دراسة تحليلية مقارنة نوعين من الشبكات(بيز الهجين وبيرت الاحتمالية) في تحديد الوقت الكلي لانجاز المشروع

هيئة التعليم التقني/الكلية التقنية الإدارية /بغداد
م. مساعد افتخار علي حسين

الملخص

يتناول البحث استخدام أسلوب جديد من أساليب إيجاد الوقت الكلي لإكمال المشروع ، الأسلوب هو شبكة بيز الهجينة والذي يمكن إعتباره إمتداداً من شبكة بيرت الأحتمالية لأن الأسلوبين يعملان تحت إفتراض أن الوقت عبارة عن متغير عشوائي مستمراً ويتبع توزيعين الاسي في بعض الانشاط وتوزيع كاما في انشطة أخرى ، وكلا الأسلوبين يعتمدان بدورهما على الأسبقية بين الانشطة وأن أنجاز كل نشاط مشروط بأنجاز النشاط السابق واللاحق، ولذلك سوف يتم إيجاد دالة التوزيع الشرطي لإنجاز المشروع وكيفية إيجاد الدالة الحدية وأستخراج الوقت المتوقع لها وكذلك إيجاد معامل الارتباط بين الأسلوبين.
تم أعتماد المخطط الشبكي لإحدى المعامل الأنتاجية / هي شركة الصناعات الخفيفة، وكانت عينة البحث معمل انتاج ثلاجات عشتار نوع ٩ قدم .

Abstract

This research deals with new style to find project completion total time, the style is hybrid Bayesian network which is considered as expanded to probabilistic PERT networks, since both styles assuming that time is a random variable, the styles depend upon priority between activities, there is a frequent conditional relation between them , the accomplishing result depends upon the proceeding one and will influence to the next one, so we have to find the conditional distribution for each stage of project, and how to find the marginal function, to get expected time for it and find the correlation coefficient between them . There is a practical application made in "Mild industrial company/ the refrigerators projection factory ASHTAR Refrigerators No.9 is chooses for application.

المقدمة:

يعتبر أسلوب بيز الهجين من الأساليب الحديثة والمهمة في حل مشكلات الوقت في الشبكات الاحتمالية المعقدة عندما يكون وقت إنجاز الأنشطة في الشبكة هجين (مستمر ومتقطع). إن هذا الموضوع لم يتناوله سابقاً من قبل الباحثين العرب ، لكن لقد تناوله العديد من الباحثين الأجانب لما فيه من فوائد جمة في حل مشكلات الوقت المعقدة نذكر منهم ،الباحث ١٩٩٢ (Wroy Buntin)[٩] أعتمد أسلوب بيز الهجين وطبق هذا الأسلوب عملياً على مصافي تكرير النفط وكيفية توزيع المشتقات النفطية ،وذلك باعتماده خوارزمية وضح فيه العمل

وكيفية تقسيم الدفعات وزيادتها لحد آخر لتر من النفط .أما الباحثان ١٩٩٦ (Young Pank& Key_Sun Choi)[١٠] وضحا السلوك الإحصائي لشبكات بيز الهجينة ،وكذلك تمكن الباحثان من حل مشكلة الوقت لشبكة مكونة من ١٠٠ عقدة وحاولا أن يجدا الدالة الحدية (Marginal Function) من التوزيع المشترك تحت افتراض أن الوقت متغير عشوائي متقطع والدالة التي اعتمدها هي دالة سكمود (Sigmoid Function)

$$\sigma(t)=\frac{1}{1+e^{-t}}$$

حيث أن: t متغير متقطع يأخذ أما (١ ،٠) ، أما الاحتمال الشرطي لإنجاز النشاط لهذه الدالة فهو كالأتي:

$$P(Xi=xi/X_{Cj}=x_{Ci})=\sigma(Xi\sum_{i\in j}XjWij)$$

أما الباحث ٢٠٠٠ (Kevin Prmphy)[٣] تمكن من إيجاد أفضل قيمة متوقعة لمتوسط وقت الإنجاز الكلي باستخدام طريقة الإمكان الأعظم الوغارتمية (Log-Likelihood Method) ،وذلك باعتماده على التوزيع الكاوسي المختلط .

أما الباحثان ٢٠٠١ (Uri &Ronald)[٧] وجدا التوزيع الشرطي للتوزيع الكاوسي واستخدما الخوارزمية التي تعتمد بدورها على النظام الثنائي (١،٠)

$$P(X1)=\begin{cases}N(0,\sigma^2)WhereA_i=0\\N(S_1,\sigma^2)Where\ \ A_i=1\end{cases}\qquad if\quad i=1,2,....,n$$

$$P(Xi)=\begin{cases}N(X_{i-1},\sigma^2)Where\ \ Ai=0\\N(X_{I-1}+S_I,\sigma^2)Where\ \ Ai=1\end{cases}$$

$$P(Yi)=\begin{cases}N(L-\sqrt{2n},1)Where\ \ B=0\\N(X_n,\sigma^2)Where\ \ B=1\end{cases}$$

