يُشيع غياب العمال غير المهرة والشباب في مطلع العمر عن المشروع، نتيجة ظروف مختلفة ومتقلبة، حيث تشير الدراسات الإحصائية الموضحة في هذا البحث إلى زيادة نسبة الغياب مع بدء موسم الزراعة، نظرا" لانشغال العمال بأعمالهم الزراعية الخاصة، وتتناقص نسبيا " في فصل الربيع والصيف.

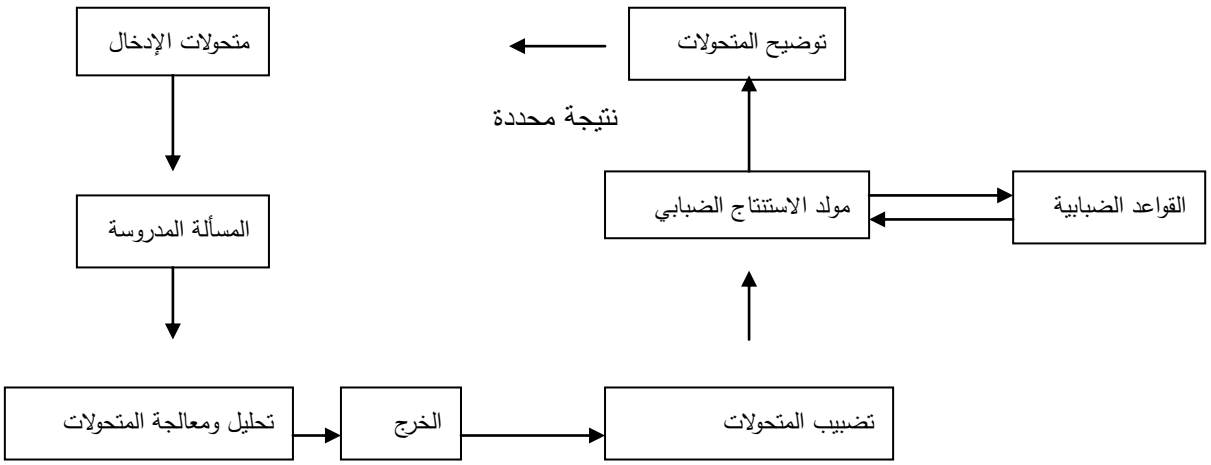
3– تأثير أعطال آليات البناء:

يؤثر تعطل بعض الآليات (المعدات) المستخدمة في الأعمال الإنشائية بشكل كبير على المدة الزمنية اللازمة لإنهاء المشروع؛ نظرا" للاستخدام الكثيف للمكننة في أعمال التشييد هذه الأيام، ويعود تعطل آليات البناء إلى عوامل متعددة منها ؛ قدم المعدات المستخدمة، وعدم إجراء الصيانة الدورية والمستمرة لها بالإضافة إلى الاستخدام السيء للآليات من قبل السائقين، هذا بالإضافة إلى العديد من العوامل التي تتعلق بالآلية نفسها، وتبين الدراسات الإحصائية التي أجريت لعدد من معدات البناء أن نسبة التعطل قد تصل إلى 40% في بعض الأشهر.

في هذا البحث هناك محاولة لإيجاد التأثير المحتمل لهذه العوامل الثلاثة مجتمعة"، على مدة تنفيذ المشروع من خلال تطوير نموذج تحكم ضبابي بات استخدامه شائعا" في قطاع الإنشاءات هذه الأيام.

أنظمة التحكم الضبابي:

يوضح الشكل (1) البنية الأساسية لنظم التحكم الضبابية



الشكل (1) نظام تحكم ضبابي مفتوح

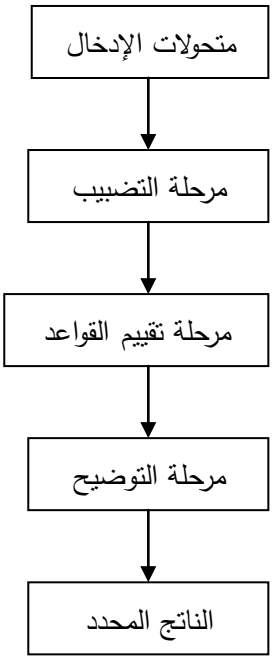
حيث يعمل هذا النظام وفق الخطوات الآتية:

أولا": يتم تحديد متحولات الإدخال (العوامل المدروسة) للمسألة المدروسة، وهي في هذه الحالة (مدة تنفيذ المشروع)، ويتم تحليل هذه العوامل ومعالجتها باستخدام الطرق الإحصائية، أو الرياضية المعروفة، للحصول على صيغة مناسبة لهذه المتحولات، حيث تعتبر هذه الصيغة ناتج أو خرج المسألة المدروسة.

