الأكاديمية العربية فى الدانمارك

The Arab Academy in Denmark

الإجابة لأسئلة مادة :

المنهجيات الحديثة فى الإدارة الهندسية

(السؤال الخامس)

كلية الإدارة والإقتصاد – قسم الإدارة

طالب ماجستير الإدارة الهندسية

محمد سامى عبدالسلام مجاهد

الرقم الأكاديمى : 88 0100

(الفصل الدراسى الثانى)

العام / 2013 - 2014

إشراف الأستاذ الدكتور

وليد الحيالى

قائمة المحتويات

الموضوع	الصفحة
تطبيق القيم المكتسبة باستخدام الحاسب الآلى	
• مقدمة	3
• البرمجيات الحديثة والقيم المكتسبة	4
- تصنيف البرمجيات الحديثة المستخدمة فى القيم المكتسبة	4
• تطبيق القيم المكتسبة باستخدام الحاسب الآلى	6
- عوامل التطبيق الفعال للقيم المكتسبة باستخدام الحاسب الآلى	6
• طريقة قياس الإنجاز باستخدام الحاسب الآلى	8
- صيغة (قيمة) ثابتة Fixed Formula	9
- نقاط مرحلية موزونة Weighted Milestones	9
- نسب الإنجاز Percent Complete	10
o نسبة مئوية من المدة	10
o نسبة مئوية للعمل	11
o نسبة مئوية للوحدات (وحدات القياس المادية)	11
o نسبة مئوية محددة	12
- طريقة الجهد المخصص أو الموزع Apportioned Effort	12
- طريقة مستوى الجهد / تساوى الجهد Level of Effort	13
• استخدام برنامج MS-Project 2007 لحساب القيم المكتسبة	13
- خطوات تحليل إدارة القيم المكتسبة باستخدام برنامج MS-Project 2007	15
o تحديد نطاق المشروع	15
o جدولة المشاريع	15
o تعيين موارد المشروع	16
o حفظ نسخة الخطة الأولية	16
o تحديد تواريخ التحديث	16
o إعادة جدولة الأعمال المتبقية	17
o تقارير القيم المكتسبة	17
o تقييم التقارير	17
- تطبيقات عملية لإدارة القيم المكتسبة باستخدام برنامج MS-Project 2007	20
o الطريقة الأولى : تقدير تقدم العمل على أساس نسبة مئوية من المدة %Complete	22
o الطريقة الثانية : تقدير تقدم العمل على أساس نسبة مئوية من كمية العمل المادية Physical %Complete	28
o الطريقة الثالثة : طريقة النقاط المرحلية الموزونة Weighted Milestones	31
o الطريقة الرابعة : طريقة الجهد المخصص أو الموزع Apportioned Effort	36
o الطريقة الخامسة : طريقة مستوى الجهد Level Of Effort (LOE)	38
• استخدام برنامج Excel لحساب القيم المكتسبة فى المشروع	40
• المراجع	51

السؤال الخامس : اكتب بشكل مفصل عن تطبيق القيم المكتسبة باستخدام الحاسب الآلى

مقدمة

تعتبر نظرية القيمة المكتسبة Earned Value Management أحد أهم وأبسط الأدوات المستخدمة لمراقبة سير المشاريع والتحكم فيها. وتعتمد على القيمة المخططة للمشروع حسب الجدول الزمني المعد له، وهي قيمة يتم تحديدها حسب التخطيط المعد للتنفيذ والإنجاز المتوقع، وتتم موافقة جميع الأطراف عليها واعتمادها كأساس لمراقبة المشروع. كما تعتمد على متغيرين يتم إدخالهما كل شهر هما القيمة المكتسبة للمشروع وهي قيمة المستخلصات التي يتم اعتمادها للصرف على المشروع، والتكلفة الفعلية وتمثل ما تم صرفه على المشروع خلال الشهر. هذه المتغيرات البسيطة يمكن عن طريقها معرفة مدى تأخر أو تقدم المشروع، ومدى كفاءة التدفقات النقدية التي تخصص للمشروع من الزيادة والنقص، كما يمكن عن طريقها التنبؤ بموعد نهاية المشروع وقيمته النهائية اعتمادا على نسب الإنجاز التي يتم تحقيقها كل شهر.

المقاولون هم أكثر المستفيدون من نتائج نظرية القيمة المكتسبة للمشروع، فهي توضح لهم موقفهم وما يجب عليهم عمله لتفادي الانحرافات السلبية. وذلك باعتبار أن المقاول هو الذي يتحكم في أحد المدخلات وهو التكلفة الفعلية. لكنها أيضا تعتبر أداة بسيطة وفعاله في مراقبة تقدم الإنجاز في المشاريع للقطاع العام أيضا، عندما يتم الاتفاق على القيمة المخططة للمشروع، وهو ما يُعرف بمنحنى إس S Curve ، ويتم متابعة تقديمات المقاول للمستخلصات الشهرية للمشروع ويتم إدخالها كقيمة مكتسبة وتجاهل التكلفة الفعلية لنستطيع كسب عدة أمور من وراء هذا الإجراء، فموقف المشروع من الجدول الزمني المخطط يكون واضحا، ويكون هذا دافعا أيضا للاهتمام بالمستخلصات الشهرية وهو ما يوفر السيولة النقدية المطلوبة لإنجاز المشروع. في الوقت الذي تتضح فيه الانحرافات ويمكن مراقبتها في بدايتها والتدخل لحلها بعد معرفة أسبابها ودوافعها.

مخرجات القيمة المكتسبة عندما يتم تطبيقها على المشاريع تكون في وضوح سير المشروع ومدى تقدم الإنجاز فيه مقارنة بالإنجاز المخطط له. وفي معرفة معدل الأداء الزمني ومتى سينتهي المشروع وما ستكون عليه التكلفة في نهاية المشروع بناء على تقدمه الفعلي الحالي. كما يتم معرفة معدلات الأداء الزمني والمادي والفروقات بين الإنجاز الفعلي والمخطط فيما يتعلق بمدة المشروع وتكلفته. وكل هذه المؤشرات على بساطتها تُعطي المسؤول صورة واضحة ومبسطة عن المشروع تمكنه من التدخل في الوقت المناسب وبحث الأسباب التي أدت إلى التقدم الإيجابي والحث عليها ومكافأة القائمين عليها،

والأسباب التي أدت إلى سلبية التقدم وتأخر المشروع عن المخطط الزمني المعتمد له ومعالجة هذه الأسباب في الوقت المناسب. وربما تكون الفائدة الأجدر بالاهتمام هو أن اعتماد القيمة المكتسبة يجعل الاهتمام بالتدفقات النقدية للمشروع محط اهتمام جميع الأطراف، ويؤدي ذلك إلى الحرص على تقديم المستخلصات واعتمادها حتى يتمكن الجميع من معرفة مخرجات نظرية إدارة القيمة المكتسبة للمشروع. الجدير بالذكر أن هذه النظرية - رغم بساطتها - لا يتم تطبيقها إلا في أحوال نادرة، مع أنها هي الأساس في مراقبة سير المشاريع والتحكم فيها في برامج الحاسب الآلي المشهورة الخاصة بإدارة المشاريع. وما يُميزها بحق هو سهولتها وقلة المدخلات أو المتغيرات، مع وضوح المخرجات وسهولة قراءتها.

1/ البرمجيات الحديثة والقيم المكتسبة Modern Software and Earned Value

تقدم البرمجيات الحديثة للحاسب الآلى إمكانية كبيرة وسهولة تامة لمتابعة المشاريع ، أياً كان حجمها أو تعقيدها ، باستخدام منهجية القيم المكتسبة. فلا يختلف أسلوب التطبيق وطريقته سواء كان المشروع صغيراً – مكوناً من بضعة أنشطة – أو كبيراً يتضمن عدة آلاف من النشاطات ، بما فى ذلك ما يسمى بالبرنامج Program (وهو عدة مشاريع مرتبطة ببعضها البعض) ، أو حقيبة المشاريع Portfolio ، التى تتكون من عدة مشاريع وبرامج مختلفة ، بالإضافة إلى متابعة عقود التوريدات أو مشتريات المشروع.

1-1/ تصنيف البرمجيات الحديثة المستخدمة فى القيم المكتسبة

يمكن أن نصنف البرمجيات الحديثة المستخدمة فى إدارة المشاريع باستخدام منهجية القيم المكتسبة إلى ثلاثة أصناف ، وهى:

- **<u>النوع الأول</u>**: وهى البرمجيات الموضوعة أساساً لجدولة وإدارة المشاريع بشكل عام ، والمشاريع الإنشائية بشكل خاص ، والتى تم تطويرها لاحقاً لتتوافق مع معايير القيم المكتسبة وتقاريرها ، بما فى ذلك القياسات المترية لها ، وإجراء التحليل الزمنى والمالى للمشروع ، ومن ثم إجراء التنبؤات بالنتائج النهائية لها. ومن أشهر البرمجيات فى هذا المجال ما يلى:
  - برنامج ميكروسوفت بروجكت Ms-Project
  - برنامج بريمافيرا Primavera Enterprise P6
  - Project Schedule

- **النوع الثانى**: وهى مجموعة البرمجيات المطورة خصيصاً لمنهجية القيم المكتسبة ، وهى تستند إلى معايير القيم المكتسبة أيضاً ، ولكنها أقل انتشاراً وتداولاً من النوع الأول. وهذا النوع من البرمجيات يرتبط بمؤسسات أو شركات هندسية استشارية متخصصة بميدان إدارة المشاريع ، ويكاد أن ينحصر استخدام هذه البرمجيات من قبلها فقط لمتابعة كلفة المشروع ، وهى تعتبرها أداة فعالة تقدمها لعملائها فقط – مثلاً البرنامج الذى يمكن استخدامه عبر الشبكة على الموقع projectmanager.com.

شكل (1) صورة لموقع projectmanager.com

وهذا البرنامج يتيح لعدة مستخدمين الإضافة التعديل وإدراج البيانات والتحكم بالبرنامج من عدة أجهزة حاسب آلى يتم توصيلها بالبرنامج عن طريق شبكة الإنترنت.

- **النوع الثالث**: وهى مجموعة البرمجيات أو التطبيقات ، التى تستند إلى أحد برامج الحاسب الآلى المعروفة ، برنامج الجداول الإلكترونية الشهير "إكسل" Excel ، وبرنامج قواعد البيانات "أكسس" Access ، وكلاهما من إنتاج شركة ميكروسوفت ، وهى عبارة عن تطبيقات بسيطة يمكن لأى مستخدم أن يطورها بنفسه من أجل تطبيق منهجية القيم المكتسبة.

سوف نستخدم برنامج Ms-Project فى هذا البحث لشرح أسس تطبيق منهجية القيم المكتسبة ، كما سوف نستخدم برنامج Excel لحساب القيم المكتسبة.

2/ تطبيق القيم المكتسبة باستخدام الحاسب الآلى Earned Value Software Application

إن تطبيق القيم المكتسبة باستخدام الحاسب الآلى لا يختلف كثيراً عن أسلوب أ، طريقة التطبيق اليدوى لها ، سوى بعض الفروقات البسيطة ، التى سوف نذكرها لاحقاً. والميزة الأساسية لاستخدام الحاسب الآلى هى المرونة الكبيرة فى التطبيق ، والسهولة الفائقة فى الحصول على نتائج التحليل ، والتنبؤات النهائية للمشروع ، إضافة لإمكانية الحصول على التقارير المختلفة للقيم المكتسبة بشكل بيانى[1].

2-1/ عوامل التطبيق الفعال للقيم المكتسبة باستخدام الحاسب الآلى

لكى يكون التطبيق فعالاً باستخدام الحاسب الآلى ، لا بد من تحقيق العوامل التالية:

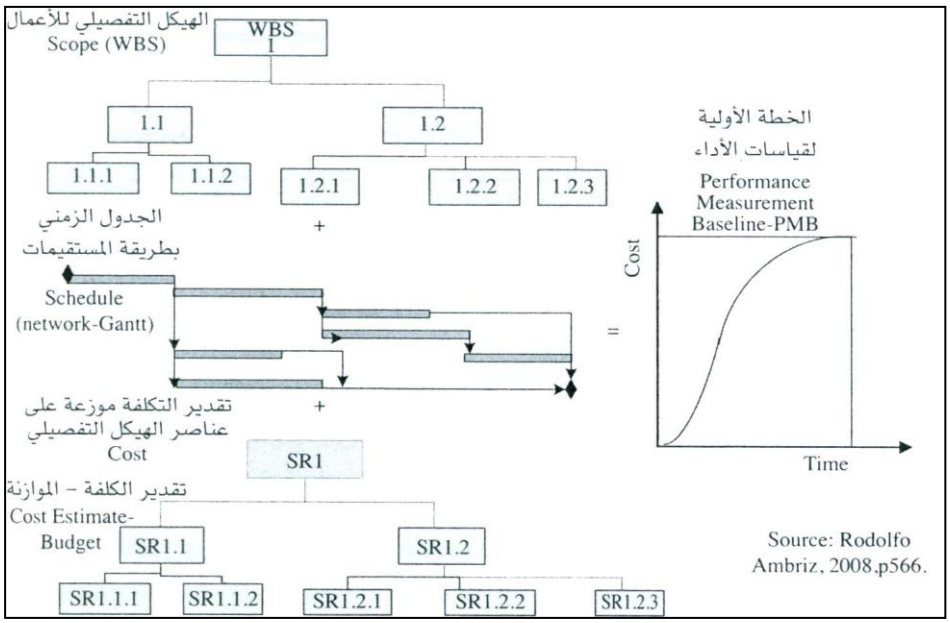
١ -تعريف المشروع وتحديد مجاله (Scope) بشكل جيد ، وباستخدام هيكل تجزئة العمل WBS ، أى تحديد الأعمال التى يجب إنجازها فى المشروع كافة،

٢ -تقدير أزمنة تنفيذ نشاطات المشروع Activity Duration Estimate ، ومن ثم جدولته ، أى وضع برنامج زمنى للمشروع (Schedule)،

٣ -تعيين الموارد اللازمة لتنفيذ نشاطات المشروع (مواد ، أفراد ، معدات) ، وتحديد معدلات تكاليفها (Cost) ، ومعدلات الإنجاز المتوقعة.