وكذلك الباحثان ٢٠٠١ (Thomas Piminke)[٦] اعتمدا أسلوب شبكات بيز الهجينة وتناولا فيها نوعين من المتغيرات (مستمر ومتقطع) وطبقا هذا الأسلوب عملياً على محطات توليد الطاقة واعتمدا على التوزيع الكاوسي المختلط (Gaussian Mixture Distribution) ،وكذلك تمكنا من إيجاد أفضل دالة لتقليل الخسائر في الطاقة.أما الباحثان ٢٠٠٥ (Martin&Norman)[٤] استخدما أسلوب الشبكات البيزية الهجينة وتمكنا من إيجاد الاحتمال المتوقع والاحتمال غير المتوقع من الخسائر من دالة المعولية تحت الظروف الطبيعية والظروف التي يضعها الباحث (الفرضيات) ، وأستنتج الباحثان أنه يمكن إيجاد التوقع في حالة فقدان البيانات وذلك باعتماد البيانات التاريخية مسبقة .أما الباحثان ٢٠٠٩ (Siamak & Fatemi)[٥] فقد طبقا أسلوب بيز على شبكات بيرت الاحتمالية في ظل موارد متيسرة لكل نشاط ،حيث وضع الباحثان افتراضاً أن هذه الموارد المستلزمة لإنجاز النشاط قابلة للتجديد خلال فترة أنجاز النشاط بشرط أن التجديد لا يأخذ وقتاً أي لا يؤثر على وقت الإنجاز أي

يكون مساوي للصفر (تجهيز الموارد المتيسرة يكون فورياً) ، وافترضا أن الأوقات مستقلة وعبارة عن متغيرات عشوائية وقد تكون مستمرة أو متقطعة .

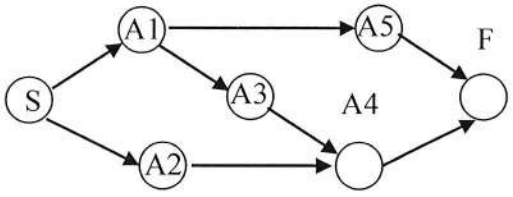
الهدف من البحث:

أن الهدف من البحث هو إيجاد الوقت الكلي لإكمال المشروع عندما يكون المتغير العشوائي (متغير الوقت لإنجاز النشاط) يسلك سلوكين قد يكون متقطعاً في نشاط ما من الشبكة أو قد يكون مستمراً في نفس الشبكة أو قد يكون مستمراً ويأخذ عدة توزيعات أو قد يكون متقطعاً ولذلك يسمى متغير الوقت هجين ،هنا سيتناول بحثنا متغير الوقت ويتبع توزيعين (التوزيع الآسي (Exponential Distribution) وتوزيع كاما (Gamma Distribution) لذا سيتم توضيح كيفية إيجاد التوقع الشرطي للمتغيرات الهجينة وإيجاد الدالة الحدية (Marginal Function) ومعامل الارتباط بين الأسلوبين.

الجانب النظري:

شبكات بيز الهجينة :

تعتبر شبكات بيز الهجينة أحدى أهم الأساليب لحل المشاكل المعقدة خصوصاً أن عامل الوقت مهم جداً في عالمنا اليوم ،إذ أن هذا الأسلوب ليس كباقي الأساليب الأخرى ألتي اعتمدت عند إيجاد الوقت ، وعلى افتراض أن وقت إنجاز النشاط في شبكة الأعمال الاحتمالية تتبع توزيع احتمالي معين ،أما بالنسبة لهذا الأسلوب(بيز الهجين) فقد تغلب على الصعوبات الناجمة عن الأساليب الأخيرة أذ وجد حل لمشكلة الوقت عندما يكون الوقت عبارة عن متغير عشوائي قد يكون متغيراً متقطعاً ويأخذ إحدى التوزيعات المتقطعة أو متغيراً مستمراً ويأخذ إحدى التوزيعات المستمرة ويمكن كذلك إيجاد الدالة المشتركة (Joint Function) بين التوزيع (المتقطع والمستمر) على شكل متجهات (Vectors) خصوصاً عندما تكون الشبكات كبيرة يصعب التعامل معها بأسلوب التحويلات العادي ،وأن هذا الأسلوب يعتمد على شرط الأسبقية ، لكي تكون الفكرة واضحة سيتم أخذ مثال يوضح الفرق بين أسلوب بيرت العادي وأسلوب بيز الهجين ،على سبيل المثال [4] تم أخذ شبكة الشكل رقم (١) مكونة من خمسة أنشطة A1,A2,.....,A5 وأن S تشير إلى بداية المشروع وبوقت أنجاز مساوي للصفر، أما F فأنها تشير إلى نهاية وقت أكمال المشروع الكلي .



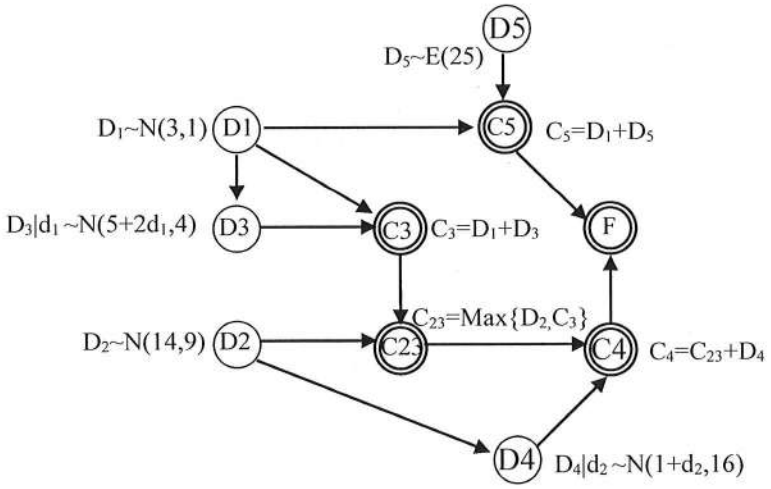
الشكل رقم (١) مخطط لشبكة بيرت الاحتمالية