ثانيا": يتم تحويل هذا الناتج أو الخرج إلى مجموعة أو مجموعات ضبابية؛ وذلك للتعبير عن عدم التأكد من قيم هذه النواتج، وتدعى هذه المرحلة بمرحلة التضبيب (fuzzification) .

ثالثا": يتم عن طريق مولد الاستنتاج الذي هو عبارة عن تقنية رياضية، وبالاستفادة من القواعد المعرفة لتأثير مختلف العوامل على المسألة المدروسة، استنتاج فعل ضبابي، أو ناتج ضبابي معين ممثلا" بمجموعة ضبابية أو أكثر .

رابعا": يتم توضيح هذا الناتج، وتحويله إلى قيمة وحيدة مفردة، وتدعى هذه المرحلة بمرحلة التوضيح (defuzzification) وهذه القيمة الوحيدة هي التأثير المجمع للعوامل المدروسة، ويوضح الشكل (2) هذه المراحل.



شكل (2) المراحل الأساسية في تصميم نظام تحكم ضبابي

تطوير النظام المقترح:

عملية بناء وتطوير النظام المقترح تمر بنفس المراحل التي سبق ذكرها كما يلي:

1- تحديد متحولات الإدخال (العوامل المدروسة):

يختلف تأثير العوامل المدروسة على مدة تنفيذ المشروع باختلاف الأعمال المشكلة للمشروع، مثلا" يكون لبعض الآليات تأثير كبير على بعض عمليات المشروع، ويتضاءل بل يمكن أن ينعدم هذا التأثير على عمليات أخرى؛ نظرا"لعدم استخدام هذه الآليات في هذه العملية أو تلك، كما يختلف تأثير غياب العمال بحسب نوع الأعمال التي يقومون بها (المهنة)، أما تأثير الظروف الجوية فقد يكون تأثيرها معدوما" في بعض الأعمال ويتناقص أو يزداد هذا التأثير باختلاف الأعمال أيضا".

يبين الجدول (1) أن عملية حفر وتسوية التربة تتأثر بشكل كبير ببعض الآليات كالبلدوزر والتركس والقلاب، ويكون العمال العاديين غير المهنيين، وكذلك المطر هي النواحي المؤثرة للعوامل العشوائية المدروسة.

جدول (1) العوامل العشوائية المؤثرة على بعض عمليات المشروع الأساسية وبالتالي تم تحديد متحولات الإدخال (العوامل المدروسة) للنظام المقترح.

العملية	العوامل العشوائية المؤثرة		
	تعطل آليات	غياب عمال	الظروف جوية
أعمال حفر وتسوية	بلدوزر – تركس– قلاب	عامل عادي	مطر
أعمال البيتون المسلح	مجبل– مضخة– سيلو – جبالة	نجار – حداد – عامل عادي	مطر– انخفاض درجة الحرارة
بناء بلوك	قلاب – شاحنة	بناء – عامل عادي	مطر – انخفاض درجة الحرارة
طينة	قلاب	طيان – عامل عادي	مطر – انخفاض درجة الحرارة
دهان		دهان	مطر – انخفاض درجة الحرارة
بلاط	قلاب – شاحنة	بلاط – عامل عادي	انخفاض درجة الحرارة
أعمال كهربائية		عامل كهرباء	
إعمال صحية		عامل صحية	

2- تحليل ومعالجة البيانات:

في مرحلة تحليل ومعالجة البيانات تم إيجاد النسب الوسطى للتعطل الناجم للآليات وغياب العمال والظروف الجوية، وذلك من أجل كل عملية من العمليات الأساسية المحددة في هذه الدراسة.

وتبين الجداول (2)، (3)، (4)، (5)، (6) على التوالي نسبة التعطل الوسطى في كل شهر من أشهر السنة لمختلف العوامل المدروسة، وذلك لأجل عملية البيتون المسلح للفترة الممتدة من عام 1999 – 2003 .

تبين الدراسة أن نسبة التعطل الناجم عن الآليات تراوحت بين 21 – 38، بينما كانت نسبة التعطل الدنيا الناجمة عن غياب العمال في كل السنوات مساوية 4 %، والقصوى 11 %، واختلفت نسبة التعطل الناجمة عن تأثير الظروف الجوية بين 5 % ووصلت حتى 93 % في بعض الأشهر .

