إدارة القيمة المحققة الضبابية مع تطبيق عملي

م. د. سهيل نجم عبد الله
كلية الإدارة والاقتصاد/جامعة بغداد
drsuhail.najm@gmail.com

الباحث. حاجم عات دحام
جامعة المثنى
hajem.ati10@yahoo.com

الملخص

إن تقنية إدارة القيمة المحققة هي من التقنيات الحاسمة التي تستخدم في التحليل والمراقبة على أداء المشروع ، والتي تعطي مقياس دقيق لكل من الأداء والتقدم للمشروع ، إن هذا البحث يقدم نموذج إدارة قيمة محققة اساسه ضبابي مع الفائدة في تطوير وتحليل دلائل القيمة المحققة ، والوقت والكلفة المقدرة للانجاز في ظل وجود حالة عدم التأكد . وبما ان عدم التأكد هي حالة متأصلة في أنشطة الحياة الواقعية ، فأن النموذج المطور مفيد جداً في تقدير التقدم للمشروع حيث عدم التأكد يكون موجوداً ، مع تطبيق عملي يصور كيف إن النموذج الجديد يمكن إن يطبق في الواقع.

Earned Value Management with application) (Fuzzy:

Abstract

The earned value technique is a crucial technique in analyzing and controlling the performance of a project which allows a more accurate measurement of both the performance and the progress of a project. This research presents a new fuzzy-based earned value model with the advantage of developing and analyzing the earned value indices, and the time and the cost estimates at completion under uncertainty. As the uncertainty is inherent in real-life activities, the developed model is very useful in evaluating the progress of a project where uncertainty arises. An application illustrates how the new model can implemented in reality .

بحث مستل

إدارة القيمة المحققة الضبابية مع تطبيق عملي

المقدمة :

إن إدارة القيمة المحققة هي إحدى تقنيات إدارة المشاريع وتستخدم لقياس التقدم (سير العمل) للمشروع بأسلوب موضوعي ، وتقيس هذه التقنية الأداء والتقدم حيث أنها تجمع بين ثلاث عناصر رئيسية في إدارة المشروع هي (الكلفة ، الوقت ، الجدولة)، وفي الحقيقة فأنها تحسب مؤشرات الأداء للوقت والكلفة للمشروع ، وتقدر كلفة الانجاز ووقت الانجاز للمشروع وتقيس الأداء والتقدم وذلك بمقارنة الكلف المخططة (Planned costs) والكلف الفعلية (Actual costs) للأنشطة مع القيم المحققة المقابلة (المناظرة) .

ونظراً لوجود حالة عدم التأكد التي ترافق الأنشطة من حيث الوقت والكلفة لذلك يتم استخدام المجموعات الضبابية والمتغيرات اللغوية للتعبير عن أوقات وكلف انجاز الأنشطة ، حيث يتم تحويل المتغيرات اللغوية الى أرقام ضبابية ومن ثم وباستخدام هذه التقنية يتم قياس مدى التقدم (سير العمل) في المشروع وهي تساهم في إعطاء تحذير للمشاكل التي تحصل إثناء الانجاز .

المبحث الأول / منهجية البحث والدراسات السابقة

تم تقديم مفهوم إدارة القيمة المحققة أولا في العام ١٩٦٣ من قبل قسم تابع الى وزارة الدفاع الأمريكية والذي يحتوي على تعريف بسيط للقيمة المحققة ، وفي العام ١٩٦٧ قام نفس القسم بتأسيس أنظمة سيطرة على الكلفة/الجدولة لتوحيد متطلبات المقاولين على أداء الكلفة والجدولة ، وفي العام ١٩٩٥ قامت جمعية تعرف بجمعية الأمن القومي الصناعية (NSIA) بتحديد مجموعة من المعايير لإدارة القيمة المحققة والتي أسهمت في إدارة المشاريع ، وفي العام ٢٠٠٣ قام الباحث Kim al. بدراسة تطبيقات إدارة القيمة المحققة على أنواع مختلفة من المنظمات والمشاريع . وفي العام ٢٠٠٩ قدم الباحث Lipke et al طريقة التنبؤ الموثوقة للكلفة ومدة الانجاز وذلك لتحسين قابلية إدارة المشاريع على اتخاذ القرارات .