واضح من الشكل رقم (١) أن النشاط A3 والنشاط A5 يمكن فقط أن يبدأ بعد إكمال النشاط A1 وأن النشاط A4 يمكن أن يبدأ بعد أكمال A3, A2 والمشروع يكون قد انتهى بعد أكمال الأنشطة الخمسة .أما بالنسبة للشكل رقم (٢)

أفترض أن Di : يشير إلى وقت أنجاز النشاط i

وأن Ci : تشير إلى الوقت المبكر لإنجاز النشاط i وأن C23 : تشير إلى وقت أكمال النشاطين ٢،٣ حيث أن هدفنا هو حساب الدالة الحدية لوقت الإكمال المبكر للمشروع .

وتم افتراض أن لكل نشاط سيبدأ حالاً بعد الانتهاء المباشر لكل الأنشطة حسب الأسبقية ،وكذلك أفترض أن (S=0) وبقيمة احتمالية مساوية للواحد الصحيح، والشيء الأهم الذي يجدر الإشارة إليه أنه لا يجوز مطلقاً أن يخرج سهم من العقدة Ci ويذهب إلى العقدة Di لأن العقدة Ci تمثل حساب وقت أنجاز النشاط وكما موضح في الشكل رقم(٢) الذي سيعطى فكرة واضحة عن الأسبقية المشروطة بين الأنشطة .



الشكل رقم (٢) يمثل شبكة بيز الهجينة والعلاقة بين الأنشطة حسب الأسبقية والاعتمادية بينها.

شبكات بيرت الاحتمالية

يعد أسلوب تقييم البرامج ومراجعتها (بيرت) طريقة عملية لتقييم الإنتاج ورقابته والتخطيط في ظل عدم الدقة في تقديرات المدة الزمنية لتنفيذ كل مرحلة من مراحل المشروع. أي إن هذا النوع من المشاريع تؤدي إلى تطورات تكنولوجية مثل برامج الفضاء وتطوير المعدات وفي المشاريع الإنتاجية وغيرها من المشاريع المماثلة. ولذلك وفي ظل عدم التأكد (الاحتمال) من أزمنة الانجاز يتم اللجوء لاستخدام أسلوب بيرت. [1]

يعتمد هذا الأسلوب على احتمالات الأزمنة، ويقسم الزمن إلى ثلاثة أنواع من الاحتمالات التخمينية لزمن الإنجاز وهي:

a : تمثل الوقت التفاؤلي optimistic time و b: تمثل الوقت التشاؤميpessimistic time و m: تمثل الوقت الأكثر احتمالاً most likely time

وتحدد جميع هذه الأوقات على وفق الخبرة، وهذه المعلمات قد اقترحت بافتراض أن المتغير العشوائي t يتبع توزيع بيتا المعرف بالدالة الاحتمالية آلاتية :

$$a \le t \le b \qquad \alpha, \beta > 0 \qquad f_T(t) = \frac{1}{(b-a)^{\alpha+\beta-1}\,\beta(\alpha,\beta)}(t-a)^{\alpha-1}(b-t)^{\beta-1}$$

جميع تحليلات بيرت يتم استخراج المعلمات لها حسب المعادلتين الآتيتين:

$$\bar{y}(PERT) = (a+4m+b)/6$$

$$\sigma^2(PERT) = (b-a)^2 / 36$$

معامل الارتباط

يمكن أعطاء تعريف لمعامل الارتباط بأنه درجة أو قيمة العلاقة التي تربط متغيرين من المتغيرات وهي قيمة حقيقية خالية من وحدات قياس المتغيرات المرتبطة بعلاقة . يعتبر العالم الانكليزي كارل بيرسون أول من وضع صيغة معمل الارتباط وغالباً ما يرمز له بالرمز r_{12}, r_{xy}, r.

لتكن (X_i, Y_i) تمثل أزواج القيم التي تم الحصول عليها من عينة من المفردات قوامها (n) وأفرض ان S_x, S_y يمثلان على التوالي الانحراف المعياري لقيم X,Y عندئذٍ :

$$R_{xy}=cov(X,Y)/S_x*S_y=(S_{xy}/S_x*S_y)$$

حيث $S_{xy} = cov(X,Y)$ يسمى التباين المشترك بين X,Y .

$$r_p = \frac{\sum_{i=1}^{n}(X_i - \bar{X})(Y_i - \bar{Y})}{\sqrt{\sum_{i=1}^{n}(X_i - \bar{X})^2 \sum_{i=1}^{n}(Y_i - \bar{Y})^2}},$$

الجانب العملي

التحليل الإحصائي للبيانات

بعد أن تم بناء المخطط الشبكي كما موضح في الشكل رقم (٣) ملحق رقم(٣) الذي تم توضيح المسلك التكنولوجي لسير العمليات الإنتاجية لحين الحصول على المنتج (الثلاجة) كخطوة أولية وبعدها يأتي جمع بيانات الوقت حسب أسلوب بيرت(الأوقات التفاؤلية والتشاؤمية والأكثر احتمالاً) كما موضحة في الجدول رقم (١) في ملحق رقم (١) وتم إجراء حسن المطابقة للبيانات (Goodness of Fit) وذلك باعتماد برنامج اكسل (Excel) تبين أن متغير الوقت يتبع التوزيع الأسي (Exponential Distribution)، ومن ثم انتقلنا إلى مرحلة بناء المخطط الشبكي حسب أسلوب بيز الهجين وتم توضيح التوزيعات الشرطية لكل مرحلة من مراحل إنجاز المشروع على المخطط الشبكي حسب ماهو موضح في الشكل رقم (٤) في ملحق رقم (٤) وبعدها يأتي دور حساب التوقع الشرطي لكل مرحلة من مراحل إنجاز المشروع حسب الأسبقية وكما موضح أدناه:

٢- توضيح الأسبقية بين الأنشطة وبالرجوع إلى المخطط الشبكي كما يلي :

$$(D_1) \approx \exp(\lambda_1)$$
$$(D_3|d_1) \approx G(\lambda_3, n)$$
$$(D_{10}|d5, d3, d1) \approx G(\lambda_{10}, n)$$
$$(D_6|d_3, d_1) \approx G(\lambda_6, n)$$
$$(D_{12}|d_6, d_3, d_1) \approx G(\lambda_{12}, n)$$
$$(D_{15}|d_{10}, d_5, d_3, d_1) \approx G(\lambda_{15}, n)$$
$$(D_4|d_2) \approx G(\lambda_4, n)$$
$$(D_7|d_4, d_2) \approx G(\lambda_7, n)$$
$$(D_{13}|d_8) \approx G(\lambda_{13}, n)$$
$$(D_{14}|d_9) \approx G(\lambda_{14}, n)$$
$$(D_{16}|d_{12}, d_6, d_3, d_1) \approx G(\lambda_{16}, n)$$
$$(D_{17}|d_{16}, d_{12}, d_6, d_3, d_1) \approx G(\lambda_{17}, n)$$
$$(D_{19}|d_{17}, d_{16}, d_{12}, d_6, d_3, d_1) \approx G(\lambda_{19}, n)$$
$$(D_{20}) \approx \exp(\lambda_{20})$$
$$(D_{21}|D_{20}) \approx G(\lambda_{21}, n)$$
$$(D_{22}|d_{21}, d_{20}) \approx G(\lambda_{22}, n)$$
$$(D_{23}|d_{22}, d_{21}, d_{20}) \approx G(\lambda_{23}, n)$$
$$(D_{24}|d_{23}, d_{22}, d_{21}, d_{20}) \approx G(\lambda_{24}, n)$$
$$(D_{25}|d_{24}, d_{23}, d_{22}, d_{21}, d_{20}) \approx G(\lambda_{25}, n)$$
$$(D_{26}|d_{25}, d_{24}, d_{23}, d_{22}, d_{21}, d_{20}) \approx G(\lambda_{26}, n)$$

حساب التوقعات الشرطية للعلاقات أعلاه نوضح منها ما يأتي:

$$E(D_1) = \int_0^\infty D_1 f(D_1) d_{D1}$$

$$E(D_3|d_1) = \int_0^\infty D_3 f(D_3|d_1) d_{D3}$$

$$E(D_3|d_1) = \int_0^\infty D_3 \frac{f(D_1, D_3)}{f(D1)} d_{D3}$$

$$E(D_{10}|d_5, d_3, d_1) = \int_0^\infty D_{10} f(D_{10}|\ D_5, D_3, D_1) d_{D10}$$

$$E(D_{10}|d_5, d_3, d_1) = \int_0^\infty D_{10} \frac{f(D_{10}, D_5, D_3, D_1)}{f(D_5, D_3, D_1)} d_{D10}$$

وهكذا الباقي الأنشطة ، باستخدام أسلوب التحويلات يمكن إيجاد الدالة المشتركة والحدية وبسهولة يمكن إيجاد التوقع والتوقع الشرطي من معرفة التوزيع للمتغير العشوائي حيث ان :

$E(D_1)$: تمثل التوقع لوقت انجاز النشاط (١)، أما بالنسبة $E(D_3|d_1)$: تمثل التوقع الشرطي لانجاز النشاط (٣) المشروط بانجاز النشاط (١) وكذلك $E(D_{10}|d5, d3, d1)$: يمثل التوقع الشرطي للنشاط (١٠) المشروط بإنجاز الأنشطة (٥-٣-٢) وهكذا بالنسبة لباقي التوقعات الشرطية الموضحة في الجدول أدناه.

الجدول رقم (٣) يوضح قيم حساب التوقع الشرطي

Conditional Expectation	Expected values	Conditional Expectation	Expected values
$E(D_1)$	5.9	$E(D_{16}\|d_{12}, d_6, d_3, d_1)$	4.9
$E(D_3\|d_1)$	5.22	$E(D_{17}\|d_{16}, d_{12}, d_6, d_3, d_1)$	5.3
$E(D_{10}\|d5, d3, d1)$	4.22	$E(D_{19}\|d_{17}, d_{16}, d_{12}, d_6, d_3, d_1)$	10
$E(D_6\|d_3, d_1)$	3.54	$E(D_{20})$	3.6
$E(D_{12}\|d_6, d_3, d_1)$	1.51	$E(D_{21}\|D_{20})$	10
$E(D_{15}\|d_{10}, d_5, d_3, d_1)$	9.38	$E(D_{22}\|d_{21}, d_{20})$	26.8
$E(D_4\|d_2)$	6.27	$E(D_{23}\|d_{22}, d_{21}, d_{20})$	14.48
$E(D_7\|d_4, d_2)$	1.6	$E(D_{24}\|d_{23}, d_{22}, d_{21}, d_{20})$	4.35
$E(D_{13}\|d_8)$	1.51	$E(D_{25}\|d_{24}, d_{23}, d_{22}, d_{21}, d_{20})$	3.52
$E(D_{14}\|d_9)$	3.31	$E(D_{26}\|d_{25}, d_{24}, d_{23}, d_{22}, d_{21}, d_{20})$	8.40

وبعد أن تم إيجاد التوقع الشرطي لكل مرحلة من مراحل أنجاز المشروع يمكن إيجاد التوقع الكلي حسب ما موضح في المخطط الشبكي شكل رقم(٤) ملحق رقم (٤).