توضح الأشكال (4)، (5)، (6) منحنيات التوزيع التجميعية الممثلة لمختلف العوامل العشوائية وذلك لعملية البيتون المسلح بعد الأخذ بعين الاعتبار البيانات الإحصائية المجمعة خلال سنوات الدراسة، ومن الجدير ذكره أن هذه المنحنيات يتم اشتقاقها من أجل جميع الأعمال الأخرى المشكلة للمشروع.

جدول (2) نسبة التعطل الناجمة عن العوامل العشوائية المدروسة خلال عام 1999

الشهر / الآلية	ك2	شباط	آذار	نيسان	أيار	حزيران	تموز	آب	أيلول	ت1	ت2	ك1

تعطل آليات	34	26	32	30	31	36	34	34	31	32	31	32
غياب العمال	10	10	7	8	7	6	5	5	6	8	7	11
ظروف جوية	90	93	67	30						14	26	73

جدول (3) نسبة التعطل الناجمة عن العوامل العشوائية المدروسة خلال عام 2000

الشهر / الآلية	ك2	شباط	آذار	نيسان	أيار	حزيران	تموز	آب	أيلول	ت1	ت2	ك1
تعطل آليات	33	30	35	38	25	30	26	30	29	28	32	29
غياب العمال	11	11	9	8	7	5	5	4	7	7	9	10
ظروف جوية	94	93	57	27						6	14	50

جدول (4) نسبة التعطل الناجمة عن العوامل العشوائية المدروسة خلال عام 2001

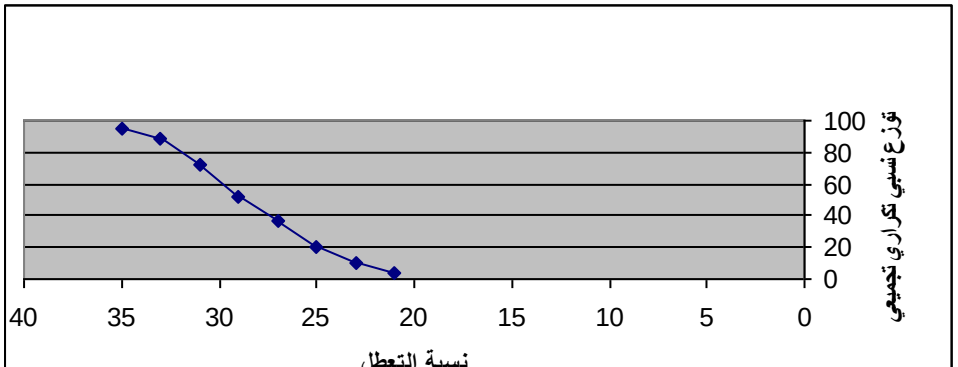
الشهر / الآلية	ك2	شباط	آذار	نيسان	أيار	حزيران	تموز	آب	أيلول	ت1	ت2	ك1
تعطل آليات	23	26	27	30	24	24	25	27	27	29	28	27
غياب العمال	11	10	9	8	6	5	6	5	7	8	9	10
ظروف جوية	67	70	27	30						16	40	83

جدول (5) نسبة التعطل الناجمة عن العوامل العشوائية المدروسة خلال عام 2002

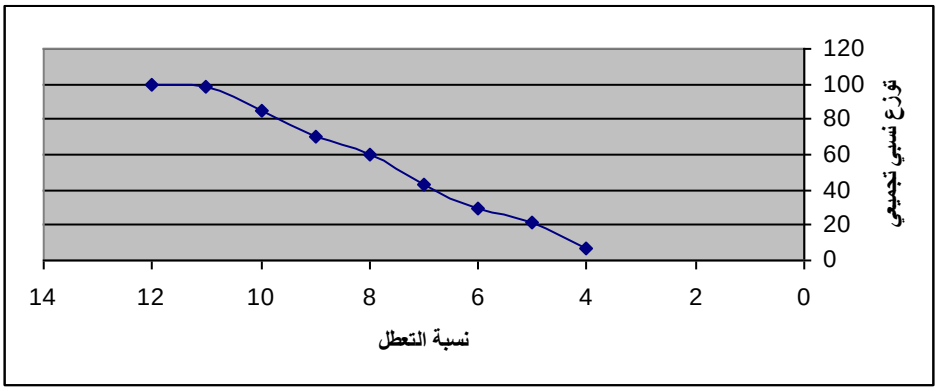
الشهر / الآلية	ك2	شباط	آذار	نيسان	أيار	حزيران	تموز	آب	أيلول	ت1	ت2	ك1
تعطل آليات	34	32	38	33	34	32	36	34	33	37	31	36
غياب العمال	11	10	9	8	8	5	5	5	7	7	9	11
ظروف جوية	93	70	50	30						16	23	93