أولا مشكلة البحث :

تتلخص مشكلة البحث في وجود حالة عدم التأكد لأنشطة المشروع من حيث الوقت والكلفة، وذلك لعدم وضع التقديرات الدقيقة للأنشطة مما يولد حالة عدم التأكد للأنشطة وبالتالي للمشروع بأكمله والذي يؤدي إلى التأخر في انجاز المشروع وزيادة الكلف المترتبة وغيرها من المشاكل .

ثانياً فرضية البحث :

يقوم البحث على أساس إن الوقت المقدر للانجاز والكلفة المقدرة للانجاز تكون ضبابية وكذلك المؤشرات الأخرى تكون ضبابية أيضا نتيجة لوجود حالة عدم التأكد المرافق لأنشطة المشروع .

ثالثاً هدف البحث :

إن الهدف من البحث هو استخدام تقنية إدارة القيمة المحققة الضبابية ، لإدارة المشاريع في حالة عدم التأكد والغموض وعدم توفر بيانات كاملة أو دقيقة عن أوقات انجاز أنشطة المشروع من اجل تقدير مؤشرات الأداء والوقت الضبابي والكلفة الضبابية للانجاز ، مما يمكن إدارة المشروع من السيطرة والمراقبة والتقييم واتخاذ القرارات المناسبة .

رابعاً أهمية البحث :

تكمن أهمية البحث إن هذه التقنية تمكن إدارة المشروع في تحليل ومراقبة وتقييم أداء(الانجاز) للمشروع وقياس مدى التقدم(سير العمل) في المشروع واتخاذ القرارات المناسبة ، وهي تساهم في إعطاء تحذير للمشاكل التي تحصل إثناء الانجاز .

المبحث الثاني/ الإطار النظري للبحث

يتضمن هذا المبحث توضح لمفهوم الضبابية والمجموعات الضبابية والمتغيرات اللغوية والأرقام الضبابية والتي سيتم الاستعانة بها إثناء البحث وكذلك توضيح تقنية إدارة القيمة المحققة الضبابية .

٢-١ الضبابية Fuzziness [2,4]:

تعني الضبابية الغموض وعدم الوضوح ، وهي نوع من عدم التأكد المتعلق بالكائنات البشرية ، وفي علم الإدارة التقليدية والهندسة تعني عدم التأكد الاحتمالي ذي الصفة العشوائية ، ولكن من وجهة نظر النظرية الضبابية هي عدم تأكد المعاني ووصف الأشياء مثل : ممتاز، كبير، صغير، جيد، مرتفع،..الخ ، فالضبابية مفهوم واسع يتضمن عدم التأكد الشرطي .

٢-٢ المجموعات الضبابية Fuzzy Sets [13,15]:

[تعرف المجموعة الاعتيادية "Crisp Set" على أنها مجموعة من العناصر وان إي عنصر يمكن إن ينتمي أو لا ينتمي إلى المجموعة ، وأن المجموعة قد تكون محددة أو غير محددة] . أما المجموعة الضبابية "Fuzzy Set" فقد عرفها (Zadeh,1965) كما يأتي :

[المجموعة الضبابية هي أصناف من العناصر مع درجة انتماء مستمر وأن هذه المجموعة ميزت بدالة الانتماء (المميزة) التي خصصت لكل عنصر درجة انتماء مداه بين الصفر والواحد] . أي عندما يأخذ العنصر درجة انتماء (١) فهذا يعني أن العنصر ينتمي بالتمام إلى المجموعة الضبابية ، وعندما تكون درجة الانتماء (صفر) فهذا يعني أن العنصر لا ينتمي أطلاقا إلى المجموعة الضبابية، والدرجات الأخرى تتفاوت بين الصفر والواحد ، فعندما تكون درجة الانتماء (٠,٥) فهذا يعني أن العنصر ينتمي بنسبة (٠,٥) إلى المجموعة الضبابية ولا ينتمي الى المجموعة بالنسبة نفسها ويدعى هذا العنصر بنقطة التوازن "Equilibrium Point" وقد تكون نقطة واحدة أو عدة نقاط . وعندما تكون درجة الانتماء (٠,٨) فهذا يعني أن العنصر ينتمي الى المجموعة الضبابية بنسبة (٠,٨) ولا ينتمي إليها بنسبة (٠,٢) وهو أقرب الى الانتماء من عدمه .