الاستنتاجات والتوصيات

بضوء ما تم التوصل إليه من تطبيق الأسلوبين بيرت الاحتمالي وبيز الهجين تبين ما يلي:

١- أن أسلوب بيرت عند تطبيقه يفترض أن كل نشاط في الشبكة يجب أن تتبع توزيع بيتا وأن الوقت المتوقع تكون له صيغة ثابتة .

٢- أن أسلوب بيز الهجين يعطي أمكانية عالية لمعرفة سلوك كل نشاط في الشبكة وبهذا يمكن إجراء حسن المطابقة للأنشطة التي يشك الباحث أنها قد تسلك سلوك مغاير عن باقي الأنشطة في الشبكة .

٣- عند وجود أكثر من توزيع في أوقات الأنشطة أن الباحث لديه أسلوب في الحل ألا وهو أسلوب بيز الهجين للتغلب على الصعوبة في إيجاد الوقت المتوقع تطبيق الأسلوب الأخير وكان ذلك واضح من خلال النتائج المستحصل عليها يبن الفرق في النتائج حيث كانت قيمة الوقت المتوقع من أسلوب بيرت ١٢٢,٨ ساعة .

٤- أما قيمة الوقت المتوقع من تطبق أسلوب بيز الهجين ١٧٨,٧ ساعة (يضم الوقت الفعلي للإنجاز مضاف أليه وقت الانتظار ولكل نِشاط من أنشطة انجاز المشروع) ساعة وتم استبعاد عدد ساعات انقطاع التيار الكهربائي بالإضافة إلى العطل الرسمية .

٥- أن مقدار الفرق بين أسلوب بيرت وأسلوب بيز الهجين مساوي إلى ٥٥,٩ ساعة ،حيث أن هذا المقدار يشير إلى أنه يوجد وقت فائض في الأنشطة التي تقع خارج المسار الحرج .

٦- يلاحظ أن مقدار معامل الارتباط مساوي(0.18062-) أي يشير إلى انعدام العلاقة بين الأسلوبين وهذا يؤكد وجود استقلالية تامة تقريباً بين الأوقات المستخرجة بأسلوب بيز والأوقات المستخرجة بأسلوب بيرت .

٦- نوصي أدارة الشركة (معمل أنتاج الثلاجات) الاستفادة من الوقت الفائض (Float Time)عند الأنشطة في قسم التحضيرات والرفوف:

أ- صناعة الرفوف (طوي الأسلاك + لحيم نقطي spot welding + تقطيع الزوائد).

ب- تنظيف الرفوف وإزالة الأكاسيد منها قبل الطلاء .

ج- إدخال الرفوف إلى فرن الطلاء .

وكذلك الأنشطة التي تمتلك وقت فائض في قسم السمكرة والبلاستك:

ء- صناعة البطانة البلاستيكية (الداخلية + الباب) .

ن- فحص البطانة البلاستيكية من التصدعات والفقاعات (سيطرة نوعية).

هـ- تجميع الهيكل .

و- صناعة المجرات + أغطية المجرات .

ي- فحص المجرات + أغطية المجرات من التصدعات والفقاعات (سيطرة نوعية).

٧- نوصي أدارة معمل أنتاج الثلاجات الاستفادة من الأيدي العاملة الفائضة لدى قسمي التحضيرات والرفوف وقسم السمكرة والبلاستك وتوزيعهم على الأقسام المختلفة للإسراع في أنجاز الأنشطة التي لا تمتلك وقت فائض (الأنشطة الحرجة) وهذا كان واضح من خلال الزيارات الميدانية للمعمل.

٨- يمكن الاستفادة من الوقت الفائض في مراحل أنجاز المشروع وبالتالي تنعكس النتيجة إيجابياً على تقليل التكاليف وتقليل الوقت الفائض في الأنشطة أنفة الذكر وبالتالي التعجيل في أنجاز المشروع (زيادة الإنتاج) في أقل وقت واقل كلفة .

المصادر:

١-الدفاعي ،افتخار علي حسين ،٢٠٠٧ "استخدام أسلوب ماركوف في شبكات بيرت الاحتمالية " رسالة ماجستير ،كلية الإدارة والاقتصاد ، جامعة بغداد .

2- Esma*, N.N& P.P,Shenoy** (2002)," Solving Stochastic PERT Networks Exactly using hybrid Bayesian networks", school of business , university of Kansas ,Lawrence ,ks 5604 USA * esmanur@ku.ed, ** pshenoy@ku.ed .

3- Kevin,p.p,(2000),"A variational approximation for Bayesian networks with discrete and continuous latent variables " computer science division, Univ. of California , Berkeley , murphyk@Cs.Berkeley.edu.