جدول (6) نسبة التعطل الناجمة عن العوامل العشوائية المدروسة خلال عام 2003

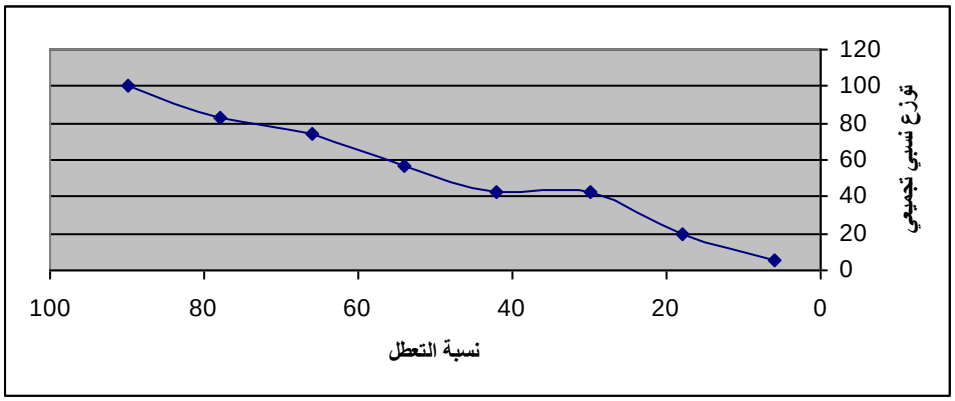
الشهر / الآلية	ك2	شباط	آذار	نيسان	أيار	حزيران	تموز	آب	أيلول	ت1	ت2	ك1
تعطل آليات	34	26	32	30	31	36	34	34	31	32	31	32
غياب العمال	10	10	10	8	7	6	5	5	6	7	8	11
ظروف جوية	90	93	67	30						14	26	73



شكل (4) المنحني التكراري التجميعي لنسبة التعطل الناجمة عن الآليات



شكل (5) المنحني التكراري التجميعي لنسبة التعطل الناجمة عن غياب العمال

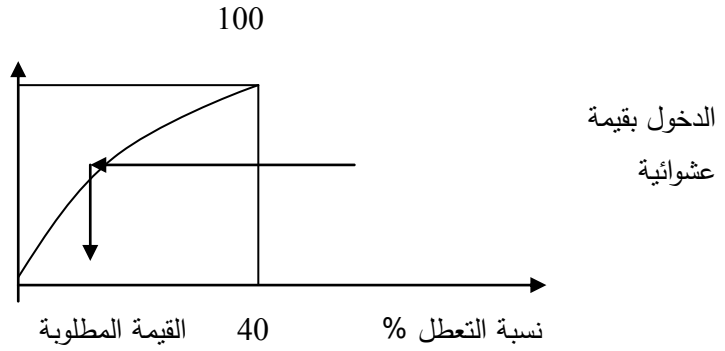


شكل (6) المنحني التكراري التجميعي لنسبة التعطل الناجمة عن الظروف الجوية

3- مرحلة تحديد الخرج المطلوب:

من أجل الحصول على الخرج المطلوب والموضح في هيكلية نظام التحكم الضبابي لا بد من اختيار نسبة تعطل معينة ناجمة عن الآليات، ونسبة تعطل أخرى ناجمة عن غياب العمال، وأخيرا" نسبة تعطل ناجمة عن الظروف الجوية، وذلك من هذه المنحنيات التجميعية التي سبق ذكرها، من أجل ذلك تم استخدام تقنية مونت كارلو في المحاكاة للحصول على قيم عشوائية لنسبة التعطل تلك .

كمثال على ذلك، من أجل اختيار نسبة تعطل بشكل عشوائي، نلجأ إلى الحاسب لتوليد رقما" عشوائيا" محصورا" بين 0 – 100 ونوجد نسبة التعطل الموافقة لكل منحني تجميعي على حدى كما هو موضح بالشكل (3).