إدارة القيمة المحققة الضبابية مع تطبيق عملي

وقد قدمت نظرية المجموعات الضبابية للتكيف مع صفة الغموض والإبهام في النظم البشرية ، ولتخفيض الاحتياجات إلى مدخلات كمية دقيقة عند تحليل القرار.

٢-٣ المتغيرات اللغوية Linguistic variables[2,4,15] :

بسبب ظهور حالة عدم التأكد التي ترافق سير(تقدم)الأنشطة(الفعاليات) في المشروع ، فقد تم الاستعانة بالمجموعات الضبابية والمتغيرات اللغوية لمعالجة هذه الحالة ، حيث يتم استخدام المتغيرات اللغوية مثل (واطئ جداً (very low)، واطئ (low) ، نصف (half)، عالي (high ، ... وغيرها) وكما موضح بالشكل رقم (١) ، وبالاستعانة بالمهندسين أصحاب الخبرة في تقدير مدى سير (تقدم) النشاط ، ثم يتم تحويل هذه المتغيرات اللغوية الى أرقام ضبابية وفقاً الى درجات انتماء معينة وكما موضح في الجدول رقم(١) وهذه الأرقام اما إن تكون أرقام ضبابية مثلثية أو أرقام ضبابية رباعية.

الجدول رقم(١)

يوضح المتغيرات اللغوية والأرقام الضبابية المقابلة لها

الرقم الضبابي(Fuzzy number)	المصطلح اللغوي(Linguistic term)
[0,0,0.1,0.2]	واطئ جداً (Very low)
[0.1,0.2,0.2,0.3]	واطئ (Low)
[0.2,0.3,0.4,0.5]	اقل من نصف(Less than half)
[0.4,0.5,0.5,0.6]	نصف (Half)
[0.5,0.6,0.7,0.8]	اكثر من نصف(More than half)
[0.7,0.8,0.8,0.9]	عالي (High)
[0.8,0.9,1,1]	عالي جداً (Very high)

٢-٤ إدارة القيمة المحققة الضبابية(FEV)[1,3,5] :

بناء على ما ذكر أعلاه فانه يتم احتساب القيمة المحققة الضبابية(FEV)وفقاً الى المعادلة المذكورة أدناه :

$$\widetilde{EV_i} = \widetilde{F_i} \times BAC_i = E_{1i}E_{2i}E_{3i}E_{4i} \quad \text{.....(1-4-2)}$$

حيث ان $\widetilde{F_i}$ تمثل نسبة الاكمال الضبابية للنشاط i وان $\widetilde{F_i} = a_{1i}a_{2i}a_{3i}a_{4i}$

BAC_i : تمثل الميزانية اللازمة لاكمال النشاط i والتي تمثل الميزانية المخطط لها لإكمال النشاط i . ويتم حساب القيم المحققة الضبابية الكلية ($\widetilde{EV}$) بجمع القيم المحققة الضبابية لكل الأنشطة في المشروع وكالآتي :

$$\widetilde{EV} = \sum_{i=1}^{n} \widetilde{EV_i} = \sum_{i=1}^{n} E_{1i} \sum_{i=1}^{n} E_{2i} \sum_{i=1}^{n} E_{3i} \sum_{i=1}^{n} E_{4i} \; .. (2-4-2)$$

$$= E_1 E_2 E_3 E_4$$

إدارة القيمة المحققة الضبابية مع تطبيق عملي

٢- 5 مؤشرات الأداء الضبابي [6,7,8,12] Fuzzy performance indices

يوجد نوعين من المؤشرات في تقنية القيمة المحققة وهما :

أولا / مؤشر أداء الجدولة Schedule Performance Index (SPI) يستخدم هذا المؤشر لتقدير نسبة تقدم المشروع او العمل المنجز مقابل العمل المخطط له وحسب المعادلة التالية :

$$SPI = \frac{EV}{PV} \dots\dots\dots (1-5-2)$$

حيث إن :