وتشكل هذه الأشياء الثلاثة (مجال المشروع ، وجدوله الزمنى ، وكلفته) ، العناصر المفتاحية للخطة الأولية لقياسات الأداء فى المشروع Performance Measurement Baseline (PMB) ، التى تستخدم كأساس لإجراء القياسات المترية فيه ، والتى تعبر عن الأداء فى المشروع. وهذه الخطة يقررها عادة – كما يصادق عليها – أطراف المشروع الأساسيين Stakeholders (المالك ، والإستشارى ، والمقاول). ومن البديهى أن تكون هذه الخطة متكاملة ، بمعنى أن التكامل يجب أن يكون متوفراً بين الأعمال المقررة فى عقد المشروع ، إضافة إلى التغيرات المصادق عليها ، وبيان كل من مدتها الزمنية وتكلفتها، فكل عمل وارد فى الهيكل التفصيلى للأعمال (WBS) يجب أن تحدد له المدة والتكلفة (الموازنة) المناسبة له. وبالمقابل أن كل حزء من التكلفة الكلية (الموازنة) يجب أن يكون معلوماً لإدارة المشروع لأى عمل أو نشاط هو محدد أو موضوع. ويمكن التعبير عن هذا التكامل فى المشروع بالشكل البيانى التالى:

[1] Jones, 2000 ; Turner, 2002 ; Fleming, Koppelman, 1998.



العناصر المفتاحية لخطة المشروع (PMB)

توجد لكل مشروع فى كل لحظة قياس ، ثلاثة قيم أساسية وهى القيم المستخدمة لإجراء كافة القياسات والحسابات الأخرى فى المشروع ، وهى:

- القيمة المخطط لها Planned Value (PV) ، وتعرف أيضاً بـ Budgeted Cost of Work Scheduled (PCWS).
- القيمة المكتسبة Earned Value (EV) ، وتعرف أيضاً بـ Budgeted Cost of Work Performed (PCWP).
- التكلفة الفعلية Actual Cost (AC) ، وتعرف أيضاً بـ Actual Cost of Work Performed (ACWP).
- قيمة الموازنة الكلية Budget At Completion (BAC).

وفى تطبيقات الحاسب الآلى للقيم المكتسبة ، فإننا نقود بإدخال هذه القيم للنشاطات الجزئية فقط ، ومن ثم يقوم البرنامج بتجميعها على مستوى النشاطات الرئيسية أو حزم العمل (Work Package) ، ثم للمشروع ككل حتى تاريخ محدد (Data Date). ومن الجدير بالذكر أن معظم البرامج تتيح لنا التعبير عن هذه القيم إما بقيمة مطلقة أو بقيم نسبية ، أى نسبة مئوية من قيمة موازنة المشروع الكلية (BAC) الواردة فى الخطة الأولية له ، وذلك كما يلى:

١ - (PV%) النسبة المئوية للقيمة المخطط لها PV% = PV / BAC

٢ - (EV%) النسبة المئوية للقيمة المكتسبة EV% = EV / BAC

٣ - (AC%) النسبة المئوية للتكلفة الفعلية AC% = AC / BAC

واستناداً إلى هذه القيم المدخلة (المقاسة فى المشروع) والتى تعبر عن واقع نشاطات المشروع ، وبالتالى الأداء فيه ، يتم حساب بقية القيم الخاصة بانحرافات القيم المكتسبة ونسبها ، ومؤشرات الأداء للتكلفة والجدولة الزمنية ، إضافة إلى بقية الحسابات الخاصة بالتنبؤ بالنتائج النهائية للمشروع[1].

3/ طريقة قياس الإنجاز باستخدام الحاسب الآلى Progress Measurement

إن السؤال الرئيسى فى هذه المرحلة هو : كيف سيتم قياس الإنجاز فى المشروع؟ وهل يمكن استخدام نفس الطرق المستخدمة فى الطريقة اليدوية، وما الطريقة الأفضل بالنسبة للمشروع ، وأين سينعكس ذلك ، وكيف سينعكس ذلك على خطته الموضوعة باستخدام برنامج Ms-Project 2007.

لقد حدد معهد إدارة المشاريع Project Management Institute (PMI) فى كتابه المعنون "المعايير التطبيقية لإدارة القيم المكتسبة"[2] ، تقنيات (طرق) قياس القيم المكتسبة. وهذه التقنيات يمكن تلخيصها فى الجدول رقم (1) ، وذلك استناداً إلى الطريقة التى يتم بها حساب أو قياس تقدم العمل فى النشاط (قياس الإنجاز). سوف نعرض بإيجاز لمحتويات هذا الجدول وطرق تطبيقها ، ومن ثم سوف نرى كيف يمكن تطبيق هذه الطرق فى برنامج بروجكت.

طريقة قياس القيم المكتسبة الموصى بها		مدة العمل (النشاط)	خصائص المنتج أو العمل المنجز
صيغة ثابتة Fixed Formula		فترة أو فترتين قياس 1or 2 Measurement Periods	ملموس Tangible
نقاط مرحلية موزونة Weighted Milestones		أكثر من فترتى قياس More Than 2 Measurement Periods	
% نسبة مئوية للمدة	نسبة الإنجاز Percent Complete		
% نسبة مئوية للعمل			
% نسبة مئوية للوحدات			
% نسبة مئوية محددة			
الجهد المخصص Apportioned Effort		أى شيء (لايهم العدد) Any	غير ملموس Intangible
مستوى/تساوى الجهد Level of Effort			

كما يتضح من الجدول ، فإن اختيار طريقة القياس لتقدم العمل أو لقياس الإنجاز فى النشاط يتوقف على عاملين اثنين:

[1] Solomon, 2001 ; Christensen, 1996

[2] Practice Standard for Earned Value Management, PMI, 2005, p.18

- الأول : خصائص العمل ، أو النشاط ، أو المنتج ، المنجز نفسه Deliverable ، مادى ملموس يمكن قياسه أو غير ملموس.
- الثانى: مدة النشاط نفسه.

ومن الجدير بالذكر أن الطريقة المتبعة للقياس ، لنشاط محدد ، يجب أن تكون واحدة فى مرحلة التخطيط ، وفى مرحلة المتابعة والتنفيذ أيضاً. وعليه يمكن اختيار إحدى الطرق الواردة فى الجدول أعلاه ، لقياس تقدم العمل أو الإنجاز لنشاطات المشاريع ، كالتالى:

١ ـصيغة (قيمة) ثابتة Fixed Formula

وتستخدم هذه الطريقة للنشاطات قصيرة المدة ، أى فى الحالة التى يتم فيها قياس الإنجاز فى المشروع مرة واحدة أو مرتين على الأكثر ، ولسنا بحاجة إلى تقييم التقدم النسبى للنشاط خلال تنفيذ المشروع.

ومن أشهر القيم الثابتة المستخدمة فى هذه الحالة هى : (100/0) و (50/50)

- القيمة (100/0) : والمقصود بها أنه لن يتم اعتبار النشاط منجزاً ما لم يتم الإنتهاء منه بنسبة 100% ، ولحين إنجاز هذا النشاط كلياً يتم اعتبار قيمته المكتسبة صفر (0).
- القيمة (50/50) : والمقصود بهذه القيمة أنه سيتم اعتبار أن القيمة المكتسبة من النشاط فى بدايته 50% من قيمته الكلية (مثل المشتريات) ، ويتم تأجيل إحتساب باقى القيمة وهى 50% أخرى لحين الإنتهاء من النشاط كلياً.

كما أنه يمكن الإتفاق على أى صيغة ثابتة أخرى مثل (70/30) ، أو (75/25) ... وهكذا.

يتم تطبيق هذه الطريقة فى برنامج Ms-Project بتجزئة النشاط إلى نشاطين أو أكثر ، حسب عدد القيم الثابتة ، ويتم تحديد التكلفة الثابتة أو الموارد اللازمة تبعاً للقيم الثابتة ، على أن يتم تعديل ذلك فى صفحة الموارد أو التكاليف أيضاً ، لجعل اعتبار أو حساب تكلفة النشاط فى بدايته أ، نهايته حسب الحال.

٢ ـنقاط مرحلية موزونة Weighted Milestones

وتستخدم هذه الطريقة فى حالة النشاطات الطويلة المدة نسبياً ، أى لدينا أكثر من تقريرين لمتابعة المشروع (تقارير التكلفة أو القيم المكتسبة) ، إذ يكون من الصعب تقدير التقدم الجزئى أو النسبى ، ولكن لدينا نقاط مرحلية Milestones محددة مع تسليمات Deliverables يمكن التحقق منها أو إثباتها ، أى يمكن وضع قيم مئوية مرحلية للإنجاز وذلك نسبة إلى القيم / التكلفة الكلية للنشاط. مثال على ذلك:

- يمكن تجزئة نشاط التصميم ، فى مشاريع الدراسات والتصاميم ، إلى عدة مراحل حسب الجدول الآتى:

النقاط المرحلية Milestones	النسبة المئوية (الوزن النسبى)
الفكرة الأولية	%10
التصميم المبدئى	%20
مرحلة التصميم ما قبل النهائى	%30
التصميم النهائى (التفصيلى)	%40

وهذه التجزئة لعملية التصميم ضرورية ، إذ تشكل كل خطوة نقطة مرحلية فى المشروع. وعليه من السهل متابعة المشروع فنياً ومالياً ، فالوزن النسبى المقدر لكل مرحلة يدل على نسبة تكلفة هذه المرحلة من الموازنة الكلية للمشروع ، ومجموع الأوزان النسبية لكل الأنشطة يشكل التكلفة الكلية للمشروع.

يتم تطبيق هذه الطريقة فى برنامج Ms-Project ببساطة ، ولكن يتطلب الأمر تقسيم النشاط الكلى إلى نشاطات فرعية تتوافق مع قيم/وزن النقاط المرحلية ، وبالتالى تحديد التكلفة الثابتة أو الموارد اللازمة تبعاً للقيم الوزنية هذه.

٣ ـ نسب الإنجاز Percent Complete

تسمى هذه الطريقة بنسب الإنجاز أو الإنجاز النسبى ، وهى الطريقة الأكثر استخداماً لقياس الإنجاز فى المشاريع التى تطبق منهجية القيم المكتسبة ، حيث يتم وضع أو تقدير نسبة الإنجاز المئوية وفقاً للإنجاز الفعلى فى تاريخ الحالة Status Date أو تطبيق عملية القياس ، على أن يتم اختيار طريقة موضوعية لتقدير نسب الإنجاز من النشاطات. إن تقدير نسب الإنجاز يصبح من السهولة بمكان كلما تم تجزئة النشاطات الرئيسية إلى نشاطات فرعية أو ثانوية أكثر ، بمعنى أن يكون لدينا هيكل تفصيلى WBS مفصل بشكل جيد وبدرجة كافية لكافة الأعمال بالمشروع. فتقدير نسبة الإنجاز لنشاط بسيط عملية سهلة ، فى حين أن تقديرها لنشاط مركب هو أمر صعب وغير دقيق أيضاً. وعملياً فإننا نصادف فى المشاريع عامة ، والإنشائية منها بشكل خاص ، أشكالاً مختلفة لطرق التقدير النسبى ، كالتالى:

أ - **نسبة مئوية من المدة** % Duration Complete ، وتساوى نسبة المدة الفعلية إلى المدة الكلية.

% Duration Complete = Actual Duration / Total Duration

نسبة الإنجاز المئوية % = المدة الفعلية ÷ المدة الكلية

وتقاس المدة الفعلية بالمدة المنقضية من تاريخ بدء النشاط الفعلى حتى تاريخ إجراء القياس. ويمكن استخدام هذه الطريقة لجميع أنواع النشاطات فى المشاريع ، مع ملاحظة أنه يتم الإفتراض أن علاقة

الإنجاز مع الزمن هى علاقة خيطة وإن كان ذلك يعتبر وهمياً أ، غير صحيح فى الكثير من الحالات ، إذ يجب الإنتباه إلى أن مرور 50% من النشاط لا تعنى أنه تم إنجاز 50% منه. ومن الجدير بالذكر أن هذه الطريقة هى الطريقة الأساسية أو الإفتراضية default المستخدمة فى برنامج بروجكت.