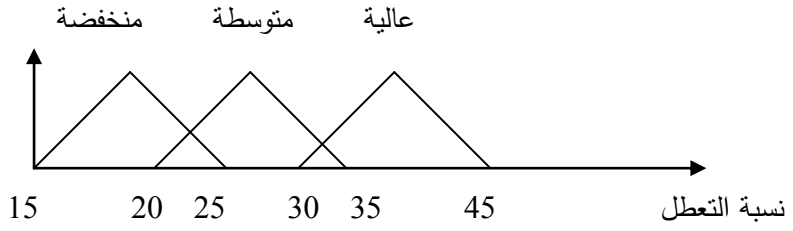


الشكل (3) تقنية مونت كارلو في المحاكاة

نتيجة هذا الإجراء نحصل على الخرج المطلوب وهو ثلاث قيم، تمثل التعطل الناجم عن الآليات، وغياب العمال، والظروف الجوية على الترتيب، بما أن هذه القيم المستنتجة تحوي الكثير من عدم التأكد بسبب تقنية وأسلوب اختيارها لذلك يتم اللجوء إلى المرحلة الرابعة.

4- مرحلة تضبيب المتحولات:

يتم اللجوء في هذه المرحلة إلى تضبيب القيم السابقة، أو الإشارة إليها بتعابير لفظية مع تحديد المجال الرقمي لكل تعبير بشكل مستقل، كأن نقول إن نسبة التعطل تكون منخفضة إذا تراوحت قيمتها بين 15 – 25 %، وتكون متوسطة بين 20 – 35 %، بينما نطلق عليها تعبير عالية إذا تراوحت قيمتها بين 30 – 45 %، وهذا الأسلوب موضح بالشكل (7) والذي يسمى عملية إيجاد تابع العضوية للمتحول الضبابي.



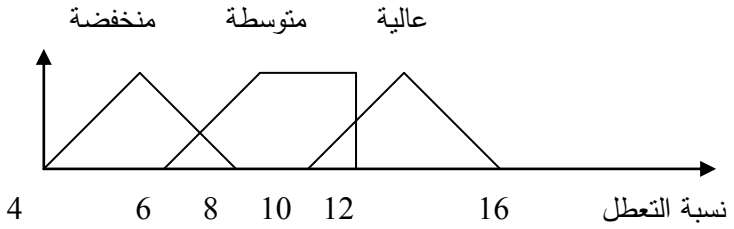
الشكل (7) تابع العضوية للمتحول الضبابي (التعطل الناجم عن الآليات)

نلاحظ في تابع العضوية المذكور أعلاه أن لقيم المتحول الضبابي درجات عضوية مختلفة في المجموعات الضبابية الممثلة لهذا المتحول، حيث نجد مثلا" أن قيمة معينة لهذا المتحول الضبابي ولتكن 22 % درجة عضوية تساوي تقريبا" 0.3 في المجموعة الضبابية (متوسطة)، بينما تصبح درجة العضوية مساوية 0.8 في المجموعة الضبابية (منخفضة) .

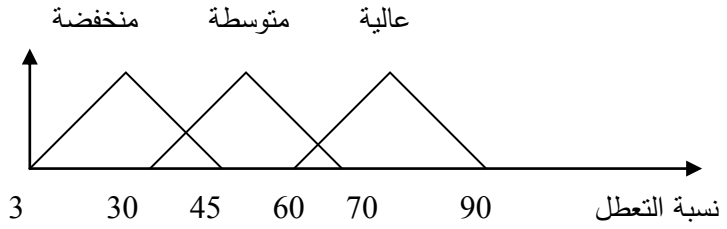
بعبارة أخرى يمكن القول إن درجة الثقة (العضوية) للمتحول الضبابي تنتمي للمجموعة الضبابية (نسبة التعطل متوسطة) بنسبة 22 %، بينما ترتفع درجة الثقة إلى 80 % بانتماء القيمة نفسها إلى المجموعة الضبابية (نسبة التعطل منخفضة).

أخيرا" يبقى اختيار حدود مجالات المجموعات الضبابية تابعا" لرأي مطّور النظام وهذه مسألة ما تزال قيد النقاش، وتندرج تحت عنوان إنشاء توابع العضوية، وهناك العديد من الدراسات والآليات المساعدة في إنشاء توابع العضوية [5] .

أما تابع العضوية للعوامل الأخرى المدروسة وهي التعطل الناجم عن غياب العمال والتعطل الناجم عن الظروف الجوية فهي موضحة بالشكلين (8)، (9) على الترتيب.