إدارة القيمة المحققة الضبابية مع تطبيق عملي

EV **: تمثل القيمة المحققة .**

PV **: تمثل الكلفة المخطط لها لانجاز العمل .**

وفي حالة عدم التأكد (الضبابية) للقيمة المحققة يتم تقدير مؤشر اداء الجدولة الضبابي ($\widetilde{SPI}$) كالآتي :

$$\widetilde{SPI} = \widetilde{EV}/PV = E_1/PV\ , E_2/PV, E_3/PV, E_4/PV \dots\dots\dots (2\text{-}5\text{-}2)$$

ثانياً / مؤشر أداء الكلفة Cost Performance Index (CPI)

يستخدم هذا المؤشر لتقدير نسبة كلفة العمل المنجز الى التكلفة المخطط لها إي انه يمثل القيمة المحققة مقسومة على الكلفة الفعلية وحسب المعادلة أدناه:

$$CPI = EV/AC \dots\dots\dots\dots (3\text{-}5\text{-}2)$$

حيث إن AC : تمثل الكلفة الفعلية للعمل المنجز (Actual cost) . وفي حالة عدم التأكد (الضبابية) للقيمة المحققة يتم تقدير مؤشر اداء الكلفة الضبابي ($\widetilde{CPI}$) كالآتي :

$$\widetilde{CPI} = \widetilde{EV}/AC = E_1/AC\ , E_2/AC, E_3/AC, E_4/AC \dots\dots (4\text{-}5\text{-}2)$$

بعد إن يتم تقدير المؤشرين أعلاه يتم مقارنة هذه القيم مع القيمة ١ لمعرفة مدى تقدم المشروع من حيث الوقت والكلفة وهل إن المشروع يسير حسب المخطط له ام لا ، ويتم ذلل باستخدام إحدى طرق المقارنة ، ونظراً لكون القيم الناتجة هي أرقام ضبابية لذلك يتم تقدير درجة الإمكانية (Possibility degree) لمعرفة إي الأرقام هو الأكبر . ولو فرضنا إن $T\tilde{A}$ تمثل درجة الإمكانية للرقم الضبابي $\tilde{A}$ ، فأن :

$$T\tilde{A} = \mu_{\tilde{A}} x \qquad , \quad x \epsilon \tilde{A}$$

وعلى فرض إن $\widetilde{A}, \widetilde{B}$ هما رقمان ضبابيان فأن درجة الامكانية بأن $\widetilde{A} \geq \widetilde{B}$ تكون كالآتي:

$$T\widetilde{A} \geq \widetilde{B} = sup_{x \geq y} \min \mu_{\widetilde{A}} x \, \mu_{\widetilde{B}} y$$

وبما إن $\widetilde{SPI}, \widetilde{CPI}$ يمثلان رقمان ضبابيان فأن المقارنة مع القيمة ١ تكون كالآتي:

$$T\,\widetilde{SPI} \geq 1 = sup_{x \geq 1} \min \mu_{\widetilde{SPI}} x \;\; 1 = sup_{x \geq 1} \;\; \mu_{\widetilde{SPI}} x$$

$$T\,\widetilde{CPI} \geq 1 = sup_{x \geq 1} \min \mu_{\widetilde{CPI}} x \;\; 1 = sup_{x \geq 1} \;\; \mu_{\widetilde{CPI}} x$$

وعلى فرض إن الأرقام المستخدمة هي أرقام ضبابية رباعية فأن كل من $T\,\widetilde{CPI}, T\,\widetilde{SPI}$ يصنف الى خمس حالات ، حيث تتم مقارنة قيم $\widetilde{SPI}$، $\widetilde{CPI}$ مع القيمة ١ ، حيث إن درجة الإمكانية في حالة $\widetilde{SPI} \geq 1, \widetilde{CPI} \geq 1$ ($T\,\widetilde{SPI} \geq 1, T\,\widetilde{CPI} \geq 1$) تكون بين ٠ و١ ، فعندما تكون قريبة من الصفر فأن ذلك يعني ان المشروع اقل من الميزانية المخطط لها وعندما تكون قريبة من الواحد فأن ذلك يعني إن المشروع أعلى من الميزانية المخطط لها .