ب -نسبة مئوية للعمل %Work Complete

وتساوى نسبة العمل الفعلى (حسب ما هو مقدر بساعة عمل man-hours) أو بقيمة مالية ، إلى مقدار العمل الكلى ، حسب الصيغة التالية:

% Work Complete = Actual Work / Total Work

نسبة إنجاز العمل % = العمل الفعلى ÷ العمل الكلى

ويقاس العمل الفعلى بعدد الساعات المسجلة فعلياً فى المشروع حتى تاريخ إجراء القياس. ويستخدم هذا النوع من القياس فى الحالات التى يكون فيها إنجاز النشاط ليس مستمراً أو غير منتظم. مثال فى حالة تجزئة نشاط معين Split Task ، لكون المَورِد المُنَفّذ أو اللازم للنشاط تم تكليفه لإنجاز نشاط آخر فى هذا الوقت ، أو عندما يكون لدينا موارد معينة لنشاطات ولكن بساعات عمل مختلفة. وتنشأ هذه الحالة عندما يتم عمل تسوية للموارد Resource Leveling فى برنامج بروجكت ، إذا كنا نسمح بحصول انقسام فى النشاطات نتيجة الطلب أو القيود المفروضة Constraints على موارد المشروع. فى هذه الحالة يقوم برنامج بروجكت بتقسيم النشاط إلى نشاطين ، لكون المورد اللازم لهذا النشاط ضرورى لنشاط آخر حرج Critical Activity ، أو أنه لديه مرونة زمنية أقل.

ومن الجدير بالذكر أن العمل الكلى الوارد فى الصيغة أعلاه هو مجموع العمل الفعلى المنجز إضافة للعمل المتبقى الذى يجب تقديره فى كل مرة تتم فيها عملية القياس.

ت -نسبة مئوية للوحدات (وحدات القياس المادية) %Physical Unit Complete

وتستخدم هذه الطريقة إذا كانت للنشاط نتيجة مادية أو تسليمات محددة يمكن قياسها بوحدات مادية معروفة ، مثل : (م.ط ، م ^{2} ، م^3 ، طن ، عدد ، .. إلخ) ، وهى تعبر نسبياً عن الجهد والوقت المبذولين للحصول على هذه النتيجة ، وذلك نسبة إلى قيم الإنتاج الكلية.

مثال: تم إنجاز 50م^2 من الأرضيات من أصل الكمية الكلية 200م^2 ، فتكون نسبة الإنجاز = 200/50 = 25% ، أى يتم حسابه من الصيغة الرياضية التالية:

% Physical Units Complete = Actual Units / Total Units

نسبة الإنجاز للوحدات % = الوحدات الفعلية (المنجزة) ÷ عدد الوحدات الكلى

ث -نسبة مئوية محددة Physical Complete%

وتستخدم عندما يتم تحديد التقدم الجزئى للنشاط على أساس غير موضوعى (تقدير شخصى) ، أى أنه من الصعوبة بمكان استخدام أى من الطرق الأخرى المذكورة أعلاه ، عندما يتم تقييم تقدم العمل المادى أو الفعلى فى النشاط على أساس الخبرة الشخصية ، أى لا يستند إلى أسس واضحة. مثال: إنجاز عمل يتألف من ثلاثة مراحل أساسية ، تستهلك جميع المراحل كمية المواد نفسها (أى 33.33%) ، ولكن تحتاج لأزمنة مختلفة تتعلق بصعوبة التنفيذ (المرحلة الأولى 30 دقيقة – الثانية 40 دقيقة – الثالثة 50 دقيقة) بإجمالى 120 دقيقة. فلو فرضنا أنه تم إنجاز المرحلتين الأولى والثانية ، هذا يعنى أنه تم إنجاز 66.66% من العمل (فعلياً أو مادياً Physical Complete%) ، ولكن زمنياً يعادل (30 د + 40 د) مقسوماً على 120 دقيقة ، أى 58.33% من المدة الكلية.

ويتم تطبيق هذه الطريقة فى برنامج Ms-Project ببساطة ، إذ يمكن استخدام أى منها. ولكن الأكثر استخداماً هى نسبة الإنجاز المتعلقة بالمدة Duration Complete% وبدرجة أقل.

٤ -طريقة الجهد المخصص أو الموزع Apportioned Effort

تستخدم هذه الطريقة لقياس الإنجاز فى النشاطات التى لها علاقة مباشرة بنشاطات أخرى لها طريقة معينة لقياس القيم المكتسبة. فقد يكون لنشاط ما - وهو المعنى بعملية القياس هذه – نتيجة مادية ملموسة ، ولكن من الصعوبة بمكان تقدير مقدار الإنجاز الجزئى أو تقدم العمل فيه. مثلاً نشاط (عملية) تأكيد الجودة Quality Assurance فى المنتجات ، أ، فى الأعمال المنفذة فى المشاريع الإنشائية ، أو نشاط تأكيد جودة البرمجيات أو التصميم ... إلخ ، فى هذه الحالات يتم ربط هذا النشاط بنشاط آخر مرتبط به ، ويعطى نفس نسبة الإنجاز الجزئية. مثال: إذا تم إنجاز نسبة 50% (طريقة النقاط المرحلية الموزونة Weighted Milestones) من البرنامج (مشروع برمجى) نعتبر أن نسبة 50% أيضاً من نشاط تأكيد الجودة قد أنجز فعلياً ، وبانتهاء البرنامج وتسليمه يكون نشاط تأكيد الجودة منتهياً. أى يتم اختيار نفس الطريقة لقياس الإنجاز فى النشاطين.

إن تطبيق هذه الطريقة فى برنامج Ms-Project يتطلب أن تكون طريقة قياس الإنجاز لكلا النشاطين واحدة.

٥ -طريقة مستوى الجهد / تساوى الجهد Level of Effort

وتستخدم للنشاطات التى لها نتيجة مادية ملموسة ، أو يمكن قياسها ، أو تسليمات محددة ، أو توجد لها نتائج ملموسة ولكن نريد أن نتابعها بشكل منفصل ، وتسمى اختصاراً (LOE). مثلاً : نشاط أو جهد مدير المشروع والمراقبين والإداريين فى المشروع (جهد إدارة المشروع) ، إذ تقود إدارة المشروع بالكثير من النشاطات المختلفة مثل التخطيط والمتابعة والتحليل وتقديم التقارير وعمل الإجتماعات ، ... إلخ. ويتم قياس الجهد أو حساب التكاليف استناداً إلى عدد ساعات العمل المنقضية للمورد نفسه.

وفى برنامج MS-Project 2007 يتم تطبيق هذه الطريقة بتعيين المورد/الموارد إلى النشاط الذى يحتاجه. ويمكن تعيين المورد نفسه لعدد من النشاطات المرتبطة به ، مثلاً مدير المشروع يمكن تعيينه لجميع نشاطات المشروع. إذاً نعتبر فى هذه الحالة أن المشروع هو نشاط رئيسى Summary Task ، بهذه الطريقة سوف تتوزع تكاليف مدير المشروع على جميع نشاطات المشروع.

4/ استخدام برنامج MS-Project 2007 لحساب القيم المكتسبة

يستند برنامج MS-Project 2007 فى تطبيقه للقيم المكتسبة وحسابه لمختلف قيمها إلى معايير القيم المكتسبة المعروفة إضافة إلى المعايير التطبيقية لها ، التى تم استنتاجها من واقع التطبيق العملى للقيم المكتسبة فى إدارة المشاريع ، وهى الصادرة عن معهد إدارة المشاريع PMI ، التى تستند إلى أداء وقياسات الجدولة الزمنية Time-Based Schedule Measures فى المشروع بدلاً من قياس قيم التكاليف Cost Measures ، وذلك لإجراء التنبؤ بالنتائج النهائية للمشروع ، وهو اتجاه جديد فى القيم المكتسبة ، لتقييم النتائج النهائية من وجهة نظر الجدولة الزمنية ، فى حين أنه كان يتم التركيز فى المعايير الأساسية على قيم التكاليف أكثر ، كون أن القيم المكتسبة أساساً موجهة لمراقبة ومتابعة التكاليف أكثر. أما الجدولة الزمنية ومدة المشروع فمن المفضل متابعتها باستخدام طرق الجدولة الزمنية (كطريقة المسار الحرج) ، أى أن استخدام برنامج MS-Project 2007 سوف يتيح لنا إجراء التنبؤات للمشروع استناداً إلى أداء الجدولة فيه. وعليه سوف يتم حساب بعض المؤشرات والإنحرافات استناداً إلى القياسات الزمنية ، وبمعنى أدق فإن حساب بعض المؤشرات سوف يكون موجهاً باتجاه الزمن ليعكس مضمون هذه المؤشرات والعوامل من وجهة نظر الجدولة الزمنية فى المشروع وأدائها ، وذلك على النحو التالى:

- **تقدير زمن الإنجاز Time Estimate At Completion (EAC_t)**

ويستخدم هذا التقدير للتنبؤ بمدة المشروع النهائية المتوقعة ، أى تقدير الزمن اللازم لإنجاز المشروع استناداً إلى أداء الجدولة الزمنية فيه ، حتى تاريخه ، ويتم حسابه كما يلى:

$$EACt = \frac{(BAC/SPI)}{(BAC/Baseline\ Duration)} = \frac{Baseline\ Duration}{SPI}$$

$$\text{تقدير زمن الإنجاز} = \frac{\text{(قيمة الموازنة / دليل أداء الجدولة)}}{\text{(قيمة الموازنة / المدة الأساسية)}} = \frac{\text{المدة الأساسية (حسب الخطة)}}{\text{دليل أداء الجدولة}}$$

حيث : Baseline Duration هى مدة المشروع الواردة فى الخط الأساسية. ومن الجدير بالذكر أن هذا التقدير – على الرغم من أهميته – إلا أنه لا يعكس حقيقة الوضع فى المشروع ، إلى فى حالات خاصة ، إذ أنه لا يأخذ فى الإعتبار المشار الحرج للمشروع ، إضافة إلى المرونة الزمنية المتاحة Float لنشاطاته. ويظهر ذلك جلياً فى حال كانت قيمة دليل أداء الجدولة أقل من الواحد (SPI<1) ، وعليه فإن التحليل الزمنى فى هذه الحالة للقيم المكتسبة لا يكفى للحكم على مدى جدية التأخير الزمنى فى المشروع ، وبالتالى مصداقية هذا التقدير. لذلك تجب العودة إلى الجدول الزمنى الأصلى للمشروع ، ومساره الحرج Critical Path لتبيان أماكن التأخير الحاصلة فيه. وفى حالة استخدام برنامج Ms-Project ، فإن الوضع يبدو سهلاً ، فبعد تحديث معطيات المشروع ونشاطاته Project Updates ، وإجراء تقدير أو تقييم جديد لأعمال المتبقية للمشروع ، فإنه من السهولة بمكان إعادة جدولة الأعمال المتبقية فيه Rescheduling of Remaining Work ، على ضوء التحديثات التى تمت له ، وذلك باستخدام الأمر (Reschedule Uncompleted Tasks).

- **انحراف زمن الإنجاز (VAC$_t$) Time Variance At Completion**

ويستخدم للتنبؤ بانحراف تقدير مدة المشروع المتوقعة – لدى إنجازه – عن المدة الأولية. ويحسب هذا الإنحراف من الصيغة الآتية:

VAC$_t$ = Baseline Duration - **EAC$_t$**

- **النسبة المئوية لانحراف زمن (مدة) الإنجاز**

وهى نفس القيمة السابقة لكن كنسبة مئوية. وتحسب من الصيغة الآتية:

VAC$_t$ % = **VAC$_t$** / Baseline Duration

- **دليل أداء الجدول الزمنى للإنجاز**

Time Schedule Performance Index At Completion ($SPIAC_t$)

ويستخدم للتعبير عن معدل فعالية أداء الجدولة المتنبأ بها للمشروع أو لمدة المشروع لدى إنجازه. ويحسب من الصيغة الآتية:

$SPIAC_t$ = Baseline Duration / EAC_t

ويستخدم الدليل $SPIAC_t$ مع الدليل SPI ، لتزويدنا بمعلومات كافية عن الأداء العام للجولة فى المشروع ، عندما يكون تاريخ التطبيق أو إجراء التحليل Status Date ، لاحقاً لتاريخ الإنهاء (تاريخ نهاية عقد المشروع المحدد فى الخطة) ، وبعد انتهاء أو إنجاز النشاط أو المشروع.

4-1/ خطوات تحليل إدارة القيم المكتسبة باستخدام برنامج MS-Project 2007

من أجل الحصول على نتائج فعالة لتطبيق القيم المكتسبة باستخدام برنامج MS-Project 2007 ، لا بد من إدخال المعلومات الكاملة للمشروع ، وبشكل صحيح فى سبيل الوصول لنتائج صحيحة يمكن الوثوق بها ، ولذلك سوف نبين هذه الخطوات بالتفصيل:

أولاً : تحديد نطاق المشروع :

وذلك بتحديد جميع نشاطاته الرئيسية والثانوية ،و عليه يجب إدخال جميع نشاطات (Activities) المشروع مع مددها الزمنية المقدرة ، إضافة للنقاط المرحلية (Milestones) الضرورية ، وذلك بالترتيب وبالتتابع المنطقى لهذه النشاطات. ويتم ذلك بالإستناد إلى الهيكل التفصيلى للأعمال (WBS) ، الذى يجب أن يتم وضعه فى بداية المشروع ، وهذه المسئولية يجب أن تكون محددة بدقة ، هذا الأمر يمكن أن يتم مبكراً أيضاً باستخدام مصفوفة المسئولية أو المهام Responsibility Assignment Matrix (RAM) ، أى لا بد من تحديد الهيكل التنظيمى للمشروع (OBS).