الشكل (8) تابع العضوية للمتحول الضبابي (التعطل الناجم عن غياب العمال)



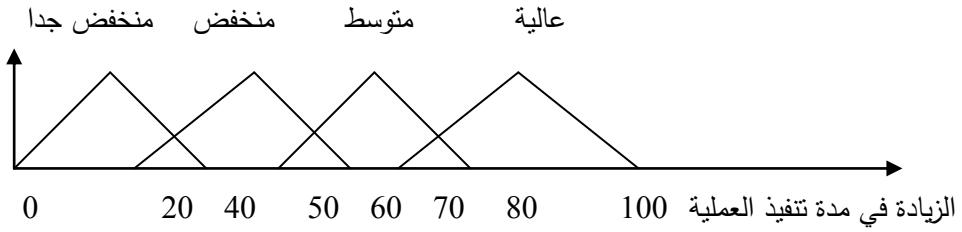
الشكل (9) تابع العضوية للمتحول الضبابي (التعطل الناجم عن الظروف الجوية)

5- مرحلة إنشاء القواعد الضبابية:

في هذه المرحلة يتم صياغة المعرفة الخاصة بالمسألة المدروسة على شكل مجموعة من القواعد، تأخذ الشكل الآتي: إذا كانت (المقدمة 1) و(المقدمة 2) و(المقدمة 3) فإن (النتيجة)

حيث تظهر مقدمات القاعدة الحالات الممكنة للمتحولات الضبابية المدروسة، بينما تظهر (نتيجة) القاعدة التأثير المجمع لهذه الحالات مع بعضها على المسألة المدروسة، وهي في حالتنا الزيادة الممكنة والمحتملة على مدة تنفيذ العملية. كمثال على ذلك يمكن أن تكون إحدى القواعد بالشكل الآتي:

إذا كانت (نسبة التعطل الناجم عن الآليات منخفضة) و(نسبة التعطل الناجم عن الظروف الجوية عالية) و(نسبة التعطل الناجم عن غياب العمال عالية) فإن (الزيادة في مدة تنفيذ العملية عالية) و نظرا" لوجود ثلاثة متحولات ضبابية، كل منها بثلاث حالات (منخفض، متوسط، عالي)، عندها يكون العدد الإجمالي للقواعد الممكن تشكيلها هو 27 قاعدة موضحة بالجدول (7)، حيث تم تقسيم المتحول الضبابي (النتيجة) إلى أربع مجموعات ضبابية موضحة بالشكل (10)



شكل (10) تابع العضوية للمتحول الضبابي (النتيجة)

تتم عملية تحديد نتائج هذه القواعد الضبابية بطرق مختلفة، حيث تعتمد إحدى هذه الطرق على تطبيق التقييم الموضوعي لمصمم نظام التحكم، ويلعب عامل الخبرة دورا" كبيرا" في دقة الوصول إلى النتيجة المحتملة، وفي هذه الدراسة تم إجراء استبيان للاستفادة من آراء الخبراء والمهندسين في مختلف الشركات الإنشائية.

جدول (7) القواعد الضبابية الافتراضية

القاعدة	نسبة التعطل الناجم عن تعطل الآليات	نسبة التعطل الناجم عن غياب العمال	نسبة التعطل الناجم عن الظروف الجوية	النتيجة
1	منخفضة	عالية	عالية	عالية
2	متوسطة	عالية	عالية	عالية
3	عالية	عالية	عالية	عالية
4	منخفضة	متوسطة	عالية	متوسطة
5	منخفضة	متوسطة	متوسطة	متوسطة
6	منخفضة	منخفضة	منخفضة	منخفضة جدا"
7	متوسطة	متوسطة	متوسطة	متوسطة
8	متوسطة	منخفضة	منخفضة	منخفضة
9	متوسطة	منخفضة	عالية	متوسطة
10	متوسطة	متوسطة	عالية	عالية
11	متوسطة	عالية	متوسطة	عالية
12	متوسطة	منخفضة	متوسطة	متوسطة
13	متوسطة	عالية	منخفضة	متوسطة
14	متوسطة	متوسطة	منخفضة	منخفضة
15	منخفضة	منخفضة	متوسطة	منخفضة جدا"