4- Martin,N.,N,Fenton, T.Monesh, (2005)," Using Bayesian networks to model expected and unexpected operational losses", risk analysis, Vol.25, No.4.

5- Siamak,B.,& S.M.T.fatimi Ghomi, (2009),"A Hybrid Heuristic Rule for Constrained Resource Allocation in PERT type networks", Department of industrial engineering , Amirkabir university of technology, Tehran, Iran.
World Applid sciences journal vol.7 no. 10 ,pp. :1324-1330.

6- Thomas,P.M.,(2001),"Expectation Purgation for approximate Bayesian inference", Carnegie Mellon university, statistic Dep.

7- Uri(1),L.& P, Ronald(2), (2001), "Inference in Hybrid networks: Theoretical limits and practical algorithms"
(1) Computer science department, Stanford University, uri@cs.stanford.edu
(2) Computer science department, Duke University, parr@cs.duke.edu

مصدر من المكتبة الافتراضية:

8-Vinod kumar, R.R.Joshi,(2007)"Hybrid Controller based Intelligent Speed control of induction Motor" Journal of theoretical and applied information Technology ,Vol:3, no.1,pp.:71-75.

9- Wray, B., (1992),"Theory Refinement on Bayesian Networks" ,RIACS and AI research branch . NASA Ames Research Center.
wary@ptolemy.arc.nasa.gov

10- Young,C,P.&C.key-sun ,(1996),"Automatic Thesaurus construction using Bayesian networks", computer science and technology, information processing & management , pp.543-555, vol.32, no.5,

ملحق رقم(١)

الجدول رقم (١)

يوضح البيانات الخاصة بأوقات (التفاؤلية والتشاؤمية والأكثر احتمالاً) لإنتاج ثلاجة عشتار نوع ٩ قدم /والوقت مقاس بالدقائق

ت	الأنشطة	أسماء الأنشطة	a minute	m minute	b minute
1	1-2	قسم التحضيرات والرفوف/عملية تحضير أولية مثل تهيئة المادة الأولية والماكينة للعمل.	٢٢٨	٣٤٨	٤٨٩
2	1-3	قسم السمكرة والبلاستك/عملية تحضير أولية مثل	٣١٢	٣٨١	٤٢٠

		المادة الأولية وقالب الكبس.			
3	2-4	صناعة الرفوف/(طوي الأسلاك + لحيم نقطي spot welding+ تقطيع الزوائد).	١٨٠	٣٢١	٤١٤
4	2-5	صناعة الأجزاء/(ظهر ثلاجة ، وقاعدة موطور ، وأذن هيكل ، واجهة باب) هذه الأجزاء كلها تصنع على ماكينة ايطالية نوع panally).	١٣٢	١٩٠	٣٨٤
5	3-6	صناعة هياكل الثلاجات/في قسم السمكرة والبلاستك	٨٧	١٤٨	٢١٠
6	3-7	صناعة البطانة البلاستيكية (الداخلية+الباب).	٧٨	٨٧	١٥٤
7	3-8	صناعة المجرات + أغطية المجرات.	٧٥	٩٣	١٢٩
8	4-9	تنظيف الرفوف وأزله الاكاسيد منها قبل الطلاء.	١٨٧	٢٥٠	٣٣٠
9	5-11	نقل الأجزاء إلى قسم الطلاء.	١٢٧	١٩٢	٢٨٢
10	6-10	فحص وازلة الاكاسيد من الهياكل قبل الطلاء.	١٨٨	٢٥٥	٣٧٤
11	7-12	فحص البطانة البلاستيكية/ من التصدعات والفقاعات.	٦٩	٨١	١٢٠
12	8-13	فحص المجرات + أغطية المجرات/من التصدعات والفقاعات.	٦٦	٨٧	١٢٩
13	9-14	إدخال الرفوف إلى فرن الطلاء /(طلاء الرفوف في نفس قسم التحضيرات والرفوف).	٣٠٠	٤٢٩	٥٦٤
14	10-11	نقل الهياكل إلى قسم الطلاء.	١٢٦	١٩٨	٢٨٢
15	11-15	طلاء الأجزاء +الهياكل .	٩٦٩	١٠٩٨	١٢٤٨
16	12-16	نقل البطانات البلاستيكية إلى قسم التجميع .	١٠٨	١٣٥	١٨٠
17	13-25	نقل المجرات + أغطية المجرات /إلى قسم الشحن والتغليف.	١٣٢	٢٠٣	٢٤٩
18	14-25	نقل الرفوف إلى قسم الشحن والتغليف.	١٥٦	١٨٦	٢١٣
19	15-16	نقل الأجزاء + الهياكل/بعد الطلاء إلى قسم التجميع.	١٢٦	١٩٨	٢٨٢
20	16-17	تجميع البواب.	٢٢٨	٢٩٤	٣٦٩
21	16-18	تجميع الهياكل.	٢٤٠	٣١٢	٤٢٠
22	17-19	نقل الأبواب إلى قسم الحقن.	١٠٨	١٢٦	١٥٠
23	18-19	نقل الهياكل إلى قسم الحقن.	٧٢	٨٧	١٢٩
24	19-20	حقن الأبواب + الهياكل.	٤٦٢	٦٠٠	٧٤٤
25	20-21	سيطرة نوعية /فحص البواب + الهياكل.	١٩٥	٢١٥	٢٥٥
26	21-25	نقل الأبواب إلى قسم الشحن والتغليف.	١٧٤	٢١٠	٢٥٣