٢- 6 الكلفة الضبابية المقدرة للانجاز(Fuzzy cost estimate at completion) : **(10,11,12,17,18)**

يعبر مؤشر الكلفة المقدرة للانجاز (Cost estimate at completion)(EAC) عن التكلفة المقدرة لانجاز المشروع ، ويتم حسابه بقسمة الميزانية المقدرة للانجاز(Budget at completion)(BAC) على مؤشر اداء الكلفة (CPI) وكما يلي :

$$EAC = BAC/CPI \text{.....(1-6-2)}$$

والصيغة المشتركة المذكورة في أعلاه تفترض إن الاتجاه المستقبلي لأداء كلفة المشروع(CPI) يبقى ثابتاً ، وفي حالة عدم التأكد(الضبابية) فأن الصيغة اعلاه تصبح كما يلي :

$$\widetilde{\mathrm{EAC}} = \frac{BAC}{\widetilde{CPI}} = \frac{BAC}{\frac{E_1}{\mathrm{AC}} \frac{E_2}{\mathrm{AC}} \frac{E_3}{\mathrm{AC}} \frac{E_4}{\mathrm{AC}}} \text{.....(2-6-2)}$$

$$= \frac{BAC \times \mathrm{AC}}{E_4} \frac{BAC \times \mathrm{AC}}{E_3} \frac{BAC \times \mathrm{AC}}{E_2} \frac{BAC \times \mathrm{AC}}{E_1} \ldots..(3-6-2)$$

إدارة القيمة المحققة الضبابية مع تطبيق عملي

٢-٧ الوقت الضبابي المقدر للانجاز(Fuzzy time estimate at completion)[14,16,17,18]

يعتبر عامل الوقت من الأمور المهمة التي يجب التركيز عليها وهنالك ثلاث تقنيات تستخدم في تقدير وقت انجاز المشروع هي :

١- تقنية القيمة المخططة (The planned value technique)(PV)
٢- تقنية القيمة المنجزة (The earned duration technique)(ED)
٣- تقنية القيمة المجدولة (The earned schedule technique) (ES)

وتعتبر التقنية الثالثة (تقنية القيمة المجدولة) هي الأكثر استخداماً لكونها الأكثر موثوقية ودقة وأكثر علمية ، ولكون التقنيتين الأولى والثانية لا تعكس الأداء الحقيقي للمشروع ، وتستخدم تقنية القيمة المجدولة(ES) في قياس أداء جدولة المشروع من حيث الوقت ، ويتم حسابها بمقارنة القيمة المحققة(EV) مقابل القيمة المخططة(PV) وحسب المعادلة الآتية :

$$ES = N + \frac{EV - PV_N}{PV_{N+1} - PV_N} \quad \text{.....(1-7-2)}$$

حيث إن :

N : تمثل اطول فترة وقت والذي تكون فيه القيمة المخطط لها PV_N اقل من القيمة المحققة .

PV_N : تمثل القيمة المخطط لها في الوقت N .

PV_{N+1} : تمثل القيمة المخطط لها في الفترة القادمة بعد N .

إدارة القيمة المحققة الضبابية مع تطبيق عملي

وفي حالة عدم التأكد (الضبابية) فعندما تكون القيمة المحققة EV فترة ضبابية فأن القيمة المجدولة ES تكون أيضا فترة ضبابية ، وعلى فرض ان الارقام الضبابية الرباعية (شبه المنحرف) فأن الصيغة العامة لحساب القيمة المجدولة تكون كالآتي:

إدارة القيمة المحققة الضبابية مع تطبيق عملي

$$ES_i = N + \frac{EV_i - PV_N}{PV_{N+1} - PV_N} \quad , \quad i = 1,2,3,4....42$$

إما القيمة المجدولة الضبابية فتكون كالآتي :

$$\widetilde{ES} = \mathrm{ES}_1\ \mathrm{ES}_2\ \mathrm{ES}_3\ \mathrm{ES}_4 \text{.....(٢-٧-2)}$$