ثانياً : جدولة المشاريع :

وذلك استناداً إلى الإعتمادية بين النشاطات التى تم إدخالها فى الخطوة السابقة ، إضافة إلى تحديد النقاط التى يتم فيها ضبط التكاليف ، أى تأسيس Control Accounts ، ومن المفضل بالنسبة لبرنامج MS-Project 2007 أن يتم التفصيل فى ذلك حيث أن البرنامج يوفر لنا مرونة الحساب ، وعليه من الأفضل وضع نقاط ضبط التكلفة فى أدنى مستوى من الهيكل التفصيلى للأعمال (WBS) أى للنشاط أو المهام الثانوية أو الجزئية Detailed Tasks or Subtasks ، أى توضع نقاط التحكم فى الأماكن التى يتم فيها

تحديد كل من المدة والموارد والتكلفة. فطالما يوجد لدينا نشاط بالإمكان تقدير مدته والموارد التى يحتاجها ، وبالتالى تقدير تكلفته ، فيمكن اعتباره نقطة لضبط التكلفة Control Account (CA).

وفى برنامج MS-Project 2007 توجد ثلاثة أنواع من الموارد ، Resources Type:

- عمل Work.
- مواد Material.
- تكلفة Cost.

ثالثاً : تعيين موارد المشروع :

حيث يتم تعيين موارد المشروع (عمالة – مواد – معدات) وتوزيعها على نشاطات المشروع تمهيداً لحساب التكاليف. ومن الجدير بالذكر هنا أن تعيين الموارد يتم لجميع النشاطات الجزئية مع معدلات تكاليفها (أجور العمالة والمعدات ، وتكاليف العمل الإضافى ، والتكاليف الثابتة ، التكاليف الأخرى ، وتكاليف المواد) ، ويتم إدخال ذلك فى صفحة الموارد Resources Sheet ، ومن ثم يقوم البرنامج بحساب التكاليف الكلية لكل نشاط فى المشروع استناداً إلى الأزمنة المقدرة لها والقيود المفروضة عليها. ثم يقوم البرنامج بحساب تكاليف النشاطات الرئيسية ومدتها ، وبعدها يقوم بتجميعها للمشروع ككل للحصول على موازنة المشروع الكلية (BAC) ، أو التى تسمى أحياناً بـ Time Phased Budget ، أى الميزانية الكلية موزعة على المراحل الزمنية للمشروع. ويقوم البرنامج بتوليد وحساب هذه الموازنة بشكل آلى استناداً إلى المعطيات التى تم إدخالها والخاصة بنشاطات المشروع بحيث يكون معلوماً كمية المال (التكلفة) ، وعدد ساعات العمالة المصروفة على كل نشاط فى المشروع وفى أية فترة زمنية ضمن جدوله الزمنى.

رابعاً : حفظ نسخة الخطة الأولية :

حيث يجب حفظ نسخة الخطة الأولية Baseline Schedule للمشروع لتكون مرجعية وأساس للمقارنة أثناء متابعة التنفيذ.

خامساً : تحديد تواريخ التحديث:

حيث يتم اختيار وقت أو تاريخ محدد Status Date لإجراء القياسات بعد بدء المشروع فعلياً. هنا يجب تحديث معطيات تنفيذ المشروع ، أى تسجيل وقائع التنفيذ حتى هذا التاريخ ، التى تشمل : تحديث النشاطات Tasks Update ، وتحديث المشروع نفسه Project Update ، وتتضمن بالتفصيل:

- تاريخ البداية الفعلى للمشروع.

- التواريخ الفعلية لبداية ونهاية النشاطات Actual Start and Finish Dates ، أو إدخال المدة الفعلية لها Actual Duration ، وذلك بالنسبة للنشاطات التى تم الإنتهاء منها فعلياً ، أما النشاطات الجارى تنفيذها ، أى التى بدأت ولكن لم تنته بعد ، فيتم تسجيل تاريخ البداية الفعلى فقط ، ويمكن فى هذه الحالة إدخال نسبة الإنجاز الجزئية حسب الطريقة المتبعة فى الخطة الأولية. وإذا لم يتم إدخال نسبة الإنجاز فإن البرنامج سوف يقوم بحسابها انطلاقاً من البداية الفعلية والتاريخ الحالى (زمن إجراء التحديث أو القياس).
- تحديث جميع البيانات الأخرى المتعلقة بالنشاطات كالإعتمادية Dependency ، والقيود الزمنية المفروضة عليها Constraints ، والنشاطات الجديدة ، والنشاطات المحذوفة (نتيجة التغيرات المعتمدة Approved Changes) ... إلخ.
- إدخال وتحديث كل المتغيرات المتعلقة بالموارد ، من حيث توافرها فى الوقت المناسب ، وتكاليفها الفعلية ، وإنتاجيتها ... إلخ.
- تحديث بيانات التكلفة كافة ، وذلك بإدخال التكاليف الفعلية المسجلة فى المشروع للعمالة والمعدات والمواد والتكاليف الثابتة الأخرى ، إضافة للتكاليف والنفقات الإضافية أو غير المباشرة.
- إعادة تقدير الأعمال المتبقية فى المشروع Remaining Work من حيث التكاليف والمدة الزمنية ، وتدقيق الحاجة إلى الموارد المختلفة ، والتطورات التى طرأت على أسعارها ، وتواريخ التوريدات.

سادساً : إعادة جدولة الأعمال المتبقية :

يتم إعادة جدولة الأعمال المتبقية فى المشروع من خلال الأمر Rescheduling ، للحصول على المدة الجديدة للمشروع فى سبيل المقارنة مع تحليل القيم المكتسبة للمدة.

سابعاً : تقارير القيم المكتسبة:

استخراج تقارير القيم المكتسبة بشكليها الجدولى والبيانى ، وبنوعيها المالى والزمنى.

ثامناً : تقييم التقارير:

بعد إصدار تقارير القيم المكتسبة يتم إجراء تقييم لهذه التقارير ، وبالتالى تقييم وضع المشروع ، ويتم هذا التقييم من قِبَل مدير المشروع ، لاتخاذ القرارات اللازمة لتصحيح الوضع فيه.

يوضح الجدول رقم (2) المصطلحات والصيغ الرياضية الخاصة بعناصر القيم المكتسبة ، وما يقابلها من تسميات الحقول الوصيع المستخدمة فى برنامج Ms-Project 2007.

جدول رقم (2)[1] مقارنة الصيغ الحسابية وتسمية الحقول للقيم المكتسبة بين الأسلوب اليدوى وبرنامج بروجكت Ms-Project 2007.

أولاً : بيانات المشروع Data

EVM		Ms-Project 2007	
التسمية Name	الصيغة Formula	اسم الحقل Field Name	الصيغة Formula
Planned Value (PV)	Metric Value	BCWS	يتم تجميع قيمتها من الخطة الأولية حتى تاريخ القياس
Earned Value (EV)	Metric Value	BCWP	BCWP = % Complete × Baseline Cost BCWP = Physical % Complete × Baseline Cost يقوم البرنامج بحسابها على أساس تحديث بيانات المشروع
Actual Cost (AC)	Metric Value	ACWP	ACWP = Actual Duration × Actual Cost يقوم البرنامج بحسابها للنشاطات الثانوية والرئيسية وللمشروع على أساس تحديث بيانات المشروع
Budget At Completion (BAC)	Calculation (Estimation) Value	Baseline Cost	بعد تخزين الخطة الأولية يقوم البرنامج بنسخ حقل الخطة الأولية
Planned Value% (PV%)	PV% = PV / BAC	يتم إضافته بواسطة المستخدم	PV% = BCWS / BAC
Earned Value% (EV%)	EV% = EV / BAC	يتم إضافته بواسطة المستخدم	EV% = BCWP / BAC
Actual Cost % (AC%)	AC% = AC / BAC	يتم إضافته بواسطة المستخدم	AC% = ACWP / BAC

ثانياً : الإنحرافات Variances

EVM		Ms-Project 2007	
التسمية Name	الصيغة Formula	اسم الحقل Field Name	الصيغة Formula
Schedule Variance (SV)	SV = EV - PV	SV	SV = BCWP - BCWS
Cost Variance (CV)	CV = EV - AC	CV	CV = BCWP - ACWP
Schedule Variance% (SV%)	SV% = SV / PV	SV%	SV% = SV / BCWS
Cost Variance% (CV%)	CV% = CV / EV	CV%	CV% = (BCWP-ACWP) / BCWP

ثالثاً : المؤشرات Indices

EVM		Ms-Project 2007	
التسمية Name	الصيغة Formula	اسم الحقل Field Name	الصيغة Formula
Schedule Performance Index (SPI)	SPI = EV / PV	SPI	SPI = BCWP / BCWS
Cost Performance Index (CPI)	CPI = EV / AC	CPI	CPI = BCWP / ACWP
To Complete Performance Index (TCPI)	TCPI = (BAC-EV) / (BAC-AC)	TCPI	TCPI = (Baseline Cost-BCWP) / (Baseline Cost-ACWP)

[1] أ.د. / محمد حسن شعبان. **الإدارة الحديثة للمشاريع باستخدام القيم المكتسبة**. (ص 276) ، – مكتبة الملك فهد الوطنية ، الرياض - السعودية.

رابعاً : التنبؤات Forecasts

EVM		Ms-Project 2007	
التسمية Name	الصيغة Formula	اسم الحقل Field Name	الصيغة Formula
Estimate At Completion (EAC) حسب الوضع فى المشروع من حيث المعلومات المتوافرة عن تكاليف الأعمال المنفذة والمتبقية فيه يمكن تطبيق هذه الصيغة.	EAC = BAC - AC	يتم إضافته بواسطة المستخدم	EAC = Baseline Cost - AC
	EAC = BAC / CPI	EAC	EAC = ACWP + (Baseline Cost – BCWP) / CPI
	EAC = BAC / (CPI×SPI)	يتم إضافته بواسطة المستخدم	EAC = Baseline Cost / (CPI × SPI)
	EAC = AC + New Estimate to Complete	Cost	يتم تجميع التكاليف الفعلية فى المشروع للأعمال المنتهية من خلال حساب تكاليف الموارد المعينة للنشاطات ، إضافة لتكاليف الأعمال المتبقية حسب تكاليف الخطة.
Estimate To Complete (ETC)	ETC = EAC - AC	يتم إضافته بواسطة المستخدم	ETC = EAC – AC إذا تم اختيار صيغة أخرى لحساب EAC فيجب إضافة الحقل الخاص بذلك إلى الجدول
Variance At Completion (VAC)	VAC = BAC - EAC	VAC	VAC = Baseline Cost – EAC إذا تم اختيار صيغة أخرى لحساب EAC فيجب حساب القيمة الجديدة لـ VAC وإضافة الحقل الخاص إلى الجدول.
Variance At Completion% (VAC%)	VAC% = VAC / BAC	يتم إضافته بواسطة المستخدم	VAC % = VAC / Baseline Cost
Cost Performance Index at Completion (CPIAC)	CPIAC = BAC / EAC	يتم إضافته بواسطة المستخدم	CPIAC = Baseline Cost / EAC
Time Estimate At Completion (EAC_t)	EAC_t = Baseline Duration / SPI	يتم إضافته بواسطة المستخدم	EAC_t = Baseline Duration / SPI
	تتم المقارنة مع القيمة الجديدة لمدة المشروع استناداً إلى شبكة المشروع بطريقة المسار الحرج	يعطينا البرنامج قيمة الـ Duration إذا تم تحديث معطيات المشروع ، وخاصة للأعمال المتبقية فيه.	يتم إعادة الجدولة للأعمال المتبقية بالأمر Rescheduling Remaining Work
Time Variance At Completion (VAC_t)	VAC_t = Baseline Duration - EAC_t	Finish Variance	Finish Variance = Finish Date – Baseline Finish Date. إن أسلوب برنامج Ms-Project يختلف عن الأسلوب اليدوى للقيم المكتسبة ، إذ أن القيمة السالبة للإنحراف تعنى أننا متقدمون على الخطة ، والقيمة الموجبة له تعنى أننا متأخرون عن الخطة. إذا أردنا المحافظة على نفس الأسلوب ، فإنه يجب إضافة حقل جديد بقيمة : VAC_t = - Finish Variance
Time Variance At Completion% (VAC_t %)	VAC_t % =VAC_t / Baseline Duration	يتم إضافته بواسطة المستخدم	VAC_t % =VAC_t / Baseline Duration
Time Schedule Performance Index At Completion ($SPIAC_t$)	$SPIAC_t$ = Baseline Duration / Duration	يتم إضافته بواسطة المستخدم	$SPIAC_t$ = Baseline Duration / Duration

4-2/ تطبيقات عملية لإدارة القيم المكتسبة باستخدام برنامج MS-Project 2007

لدينا مشروع صرف صحى بسيط بقيمة 460,000 ريال ، ومدته أربعة أشهر (16 أسبوعاً). يتألف المشروع من النشاطات التالية والمبينة فى الجدول أدناه:

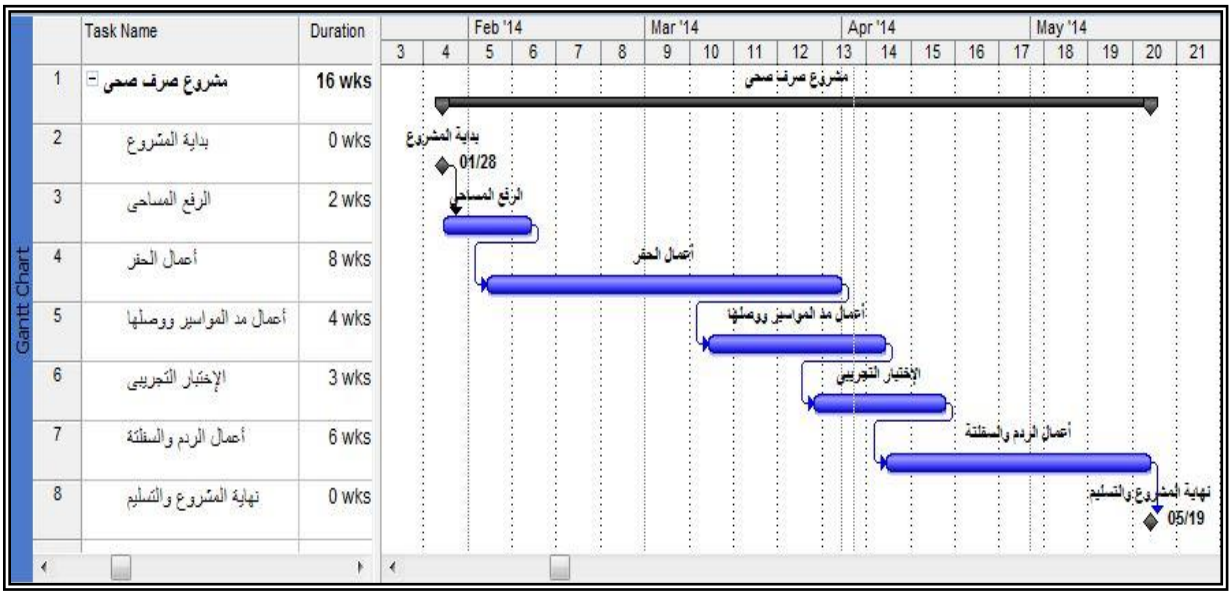
جدول رقم (3) : جدول معلومات المشروع:-

رقم	اسم النشاط	المدة (أسبوع)	الكلفة العقدية (ريال)	تكاليف الخطة الأولية
1	أعمال الرفع المساحى	2	20,000	16,000
2	أعمال الحفر (القطع)	8	80,000	68,200
3	أعمال مد المواسير والتوصيلات	4	150,000	104,800
4	الإختبارات التجريبية	3	10,000	7,200
5	أعمال الردم والسفلتة	6	200,000	137,900
المجمـــــــــــوع			**460,000**	**366,100**

المطلوب : تطبيق برنامج MS-Project 2007 لحساب القيم المكتسبة فى أوقات مختلفة.

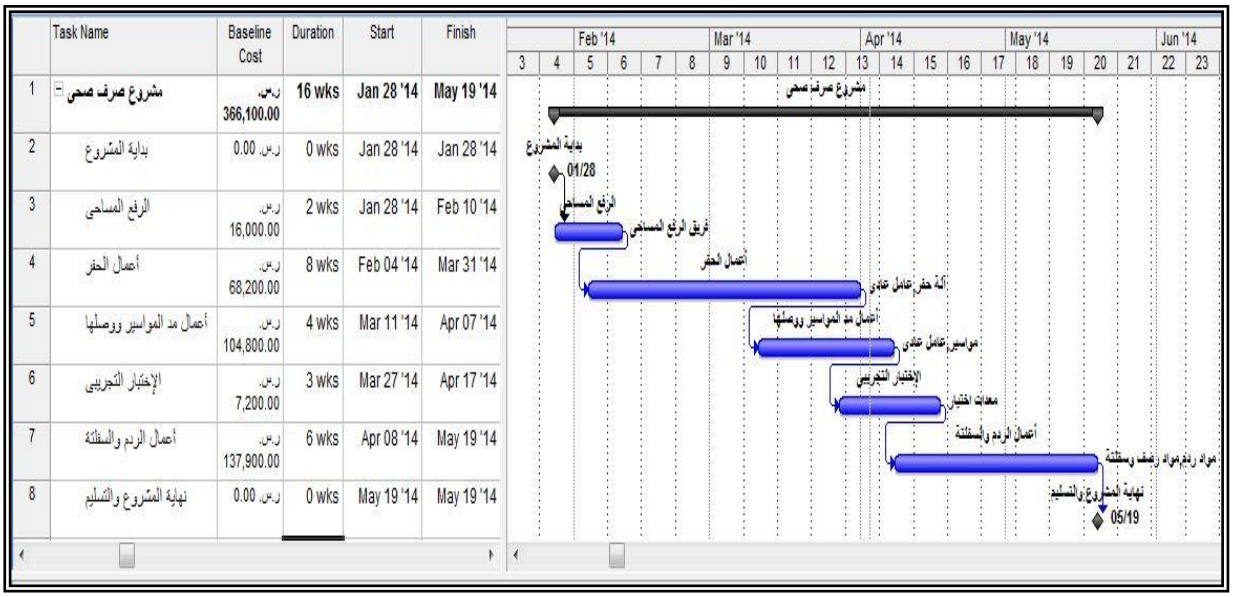
الحل:

يوضح الشكل رقم (2) ، مخطط المستقيمات (Gantt Chart) للمشروع مع تخصيص الموارد للنشاطات ، وتظهر مدة المشروع (16 أسبوعاً).



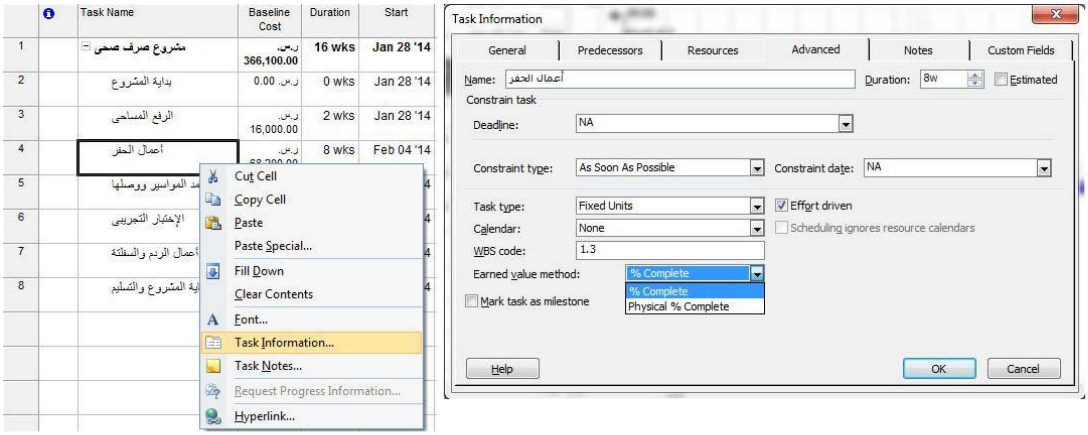
الشكل رقم (2)

كما يبين الشكل رقم (3) أدناه الخطة الأولية للمشروع مع التكاليف المبدئية Baseline Cost ، مع تخصيص الموارد للنشاطات.



الشكل رقم (3)

بفرض أن المشروع قد بدأ ، وفى نهاية الشهر الأول (بعد انقضاء 25% من مدته) تم إجراء أول قياس للقيمة المكتسبة ، القيم المترية الثلاثة فى المشروع. يتيح برنامج MS-Project 2007 نوعين أساسيين لقيسا تقدم العمل فى نشاطات المشروع ، وهى % Complete ، و Physical % Complete ، كما يظهر فى صندوق الحوار الخاص بمعلومات النشاط Task Information ، الشكل رقم (4).



الشكل رقم (4)

4-2-1/ الطريقة الأولى : تقدير تقدم العمل على أساس نسبة مئوية من المدة %Complete

فى هذه الحالة فإن نسبة الإنجاز تساوى نسبة المدة الفعلية (المدة المنقضية) إلى المدة الكلية. نقوم بتحديث معطيات / تغيرات المشروع فى نهاية الشهر الأول ، وهى:

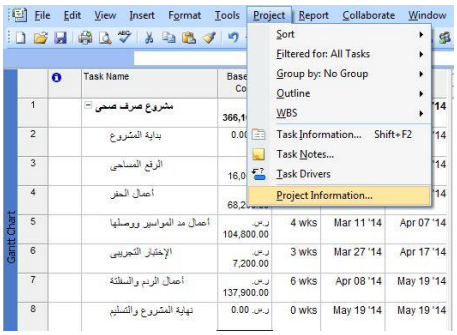
١ -تأخير فى إنجاز النشاط الأول "الرفع المساحى" ، والمدة الفعلية له هى 3 أسابيع.

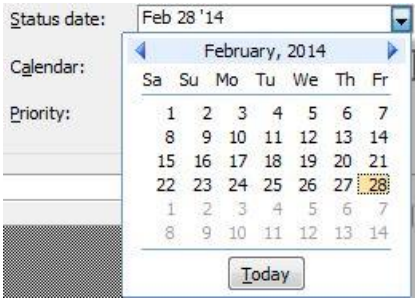
٢ -نسبة الإنجاز الفعلية فى النشاط الثانى "أعمال الحفر" 30%.

خطوات الحل باستخدام برنامج MS-Prpject 2007:

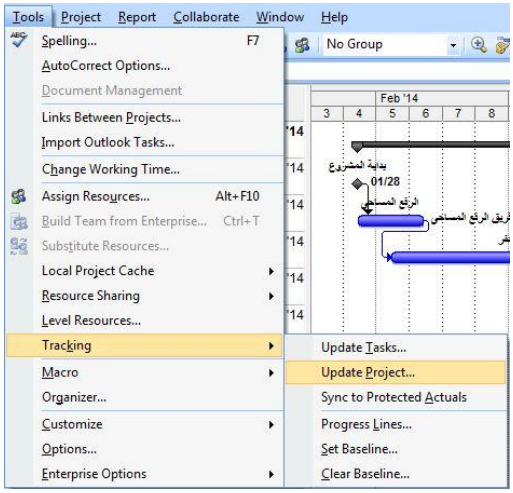
١ -حفظ الخطة الأولية للمشروع باسم Baseline.

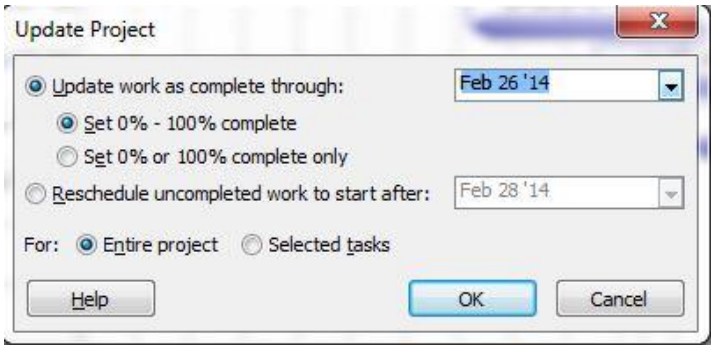
٢ -من قائمة " Project" نختار "Project Information" ، وندخل تاريخ الحالة "Status Date" ، يوم 28-2-2014 ، فى الحقل الخاص بها حسب الشكل الموضح أدناه.





٣ -من قائمة "Tools" نختار "Tracking" (تتبع التنفيذ) فتظهر قائمة فرعية ، تختار تحديث المشروع "Update Project" ، فيظهر صندوق الحوار التالى ، الشكل رقم (5):

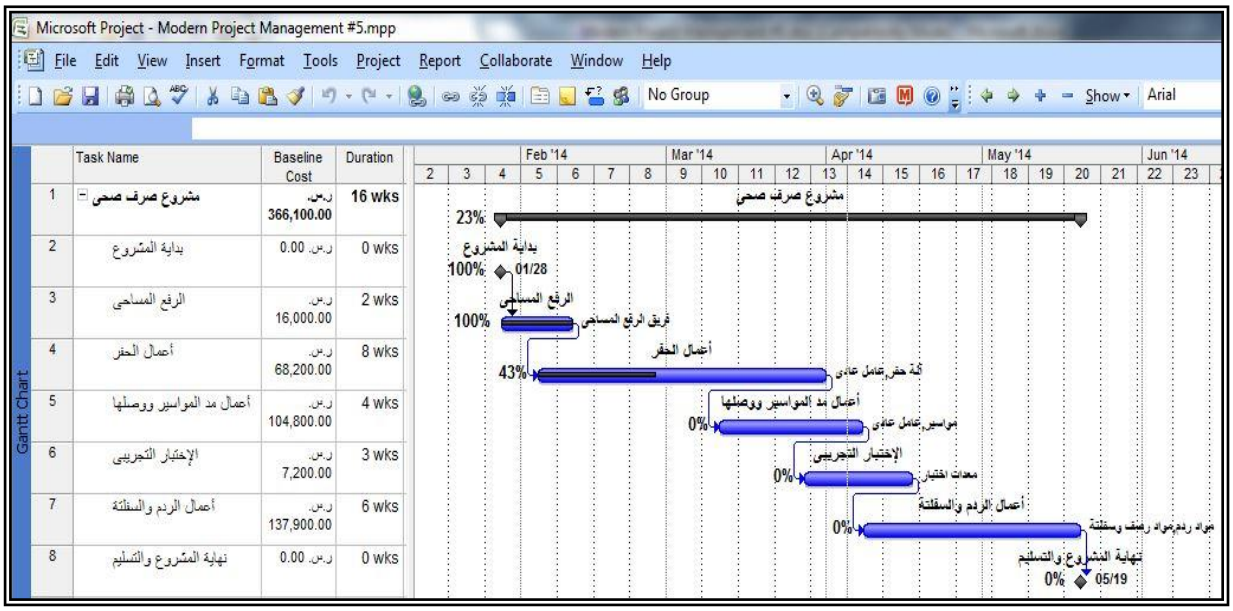




الشكل رقم (5)