٨٤٨	٥٨٢	٤٢٩	تجميع الكهربائيات.	21-22	27
١٨٥٤	١٦١٤	١٣٢٦	تجميع أجزاء تبريد .	22-23	27
٩٣٠	٨٦٧	٨١٦	شحن بالغاز +تفريغ من الرطوبة.	23-24	29
٣٢٦	٢٦١	١٩٥	نقل الثلاجات إلى قسم الشحن والتغليف.	24-25	30
٥٦٥	٥١٠	٤٢٠	شد الأبواب + تغليف الثلاجات ووضعها في الكارتون مع إضافة الرفوف + المجرات + أغطية المجرات.	25-26	31

ملاحظة// عند إجراء الحسابات تم لتبسيط العمليات الحسابية حيث تم تحويل الوقت المستغرق لكل نشاط من الدقائق للساعات.

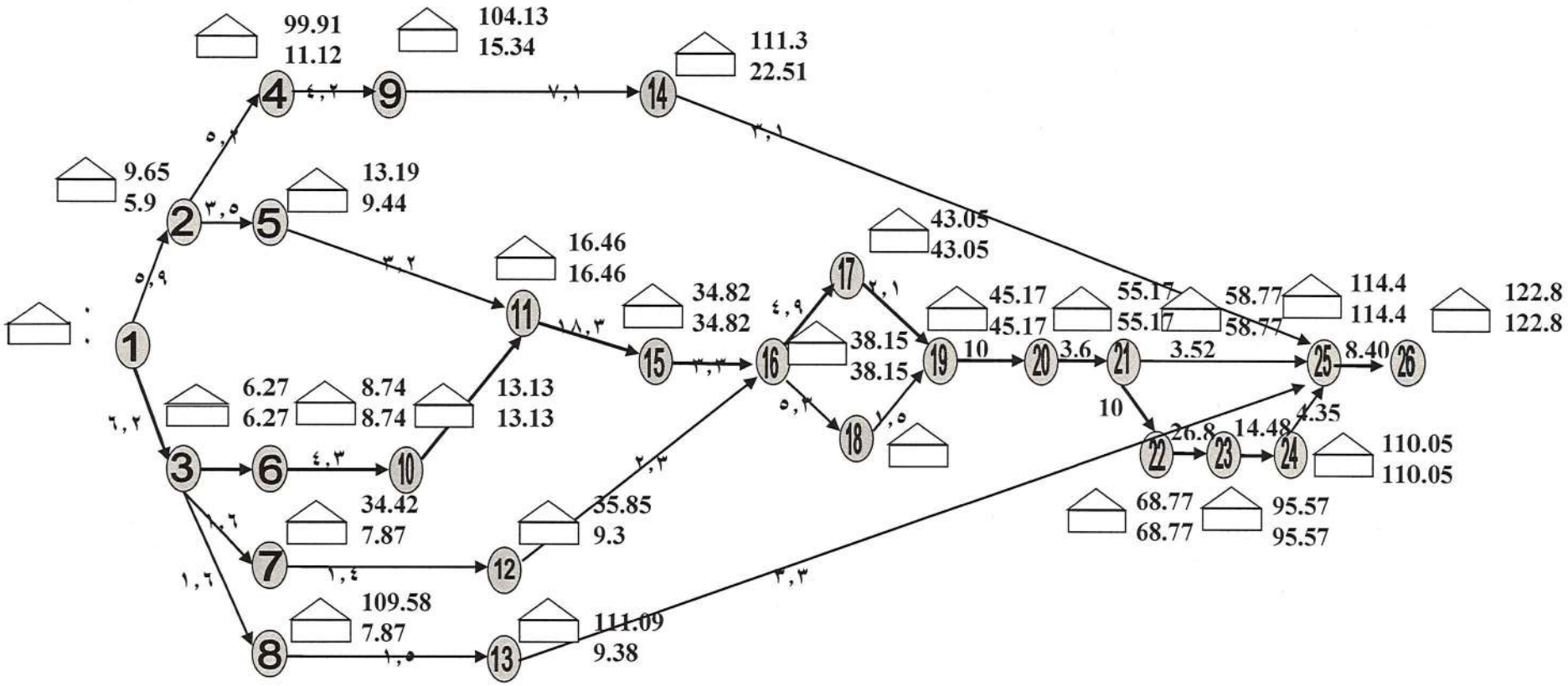
ملحق رقم (٢)

جدول رقم (2)

يوضح فيه متوسط وتباين الوقت المستغرق لكل مرحلة من مراحل مشروع انتاج ثلاجة عشتار نوع ٩ قدم .