وعندما يعبر عن مؤشر أداء الجدولة بالوقت إي SPI_t والذي هو عبارة عن نسبة القيمة المجدولة ES الى وقت الانجاز الفعلي (Actual duration)(AD)، اي ان:

$$SPI_t = ES/AD \text{.....(٣-٧-2)}$$

وفي حالة عدم التأكد(الضبابية) تكون المعادلة أعلاه كما يلي :

$$\widetilde{\mathrm{SPI}}_t = \widetilde{ES}/AD = ES_1/AD\ , ES_2/AD, ES_3/AD, ES_4/AD \text{.....(٤-٧-2)}$$

وبما ان معادلة تقدير وقت انجاز المشروع(EAC_t) وفقاً الى تقنية القيمة المجدولة تكون كالتالي :

$$EAC_t = AD + \frac{PD - ES}{\mathrm{PF}} \text{.....(٥-٧-2)}$$

حيث إن :

PD : **تمثل وقت انجاز المشروع المخطط له .**

وفي حالة عدم التأكد(الضبابية) يتم تقدير وقت انجاز المشروع الضبابي ($\widetilde{EAC_t}$)وكما يلي :

إدارة القيمة المحققة الضبابية مع تطبيق عملي

$$\widetilde{EAC_t} = AD + \left(\mathrm{PD} - \frac{\widetilde{\mathrm{ES}}}{\widetilde{\mathrm{SPI}}_t}\right) \ldots\ldots (6-7-2)$$

$$= AD + \frac{PD - ES_4}{\widetilde{\mathrm{SPI}}_{t4}}\ , AD + \frac{PD - ES_3}{\widetilde{\mathrm{SPI}}_{t3}}\ , \quad AD + \frac{PD - ES_2}{\widetilde{\mathrm{SPI}}_{t2}}\ ,$$

$$AD + \frac{PD - ES_1}{\widetilde{\mathrm{SPI}}_{t1}} \ldots (7-7-2)$$

المبحث الثالث/ التطبيق العملي

هذا الفصل يتضمن تطبيق عملي على ما تم ذكره في الإطار النظري على إحدى المشاريع التابعة إلى مديرية طرق وجسور المثنى ، وهذا المشروع هو(مشروع الممر الثاني لطريق سماوة- ناصرية) ، فقد قام الباحث بتطبيق هذه التقنية على المشروع إي عندما تكون مدة الانجاز المخطط لها (٢٠ شهر) ، وكما موضح في الجدول رقم (٢) والذي يوضح الكلف المخطط لها ، والكلف الفعلية لغاية الشهر الخامس من بدأ المشروع وكذلك في الجدول رقم (٣) والذي تضمن كلف الانجاز للأنشطة (BAC) و سير العمل (التقدم)(Fi) حيث تم استخدام المتغيرات اللغوية وتحولها الى أرقام ضبابية رباعية .

الجدول رقم (٢) يوضح الكلف المخططة والكلف الفعلية للمشروع مع مدة انجاز (٢٠ شهر)

الشهر	الكلف المخطط لها Planned value	الكلف الفعلية Actule value	الشهر	الكلف المخطط لها Planned value	الكلف الفعلية Actule value
1	0	50.000	11	12590.000	-
2	523.000	530.000	12	14456.000	-
3	1109.000	1163.000	13	16253.000	-
4	1623.000	1945.000	14	18049.000	-
5	2899.000	3070.000	15	19970.000	-
6	4365.000	-	16	21901.000	-
7	5826.000	-	17	22763.000	-
8	7344.000	-	18	23639.000	-
9	9172.000	-	19	25027.000	-
10	11143.000	-	20	25593.950	-

إدارة القيمة المحققة الضبابية مع تطبيق عملي

الجدول رقم (٣) يوضح كلف الأنشطة وسير العمل (التقدم) والقيمة المحققة الضبابية .