٤ -نقوم بإدخال تاريخ التحديث المطلوب ، وهو 26-2-2014 ، ويتضح حسب الشكل رقم (6) ، أن نسبة الإنجاز للنشاط الأول " الرفع المساحى" يجب أن تكون 100% ، وللنشاط الثانى "الحفر"

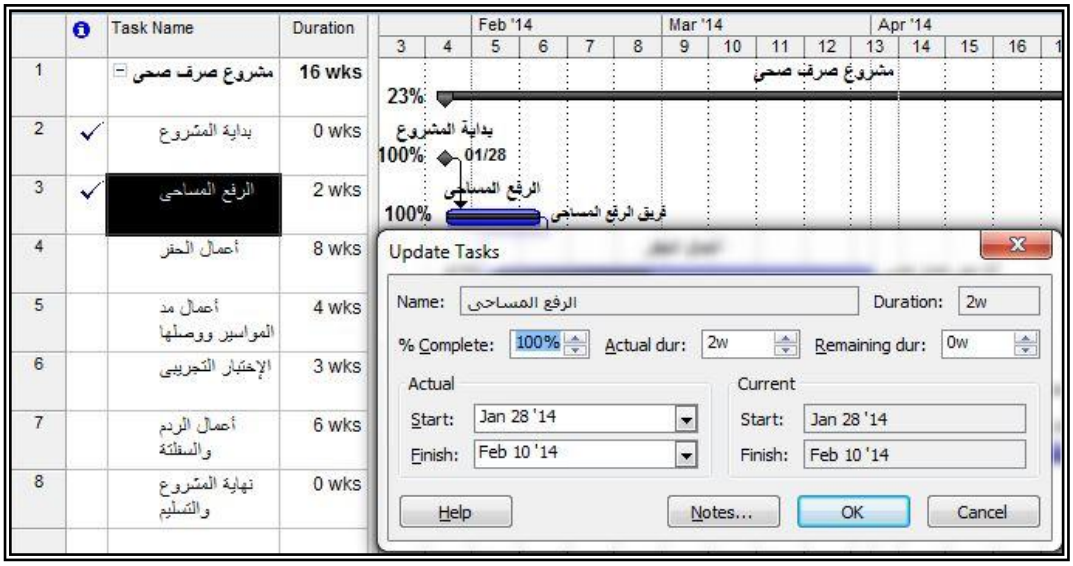
43%. أما نسبة الإنجاز الكلية فيجب أن تكون 23%. وهذه القيمة هى القيمة المخطط لها "Planned" حسب الخطة الأولية Baseline.



الشكل رقم (6)

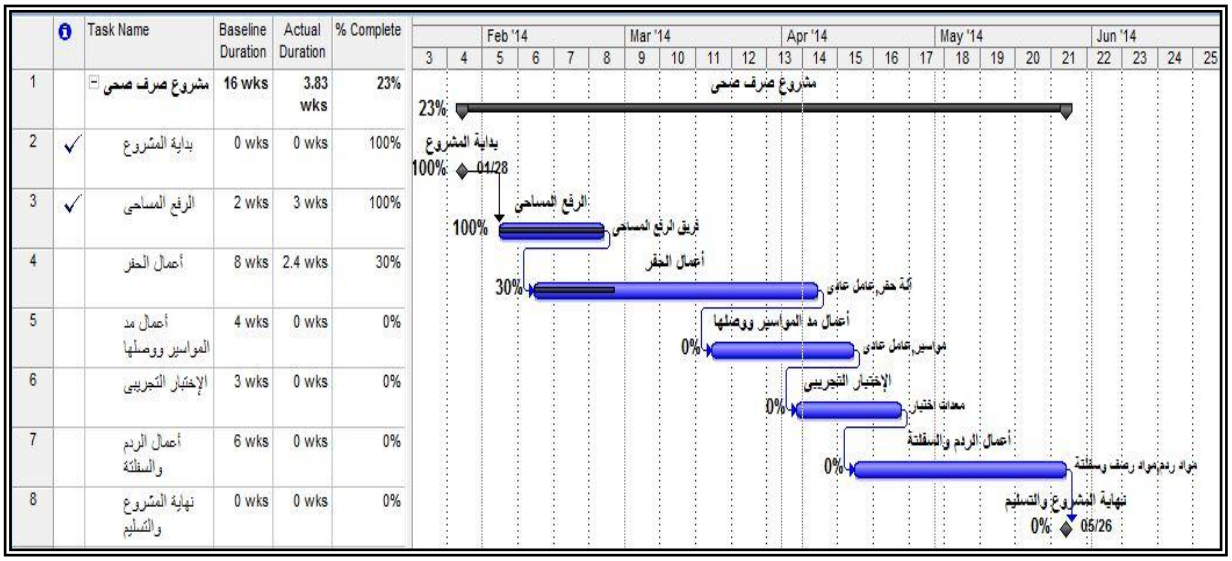
٥ -من قائمة أدوات "Tools" نختار "Tracking" (تتبع التنفيذ) فتظهر قائمة فرعية ، تختار تحديث الأنشطة "Update Tasks" ، فيظهر صندوق الحوار التالى ، الشكل رقم (7) ، ثم نقوم بإدخال المعطيات الفعلية "Actual Dates" للنشاطات ، حسب الجدول التالى:

النشاط	اسم النشاط	المدة الأصلية	المدة الفعلية	تاريخ البداية المخطط لها	تاريخ البداية الفعلى	نسبة الإنجاز الفعلية
الأول	الرفع المساحى	2 أسبوع	3 أسبوع	2014-1-28		%100
الثانى	أعمال الحفر	8 أسابيع		2014-2-4	2014-2-11	%30



الشكل رقم (7)

٦ -بعد تحديث معطيات المشروع بتاريخ الحالة ، يظهر المشروع كما فى الشكل رقم (8) ، حيث يظهر أن نسبة الإنجاز الفعلية 100% للنشاط الأول (أعمال الرفع المساحى) ، وللنشاط الثانى (أعمال الحفر) 30% ، لذلك تظهر إشارة (√) "Check Mark" فى حقل المعلومات أو الدليل "Indicator (I)" ، المجاور لحقل اسم النشاط "Task Name".



		Task Name	Baseline Duration	Actual Duration	% Complete
1		مشروع صرف صحى	16 wks	3.83 wks	23%
2	✓	بداية المشروع	0 wks	0 wks	100%
3	✓	الرفع المساحى	2 wks	3 wks	100%
4		أعمال الحفر	8 wks	2.4 wks	30%
5		أعمال مد المواسير ووصلها	4 wks	0 wks	0%
6		الإختبار التجريبى	3 wks	0 wks	0%
7		أعمال الردم والسفلتة	6 wks	0 wks	0%
8		نهاية المشروع والتسليم	0 wks	0 wks	0%

الشكل رقم (8)

٧ -من قائمة "View" نختار "Table" ، ثم "More Tables" ، ثم نختار الجدول Earned Value ، فنحصل على عرض جدول القيم المكتسبة للمشروع فى نهاية الشهر الأول والمبين فى الشكل رقم (9).

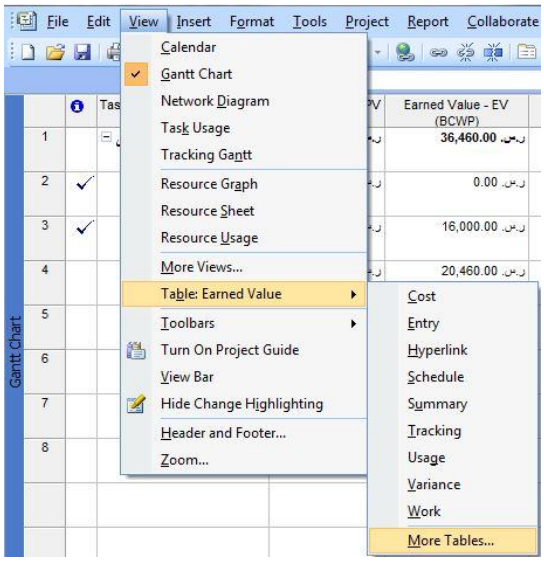
Gantt Chart

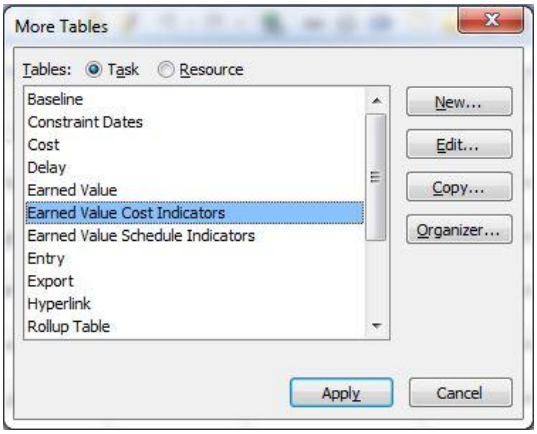
		Task Name	Planned Value - PV (BCWS)	Earned Value - EV (BCWP)	AC (ACWP)	SV	CV	EAC	BAC	VAC
1		مشروع صرف صحى	ر.س. 36,460.00	ر.س. 36,460.00	ر.س. 36,460.00	ر.س. 0.00	ر.س. 0.00	ر.س. 334,100.00	ر.س. 334,100.00	ر.س. 0.00
2	✓	بداية المشروع	ر.س. 0.00	ر.س. 0.00	ر.س. 0.00	ر.س. 0.00	ر.س. 0.00	ر.س. 0.00	ر.س. 0.00	ر.س. 0.00
3	✓	الرفع المساحى	ر.س. 16,000.00	ر.س. 16,000.00	ر.س. 16,000.00	ر.س. 0.00	ر.س. 0.00	ر.س. 16,000.00	ر.س. 16,000.00	ر.س. 0.00
4		أعمال الحفر	ر.س. 20,460.00	ر.س. 20,460.00	ر.س. 20,460.00	ر.س. 0.00	ر.س. 0.00	ر.س. 68,200.00	ر.س. 68,200.00	ر.س. 0.00
5		أعمال مد المواسير ووصلها	ر.س. 0.00	ر.س. 0.00	ر.س. 0.00	ر.س. 0.00	ر.س. 0.00	ر.س. 104,800.00	ر.س. 104,800.00	ر.س. 0.00
6		الإختبار التجريبى	ر.س. 0.00	ر.س. 0.00	ر.س. 0.00	ر.س. 0.00	ر.س. 0.00	ر.س. 7,200.00	ر.س. 7,200.00	ر.س. 0.00
7		أعمال الردم والسفلتة	ر.س. 0.00	ر.س. 0.00	ر.س. 0.00	ر.س. 0.00	ر.س. 0.00	ر.س. 137,900.00	ر.س. 137,900.00	ر.س. 0.00
8		نهاية المشروع والتسليم	ر.س. 0.00	ر.س. 0.00	ر.س. 0.00	ر.س. 0.00	ر.س. 0.00	ر.س. 0.00	ر.س. 0.00	ر.س. 0.00

الشكل رقم (9)

كما يمكننا عرض أشكال أخرى لجدول القيم المكتسبة ، كالتالى:

- **<u>النموذج الأول</u>** : عرض القيم المكتسبة المتعلقة بالتكلفة "Earned Value Cost Indicators"





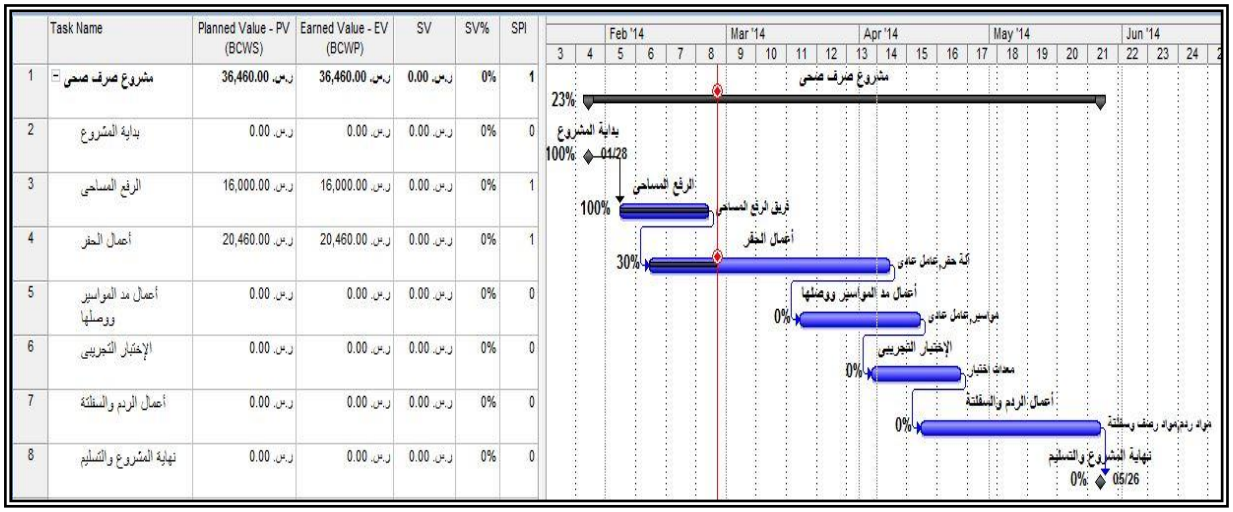
من قائمة "View" نختار "Table" ، ثم "More Tables" ، ثم نختار الجدول Earned Value Cost Indicators ، فنحصل على عرض جدول القيم المكتسبة للمشروع فى نهاية الشهر الأول والمبين فى الشكل رقم (10).