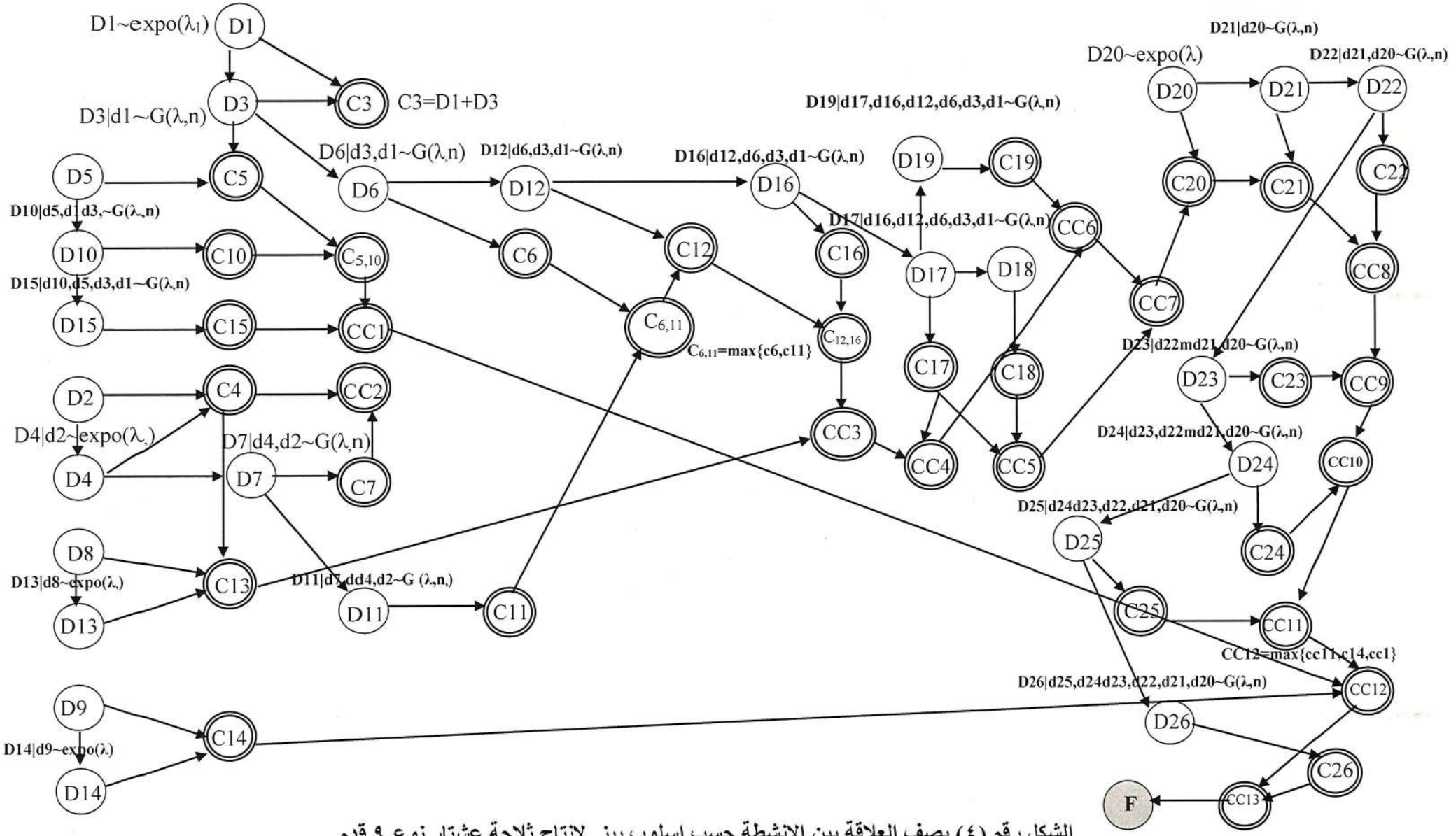
ت	الأنشطة	$\bar{y}(PERT)$	$\sigma^2(PERT)$	ت	الأنشطة	$\bar{y}(PERT)$	$\sigma^2(PERT)$
1	1-2	٥,٩	٠,٥٢٥٦	17	13-25	٣,٣١	٠,١٠٥٦
2	1-3	٦,٢٧	٠,٠٩	18	14-25	٣,١	٠,٠٢٥١
3	2-4	٥,٢٢	٠,٤٢٢٥	19	15-16	٣,٣٣	٠,١٨٧٨
4	2-5	٣,٥٤	٠,٤٩	20	16-17	٤,٩	٠,١٥٣٤
5	3-6	٢,٤٧	٠,١١٦٧	21	16-18	٥,٣	٠,٢٥
6	3-7	١,٦	٠,٠٤٤٨	22	17-19	٢,١٢	٠,٠١٣٦
7	3-8	١,٦	٠,٠٢٢٥	23	18-19	١,٥٣	٠,٠٢٥١
8	4-9	٤,٢٢	٠,١٥٧٣	24	19-20	١٠	٠,٦١٣٦
9	5-11	٣,٢٧	٠,١٨٤٩	25	20-21	٣,٦	٠,٠٢٦١
10	6-10	٤,٣٩	٠,٢٦٦٩	26	21-25	٣,٥٢	٠,٠٤٨٤
11	7-12	١,٤٣	٠,٠٥٠٦	27	21-22	١٠	١,٣٥٣٣
12	8-13	١,٥١	٠,٠٣٠٦	27	22-23	٢٦,٨	٢,١٥١١
13	9-14	٧,١٧	٠,٥٣٧٨	29	23-24	١٤,٤٨	٠,١٠٠٣
14	10-11	٣,٣٣	٠,١٨٧٨	30	24-25	٤,٣٥	٠,١٣٣٢
15	11-15	١٨,٣٦	٠,٦٠٠٦	31	25-26	٨,٤٠	٠,١٦٢٧
16	12-16	٢,٣	٠,٠٤				

ملحق رقم (3)



الشكل رقم (٣) المخطط الشبكي يوضح حسابات المسار الحرج لإنتاج ثلاجة عشتار نوع ٩ قدم.

ملحق رقم (4)



الشكل رقم (٤) يصف العلاقة بين الانشطة حسب اسلوب بيز لانتاج ثلاجة عشتار نوع ٩ قدم