ت	الانشطة	كلف الانجاز (BAC) للانشطة	سير العمل (Fi)	القيمة المحققة الضبابية $\widetilde{EV}_i$
1	A	-	عالي (٠,٧٠,٨٠,٨٠,٩)	(٠,٧٠,٨٠,٨٠,٩)
2	B	2750.000	أكثر من نصف (٠,٥٠,٦٠,٧٠,٨)	(1375.000,1650.000,1925.000,2200.000)
3	C	4876.000	أكثر من نصف (٠,٥٠,٦٠,٧٠,٨)	(2438.000,2925.600,3413.200,3900.800)
4	D	4200.000	لم يبدأ (٠،٠،٠،٠)	(0,0,0,0)
5	E	5266.350	لم يبدأ (٠،٠،٠،٠)	(0,0,0,0)
6	F	4238.000	لم يبدأ (٠،٠،٠،٠)	(0,0,0,0)
7	G	1820.000	عالي (٠,٧٠,٨٠,٨٠,٩)	(1274.000,1456.000,1456.000,1638.000)
8	H	975.000	لم يبدأ (٠،٠،٠،٠)	(0,0,0,0)
9	I	202.000	لم يبدأ (٠،٠،٠،٠)	(0,0,0,0)
10	J	262.000	عالي جداً (٠,٨٠,٩،١،١)	(210.000,236.250,262.500,262.500)
11	K	182.000	عالي جداً (٠,٨٠,٩،١،١)	(145.600,163.800,182.000,182.000)
12	L	46.200	عالي جداً (٠,٨٠,٩،١،١)	(36.960,41.580,46.200,46.200)
13	M	38.500	عالي (٠,٧٠,٨٠,٨٠,٩)	(26.950,30.800,30.800,34.650)
14	N	33.000	لم يبدأ (٠،٠،٠،٠)	(0,0,0,0)
15	O	412.500	ضعيف (٠,١٠,٢٠,٢٠,٣)	(41.250,82.500,82.500,123.750)

16	P	59.500	لم يبدأ (٠،٠،٠،٠)	(0,0,0,0)
17	Q	78.000	ضعيف (٠,١،٠,٢،٠,٢،٠,٣)	(7.800,15.600,15.600,23.400)
18	R	16.000	لم يبدأ (٠،٠،٠،٠)	(0,0,0,0)
19	S	22.500	لم يبدأ (٠،٠،٠،٠)	(0,0,0,0)
20	T	20.000	لم يبدأ (٠،٠،٠،٠)	(0,0,0,0)
21	U	8.000	لم يبدأ (٠،٠،٠،٠)	(0,0,0,0)
22	V	49.600	لم يبدأ (٠،٠،٠،٠)	(0,0,0,0)
23	W	37.500	لم يبدأ (٠،٠،٠،٠)	(0,0,0,0)

بعد ذلك تم احتساب القيمة المحققة الضبابية $\widetilde{EV_i}$ للانشطة وحسب المعادلة رقم (٢-٤-١) ، إما القيمة المحققة الضبابية الكلية فتم حسابها وفق المعادلة رقم (٢-٤-٢) وكالآتي :

$$\widetilde{EV} = \sum_{i=1}^{n} \widetilde{EV_i} = (5556.260, 6602.930, 7414.600, 8412.200)$$

وتم احتساب مؤشر أداء الجدولة الضبابي $\widetilde{SPI}$ وفقاً للمعادلة رقم(٢-٥-٢) وكالآتي :

$$\widetilde{SPI} = (1.92, 2.28, 2.56, 2.9)$$

ومؤشر أداء الكلفة الضبابي $\widetilde{CPI}$ وفقاً للمعادلة رقم(٢-٥-٤) وكالآتي:

$$\widetilde{CPI} = (1.81, 2.15, 2.42, 2.74)$$

وفقاً للمعادلة رقم (٢-٦-٣) وكالآتي: $\widetilde{EAC}$ ثم تم تقدير الكلفة الضبابية لانجاز المشروع

$$\widetilde{EAC} = (9340.410, 10597.122, 11899.780, 14141.42)$$

وبعد ذلك تم تقدير القيمة المجدولة الضبابية $\widetilde{ES}$ وحسب المعادلة رقم (٢-٧-١) والمعادلة رقم (٢-٧-٢) وكالآتي :