	Task Name	Planned Value - PV (BCWS)	Earned Value - EV (BCWP)	CV	CV%	CPI	BAC	EAC	VAC	TCPI
1	**مشروع صرف صحى**	**ر.س. 36,460.00**	**ر.س. 36,460.00**	**ر.س. 0.00**	**0%**	**1**	**ر.س. 334,100.00**	**ر.س. 334,100.00**	**ر.س. 0.00**	**1**
2	بداية المشروع	ر.س. 0.00	ر.س. 0.00	ر.س. 0.00	0%	0	ر.س. 0.00	ر.س. 0.00	ر.س. 0.00	0
3	الرفع المساحى	ر.س. 16,000.00	ر.س. 16,000.00	ر.س. 0.00	0%	1	ر.س. 16,000.00	ر.س. 16,000.00	ر.س. 0.00	1
4	أعمال الحفر	ر.س. 20,460.00	ر.س. 20,460.00	ر.س. 0.00	0%	1	ر.س. 68,200.00	ر.س. 68,200.00	ر.س. 0.00	1
5	أعمال مد المواسير ووصلها	ر.س. 0.00	ر.س. 0.00	ر.س. 0.00	0%	0	ر.س. 104,800.00	ر.س. 104,800.00	ر.س. 0.00	1
6	الإختبار التجريبى	ر.س. 0.00	ر.س. 0.00	ر.س. 0.00	0%	0	ر.س. 7,200.00	ر.س. 7,200.00	ر.س. 0.00	1
7	أعمال الردم والسفلتة	ر.س. 0.00	ر.س. 0.00	ر.س. 0.00	0%	0	ر.س. 137,900.00	ر.س. 137,900.00	ر.س. 0.00	1
8	نهاية المشروع والتسليم	ر.س. 0.00	ر.س. 0.00	ر.س. 0.00	0%	0	ر.س. 0.00	ر.س. 0.00	ر.س. 0.00	0

<u>الشكل رقم (10)</u>

- **النموذج الثانى** : عرض القيم المكتسبة المتعلقة بالجدول الزمنى:

من قائمة "View" نختار "Table" ، ثم "More Tables" ، ثم نختار الجدول Earned Value Schedule Indicators ، فنحصل على عرض جدول القيم المكتسبة للمشروع فى نهاية الشهر الأول والمبين فى الشكل رقم (11).



	Task Name	Planned Value - PV (BCWS)	Earned Value - EV (BCWP)	SV	SV%	SPI
1	مشروع صرف صحى	36,460.00 ر.س.	36,460.00 ر.س.	0.00 ر.س.	0%	1
2	بداية المشروع	0.00 ر.س.	0.00 ر.س.	0.00 ر.س.	0%	0
3	الرفع المساحى	16,000.00 ر.س.	16,000.00 ر.س.	0.00 ر.س.	0%	1
4	أعمال الحفر	20,460.00 ر.س.	20,460.00 ر.س.	0.00 ر.س.	0%	1
5	أعمال مد المواسير ووصلها	0.00 ر.س.	0.00 ر.س.	0.00 ر.س.	0%	0
6	الإختبار التجريبى	0.00 ر.س.	0.00 ر.س.	0.00 ر.س.	0%	0
7	أعمال الردم والسفلتة	0.00 ر.س.	0.00 ر.س.	0.00 ر.س.	0%	0
8	نهاية المشروع والتسليم	0.00 ر.س.	0.00 ر.س.	0.00 ر.س.	0%	0

الشكل رقم (11)

مما سبق يمكننا استنتاج الآتى:

١ - حسب الخطة الأولية للمشروع فإن نسبة الإنجاز (الكلية) فى نهاية الشهر الأول من مدته يجب أن تكون 23% (للمدة) ، و22% للعمل (عدد ساعات العمل التى يجب أن تنفذ فى المشروع).

٢ - حسب المنفذ فعلياً نجد أن نسبة الإنجاز (الكلية) فى نهاية الشهر الأول من مدته 23% ، و 20% للعمل (20% Work).

٣ - على الرغم من أن نسبة الإنجاز للمدة هى نفسها لكن نسبة العمل المنفذ فعلياً ليس نفسه ، أى هناك تأخير فى المشروع ، وهذا بسبب أن امتداد مدة النشاط الأول "الرفع المساحى" من أسبوعين (حسب الخطة) إلى ثلاثة أسابيع (حسب المنفذ فعلياً).

٤ - مع أن نسبة الإنجاز للمدة هى نفسها إلا أن دليل الجدولة الزمنية قيمته أقل من الواحد (SPI=0.82) ، وقيمة دليل التكلفة (CPI=0.83) ، وتبلغ قيمة انحراف الجدولة 18% ، وانحراف التكلفة 20% ، مما يعنى أن المشروع سوف ينفذ بموازنة أكبر وبمدة أطول مما هو وارد فى خطته الأولية ، إذا ما استمر العمل فى المشروع بنفس الوتيرة والأسلوب.

٥ - إن مدة المشروع الجديدة بالإعتماد على الجدول الزمنى ، وإعادة جدولة الأعمال غير المنتهية هى 17 أسبوع (بزيادة أسبوع عن المدة الأصلية). فى حين أننا سوف نحصل على قيم مغايرة

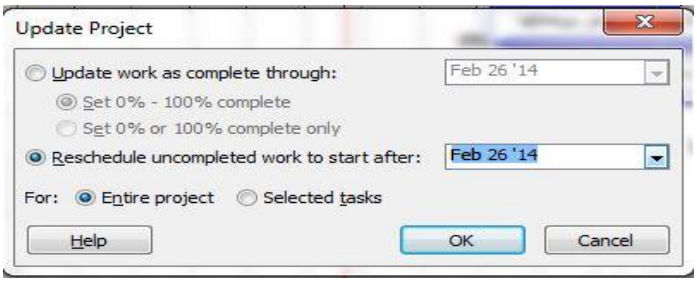
بالإعتماد فقط على دليل أداء الجدولة الزمنية ، حيث أن المدة الجديدة (المتوقعة) = المدة الواردة فى الخطة ÷ قيمة دليل أداء الجدولة (حتى هذه اللحظة) ، أى:

New Duration = 16 weeks / 0.82 (SPI) = 19.5 weeks

وهذه القيمة أكبر من التى نحصل عليها من الجدول الزمنى والتى هى (17) أسبوع ، والسبب فى ذلك أن القيم المكتسبة تفترض استمرار المشروع بنفس الوتيرة ، وهذا الأمر قد يكون جيداً لإدارة المشروع لكى تأخذ الأمر بمنتهى الجدية للتأخير الحاصل فى المشروع والإسراع باتخاذ التدابير الضرورية فى المستقبل لتلافى هذا التأخير عن الخطة.

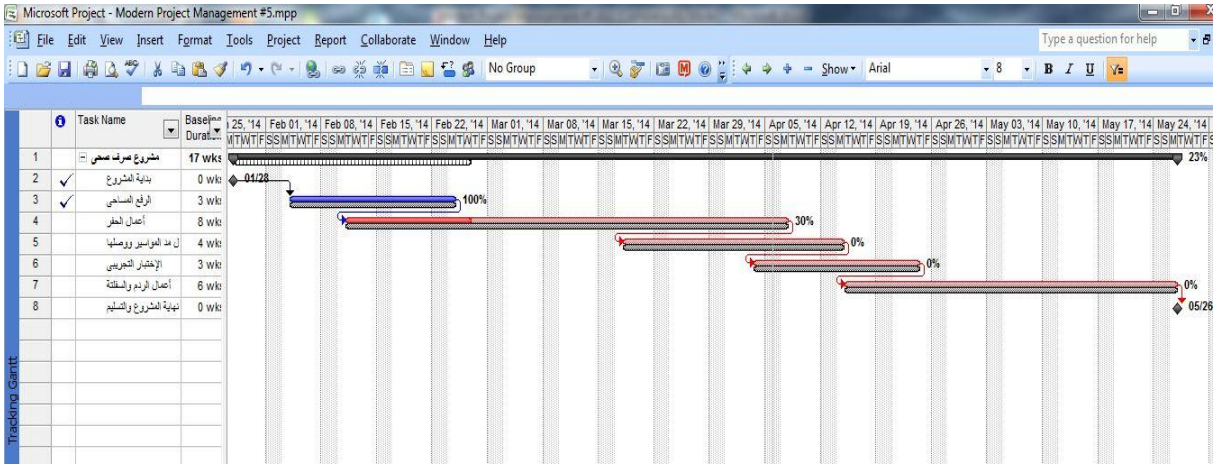
٦ - يمكن الحصول على قيمة أخرى لمدة المشروع المتوقعة ، يمكن أن تكون أقرب إلى القيمة التى يعطيها البرنامج من خلال إعادة الجدولة للأعمال غير المنجزة فيه ، ويكون ذلك بطرح قيمة المدة الفعلية المنقضية من المشروع "Actual Duration" (حتى تاريخ القياس) ، والتى تساوى (4) أسابيع فى المثال التطبيقى ، وذلك من أصل المدة الكلية (16 أسبوع) وتقسيم الناتج على دليل أداء الجدولة المسجل فى المشروع (SPI=0.92) فنحصل على القيمة المتوقعة لتنفيذ الأعمال المتبقية فى المشروع وهى (14.63 أسبوعاً) ، ثم نضيف إليها المدة الفعلية (4 أسابيع) فنحصل على القيمة الجديدة المتوقعة لمدة المشروع (18.6 أسبوع) ، وهى أقرب إلى القيمة التى يعطيها البرنامج من خلال إعادة الجدولة (17 أسبوع).

٧ - من الممكن للبرنامج أن يقوم بإعادة تقدير نهاية نشاط ، وبالتالى نسبة الإنجاز فيه ، بناءاً على المعطيات التى تم إدخالها ، زيادة أو نقصاناً عن الخطة الأولية ، إذ يقوم البرنامج بإعادة تقدير للأعمال المتبقية فيه بالإستناد إلى ما تم إنجازه حتى الآن. ونحصل على المدة الجديدة ونسبة الإنجاز الفعلية الجديدة من خلال إعاد جدولة النشاطات غير المنتهية فى المشروع من صندوق حوار (Update Project) ، كما فى الشكل التالى:



أى يمكننا أن نحافظ على تقدير الأعمال المتبقية فى المشروع (ETC) كما هو فى الخطة ، أو نعيد تقديرها بناءاً على المعطيات الحالية للمشروع فى تاريخ معين.

وأخيراً يظهر فى الشكل رقم (12) عرض المشروع على هيئة مخطط مستقيمات تتبع التنفيذ (Tracking Gantt) ، وفيه يتضح الخطة الأولية للمشروع (الخطوط المستقيمة السفلية) ، أما الخطوط المستقيمة العلوية فتمثل نسبة الإنجاز الفعلية (Actual Progress).

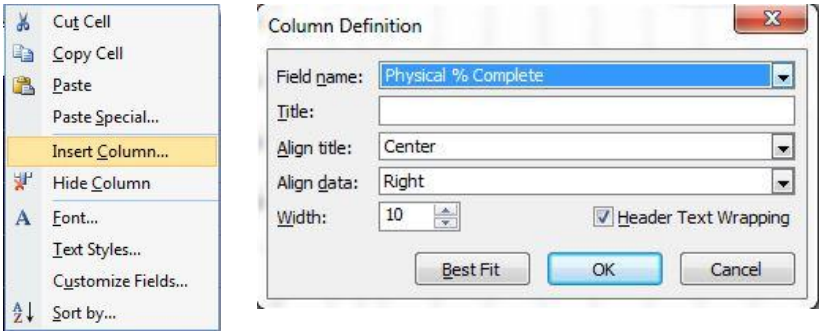


الشكل رقم (11)

4-2-2/ الطريقة الثانية : تقدير تقدم العمل على أساس نسبة مئوية من كمية العمل المادية Physical %Complete

إن طريقة نسبة الإنجاز بالمدة الزمنية (%Complete) هى الطريقة الإفتراضية لحساب تقدم العمل وقياس الإنجاز فى برنامج MS-Project. ولكن على الرغم من أن البرنامج يتيح لنا حساب هذه القيمة بنسبة مئوية من العمل المادى المنجز فعلياً ، إلا أن ذلك يتطلب تعديل نافذة العرض (View) فى العرض Gantt Chart ، وذلك لكى نستطيع إدخال نسب الإنجاز هذه فى عمود خاص. ولتنفيذ ذلك نتبع الخطوات التالية:

١ -فى نافذة العرض Gantt Chart ، نقوم بإدراج عمود Column جديد ، فيظهر صندوق الحوار " تعريف عمود " Column Definition ، ثم نختار من اسم الحقل (Physical % Complete) ، والموضح فى الشكل التالى رقم (13):

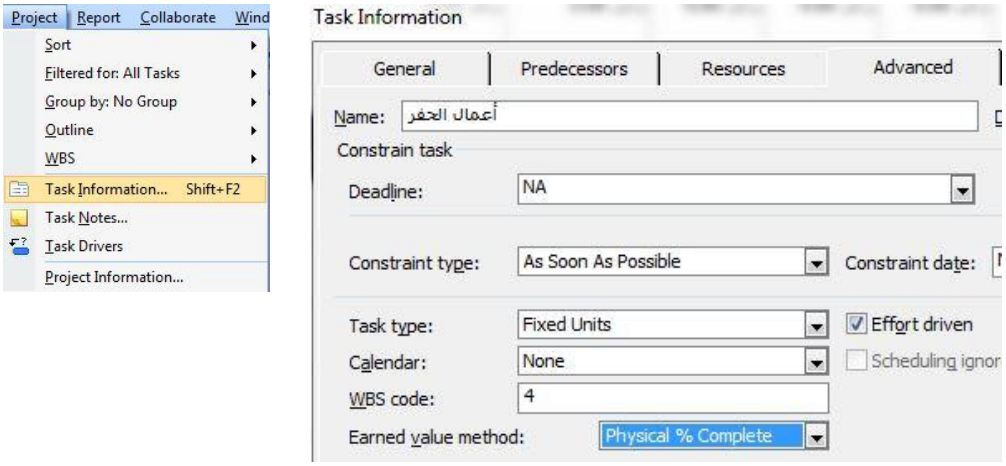


٢ -نقوم بإدخال نسبة الإنجاز المادية (Physical % Complete) كل نشاط فى الحقل المقابل لها.