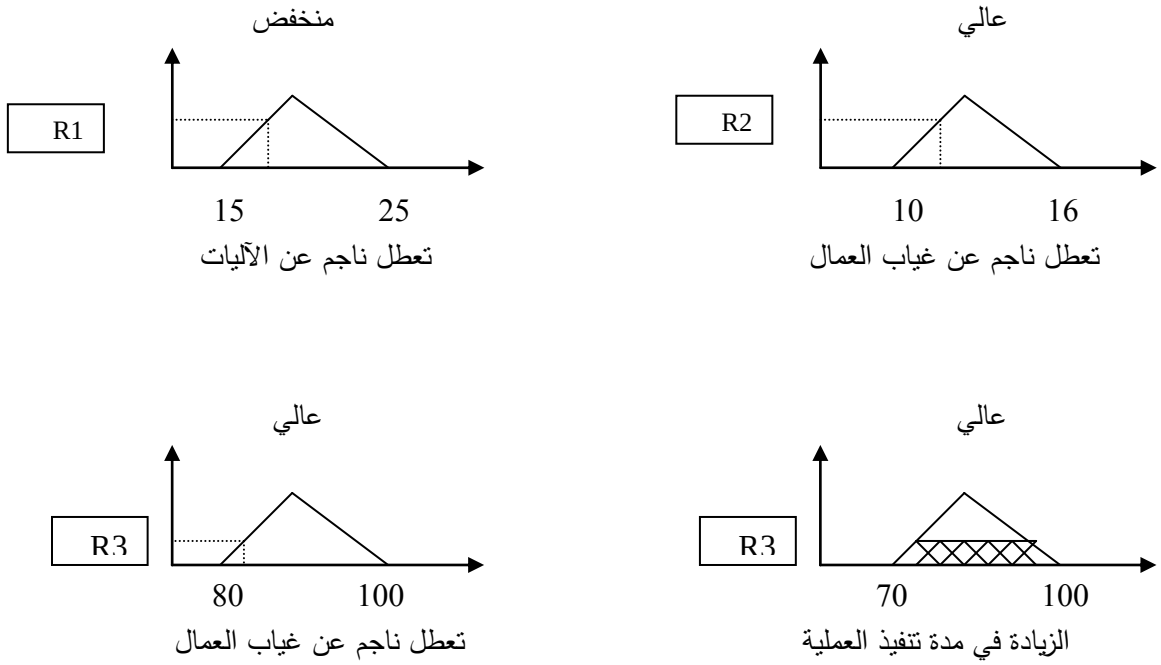
متوسطة	عالية	منخفضة	عالية	16
منخفضة	منخفضة	متوسطة	منخفضة	17
منخفضة جدا"	متوسطة	منخفضة	منخفضة	18
عالية	متوسطة	عالية	عالية	19
متوسطة	متوسطة	عالية	منخفضة	20
متوسطة	منخفضة	عالية	منخفضة	21
عالية	منخفضة	عالية	عالية	22
عالية	عالية	متوسطة	عالية	23
متوسطة	عالية	منخفضة	عالية	24
متوسطة	منخفضة	متوسطة	عالية	25
متوسطة	متوسطة	متوسطة	عالية	26
منخفضة	منخفضة	منخفضة	عالية	27

6- مرحلة مولد الاستنتاج:

يتم في هذه المرحلة حساب درجات العضوية لكل متحول ضبابي مدخل (العوامل المدروسة)، ومن أجل كل قاعدة مستنتجة (27 قاعدة)، ونحصل على ثلاث قيم r3 ,r2 , r1 .

يتم اختيار أصغر هذه القيم؛ نظرا" لأن مقدمات القواعد ترتبط مع بعضها بالعلاقة and [5] .

إن القيمة الصغرى المختارة من أجل كل قاعدة سوف تحدد على نتيجة هذه القاعدة سطحا" معينا" (bi) يمثل النتيجة المستخلصة من هذه القاعدة. ويوضح الشكل (11) التأثير المجمع للقاعدة الأولى على النتيجة المحتملة.



الشكل (11) إحدى القواعد الضبابية

7- مرحلة التوضيح:

إن المرحلة الأخيرة في تصميم النظام تدعى مرحلة التوضيح، وهي تحويل النتائج المستخلصة من القواعد جميعها إلى رقم وحيد، يمثل النتيجة المحتملة، ويتم ذلك استنادا" إلى العلاقة التالية :

$$S_{co} = \left(\sum_{i=1}^{i=27} b_i * x_i \right) \Big/ \sum_{i=1}^{i=27} b_i$$

حيث bi : السطح المحدد بالنتيجة المستخلصة

Xi : بعد مركز ثقل هذا السطح

إن هذه الطريقة تشبه عملية تحديد مركز ثقل مجموعة من السطوح الهندسية.

إن العلاقة السابقة ستعطي رقما " يتراوح بين {0، 100}، وهو يمثل الزيادة المحتملة في مدة تنفيذ العملية.

مثال تطبيقي:

يوضح المثال الآتي التطبيق العملي لنظام التحكم الضبابي المطور من أجل تحديد الزيادة المحتملة لمدة تنفيذ أعمال البيتون المسلح في أحد المشاريع، والذي يمكن استخدامه من أجل أنواع أخرى من الأعمال.