$$\widetilde{ES} = (6.82, 7.51, 8.039, 8.58)$$

وتم تقدير مؤشر أداء الجدولة للوقت $\widetilde{\mathrm{SPI}}_t$ وفقاً للمعادلة رقم (٢-٧-٤) وكالآتي :

$$\widetilde{\mathrm{SPI}}_t = (1.36, 1.5, 1.61, 1.72)$$

ثم تم تقدير وقت انجاز المشروع الضبابي $\widetilde{EAC_t}$ وفقاً للمعادلة(2-7-7) وكالآتي:

$$\widetilde{EAC_t} = (11.64, 12.42, 13.33, 14.69)$$

المبحث الرابع/ الاستنتاجات والتوصيات

أولا الاستنتاجات :

بناءاً على ما تم التوصل إليه من نتائج نجد انه يمكن انجاز المشروع بحوالي (١١ شهر أو ١٢ شهر او ١٣ شهر او ١٤ شهر) وبكلف (9340.410,10597.122,11899.780,14141.42) الامر الذي يعطي عدة بدائل لادارة المشروع ومرونة اكثرفي اتخاذ القرارات ومراقبة سير عمل المشروع .

ثانياً التوصيات :

يوصي الباحث باستخدام تقنية إدارة القيمة المحققة الضبابية وذلك لكونها تساعد في تقدير مؤشري الوقت والكلفة وهما من أهم المؤشرات التي تؤثر في سير عمل المشروع وكذلك تقدير الكلفة الضبابية للانجاز والوقت الضبابي للانجاز، الأمر الذي يساعد إدارة المشروع في مراقبة وتقييم أداء الانجاز للمشروع.

المصادر :

1-Anbari, F., 2003. Earned value project management method and extensions. Project Management Journal 34 (4), 12–23.

2-Bortolan, G., Degani, R., 1985. A review of some methods for ranking fuzzy subsets. Fuzzy Sets and Systems 15 (1), 1–19.

3- Cioffi, D.F., 2006. Designing project management: a scientific notation and an improved formalism for earned value calculations. International Journal of Project Management 24 (2), 136–144.

4-Dubois, D., Prade, H., 1980. Fuzzy Sets and Systems Theory and Applications. Academic Press, Inc.

5-Fleming, Q.W., Koppelman, J.M., 2005. Earned Value Project Management3rdEd. Project Management Institute.

6-Henderson, K., 2003. Earned schedule: a breakthrough extensions to earned value theory? A Retrospective Analysis of Real Project Data, The Measurable News, pp. 13–23. Summer.

7-Henderson, K., 2004. Further developments in earned schedule. The measurable news, pp. 15–22. Spring 2004.

8-Jacob, D.S., 2003. Forecasting project schedule completion with earned value metrics. The Measurable News 1, 7–9 2003, Spring.

9-Jacob, D.S., Kane, M., 2004. Forecasting schedule completion using earned value metrics revisited. The Measurable News 1, 11–17 Summer.

10-Kim, E., Wells, W.G., Duffey, M.R., 2003. A model for effective implementation of Earned Value Management methodology. International Journal of Project Management 21 (5), 375–382.

11-Lipke, W., 1999. Applying management reserve to software project management. Journal of Defense Software Engineering 17–21 March.
12-Lipke, W., 2003. Schedule is different. The Measurable News 31–34 Summer 2003.
13-Lipke, W., 2004. The probability of success. The Journal of Quality Assurance Institute, January 14–21 January 2004.
14-Lipke, W., Zwikael, O., Henderson, K., Anbari, F., 2009. Prediction of project outcome. The application of statistical methods to earned value management and earned schedule performance indexes. International Journal of Project
Management 27 (4), 400–407.
15-Zadeh, Lotfi, 1965. Fuzzy sets. Information and Control 8, 338–353. PMI, 2000. Project Management Body of Knowledge (PMBOK). Project Management Institute.
16-PMI, 2004. Project Management Body of Knowledge (PMBOK). Project Management Institute.
17-PMI, 2005. Practice Standard for Earned Value Management. PMI Publication.
18-Vandevoorde, S., Vanhoucke, M., 2005. A comparison of different project duration forecasting methods using earned value metrics. International Journal of Project Management 24 (4), 289–302.