باستخدام طريقة مونت كارلو ومنحنيات التوزيع التجميعية لأعمال البيتون المسلح حصلنا على النتائج الآتية لنسبة التعطل الناجمة عن العوامل المدروسة :

نسبة التعطل الناجم عن الآليات 37 %

نسبة التعطل الناجم عن غياب العمال 5.7 %

نسبة التعطل الناجم عن الظروف الجوية 23 %

- يتم حساب درجات العضوية الموافقة لنسب التعطل السابقة من أجل كل قاعدة ضبابية موجودة في النظام ويتم تحديد المساحة المحددة على نتيجة كل قاعدة .

- يتم حساب sco، والذي يمثل الزيادة المئوية في مدة تنفيذ العملية، وقد وجدنا أن sco في هذه الحالة بلغت 31.36 % .

تحليل حساسية النظام:

تم دراسة الأثر الناجم عن تعديل مجالات توابع العضوية المختارة لكل عامل من العوامل المدروسة، كأن تكون نسبة التعطل المنخفضة من 15 ~ 20 بدلا" من 15 ~ 25، بالنسبة للمتحول الضبابي الذي يمثل التعطل الناجم عن الآليات، ولقد وجدنا بعد إجراء الحسابات أن الزيادة المئوية في مدة تنفيذ العملية قد ارتفعت من 31.36% إلى 32.4 % فقط . وبإجراء تعديلات مماثلة وجدنا أن التغيير في النتيجة لم يكن كبيرا".

تم دراسة حساسية النتيجة للتعديلات الممكنة في مجالات تابع العضوية للمتحول الضبابي (النتيجة)، كأن تكون نسبة الزيادة المئوية في مدة تنفيذ العملية منخفضة جدا" إذا كانت القيمة تتراوح بين 0 ~ 20 بدلا" من 0 ~ 40، وقد وجدنا أن الزيادة المئوية في مدة تنفيذ العملية لم تتغير بشكل مثير للانتباه، مما يدل أن التقسيمات الممكنة المتقاربة لمجالات المتحولات الضبابية لا تؤثر على النتائج المحتملة للنظام بشكل فعال، وهذا يعطي وثوقية أكبر في إمكانية استخدام هذا النظام كأداة مساعدة في تخطيط الأعمال الإنشائية.

التوصيات:

تم في هذا البحث تطوير نظام تحكم ضبابي يستخدم ثلاثة متغيرات عشوائية، هي التعطل الناجم عن الآليات والتعطل الناجم عن غياب العمال، وأخيرا" التعطل الناجم عن الظروف الجوية.

اعتمد البحث على مجموعة من البيانات الإحصائية للشركات الإنشائية العاملة في سورية خلال الأعوام 1999– 2003، واستخدم تقنية مونت كارلو في استنتاج القيم الاحتمالية للمتغيرات المدروسة، كما تم تطوير نظام حاسوبي لتسهيل الحسابات الكثيرة التي يحويها النظام المطّور، وبتجريب البرنامج على مجموعة من الأعمال الإنشائية لبعض المشروعات، ومن خلال إجراء بعض التعديلات على فرضيات النظام وجدنا أن النتائج متقاربة.

يمكن أن يستخدم هذا النظام في حساب الزيادة المحتملة في مدة تنفيذ الأعمال الإنشائية، كما يمكن تطويره بالشكل الذي يمكنه أن يعمل مع برامج التخطيط الزمني المتوفرة لحساب الزيادة المحتملة في مدة تنفيذ المشروع، وليس اقتصاره على تحديد الزيادة الممكنة في بعض عمليات المشروع، لأنه كما نعلم أن زيادة مدة تنفيذ بعض عمليات المشروع قد لا تؤثر على مدة تنفيذ المشروع الكلية، فيجب أخذ هذه الناحية بعين الاعتبار عند إجراء الجدولة الزمنية للمشروعات الهندسية.

المراجع:

1- Carr, R I and Sandahi, J W 1978 " Bidding strategy using multiple regression". Journal of Constrution Division, American Society of Civil Engineers 104 (CO1): 15-26.

2-Jaafari, A., Mateffy, V.K., [1990], "Realisti Model for equipment replacement", J. Constrution engineering and management, ASCE, VOL. 116, NO. 3, PP. 514-532.

3-Van Uu Nguyen, M. [1985], "Tender evaluation by fuzzy sets", J. Constrution engineering and management, ASCE, VOL. 111, No. 3, PP. 231-243.

4-Karla Knight, Amina R. F. [2001], Use of fuzzy logic for predicting Design cost overruns on building projects. J. Construction engineering and management, ASCE, Vol. 128, No. 6, pp. 503-512.

5- Ross, T.J [1997], Fuzzy Logic With Engineering Applications. McGraw-Hill, Inc., New York.