٣ -بقية الخطوات مشابهة لما هو مذكور فى الطريقة الأولى.

ملاحظة (1):

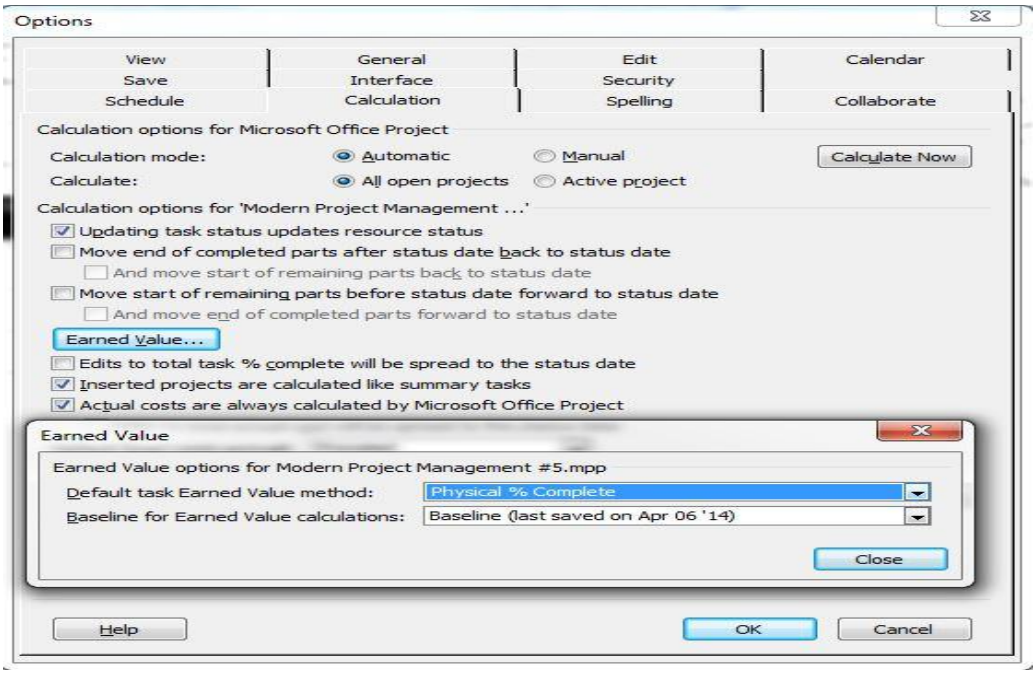
من الممكن تغيير نسبة الإنجاز للنشاطات – بعضها أو كلها – فى المشروع ، ولكن لكل نشاط على حدة ، التى من الواجب اعتبارها أثناء حساب القيم المكتسبة فى صندوق حوار "معلومات النشاط" (Task Information) ، وذلك من الصفحة Advanced Tab ، حسب الشكل التالى:



ولكن من غير الممكن إدخال نسبة الإنجاز كنسبة مئوية بقيمة مادية للعمل المنجز (Physical % Complete) ، فى الصفحة "General Tab" من صندوق الحوار هذا ، كونها مخصصة فى الأساس لإدخال النسبة المئوية للمدة (%Complete) فقط.

ملاحظة (2):

من أجل اختيار أو تعديل طريقة الحساب للقيم المكتسبة فى المشروع ، أو للنشاطات الجديدة بعد التعديل ، من قائمة أدوات (Tools) نختار خيارات (Options) ، ثم "صفحة الحساب" (Calculation Tab) ، ثم الزر (Earned Value) ، فيظهر صندوق حوار القيم المكتسبة ، ثم نختار طريقة الحساب (Physical % Complete) ، انظر الشكل رقم (14).



الشكل رقم (14)

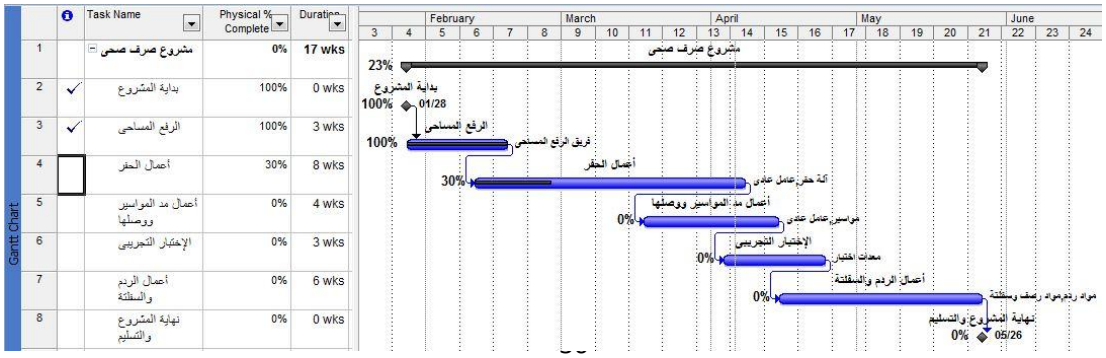
مثال تطبيقى (2) : حساب القيم المكتسبة بطريقة نسب الإنجاز المئوية المادية (Physical % Complete)

سوف نستخدم نفس المثال الوارد فى الفقرة السابقة (فقرة رقم 4-2) ، ولكن سوف نقوم بتعديل طريقة حساب القيم المكتسبة فيه ، حسب الخطوات التالية:

١ -نقوم بإدخال نفس المعلومات الواردة فى المثال (4-2) ، ونقوم بحفظ نسخة من الخطة الأولية (Baseline1) ، بعد تعديل طريقة حساب القيم المكتسبة كما ورد أعلاه.

٢ -نقوم بتحديث معلومات النشاطات (النشاط الأول بنسبة تنفيذ مادية 100% ، والثانى بنسبة 30%) ، وتاريخ الحالة للمشروع 2014/2/28م ، وتواريخ البداية والنهاية الفعلية ، ... إلخ.

٣ -نتبع الخطوات المذكورة أعلاه ، ونقوم بإدخال نسب الإنجاز المئوية المادية الفعلية فى العامود الخاص (Physical % Complete) والذى تم إدراجه فى نافذة العرض Gantt Chart ، ويظهر ذلك فى الشكل التالى رقم (15):



ويظهر من الشكل النسب المئوية المادية للنشاطين (الرفع المساحى) و (الحفر) فى العامود الخاص (Physical % Complete) ، وكذلك فى مخطط المستقيمات Gantt Chart المقابل.

٤ -جدول القيم المكتسبة للمشروع يظهر فى الشكل رقم (17). وبالمقارنة مع تلك الواردة لحل المثال نفسه بالطريقة الأولى ، نجد أن القيم مختلفة ، مما يدل على أنه ليس بالضرورة أن تنطبق نسبة التنفيذ المئوية للمدة على تلك المادية.

		Task Name	Planned Value - PV (BCWS)	Earned Value - EV (BCWP)	AC (ACWP)	SV	CV	EAC	BAC	VAC
1		**مشروع صرف صحى**	**ر.س. 39,870.00**	**ر.س. 16,000.00**	**ر.س. 36,460.00**	**ر.س.(23,870.00)**	**ر.س.(20,460.00)**	**ر.س. 761,330.38**	**ر.س. 334,100.00**	**ر.س.(427,230.38)**
2	✓	بداية المشروع	ر.س. 0.00	ر.س. 0.00	ر.س. 0.00	ر.س. 0.00	ر.س. 0.00	ر.س. 0.00	ر.س. 0.00	ر.س. 0.00
3	✓	الرفع المساحى	ر.س. 16,000.00	ر.س. 16,000.00	ر.س. 16,000.00	ر.س. 0.00	ر.س. 0.00	ر.س. 16,000.00	ر.س. 16,000.00	ر.س. 0.00
4		أعمال الحفر	ر.س. 23,870.00	ر.س. 0.00	ر.س. 20,460.00	ر.س.(23,870.00)	ر.س.(20,460.00)	ر.س. 68,200.00	ر.س. 68,200.00	ر.س. 0.00
5		أعمال مد المواسير ووصلها	ر.س. 0.00	ر.س. 0.00	ر.س. 0.00	ر.س. 0.00	ر.س. 0.00	ر.س. 104,800.00	ر.س. 104,800.00	ر.س. 0.00
6		الإختبار التجريبى	ر.س. 0.00	ر.س. 0.00	ر.س. 0.00	ر.س. 0.00	ر.س. 0.00	ر.س. 7,200.00	ر.س. 7,200.00	ر.س. 0.00
7		أعمال الردم والسفلتة	ر.س. 0.00	ر.س. 0.00	ر.س. 0.00	ر.س. 0.00	ر.س. 0.00	ر.س. 137,900.00	ر.س. 137,900.00	ر.س. 0.00
8		نهاية المشروع والتسليم	ر.س. 0.00	ر.س. 0.00	ر.س. 0.00	ر.س. 0.00	ر.س. 0.00	ر.س. 0.00	ر.س. 0.00	ر.س. 0.00

الشكل رقم (17)

أما بقية طرق قياس تقدم العمل للنشاطات فى المشروع ، فإنه من الضرورى إجراء بعض التعديلات من قبل المستخدم ، كإدخال نشاطات إضافية وتغيير أزمنة استحقاق أو حساب التكلفة الفعلية لتتناسب مع هذه الطرق الواردة أعلاه. وسوف نبين بعضها باختصار.

4-2-3/ الطريقة الثالثة : طريقة النقاط المرحلية الموزونة Weighted Milestones

سوف نبين كيفية استخدام برنامج MS-Project لتطبيق هذه الطريقة من خلال مثال تطبيقى لمشروع تصميم مشروع إنشائى.

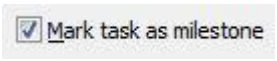
<u>مثال تطبيقى رقم (3):</u>

نفترض مشروع تصميم مشروع إنشائى ، مدته 150 يوماً (30 أسبوعاً) ، وتكلفته 100,000 ريال ، ومكون من النشاطات أو المراحل التالية مع المدة والتكلفة المقدرتين ، وذلك حسب الموضح بالجدول التالى:

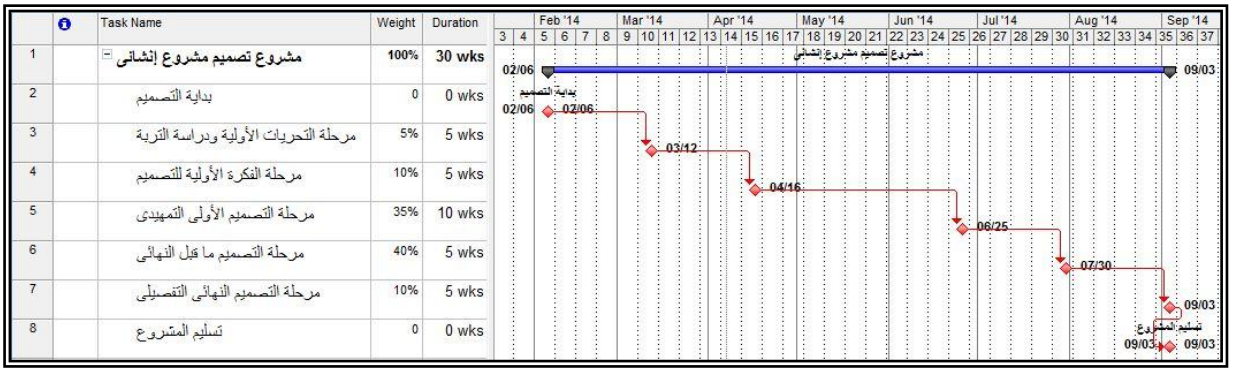
رقم	النشاط	النسبة (الوزن)	المدة (أسبوع)	التكلفة (ريال)
1	التحريات الأولية ودراسة التربة	%5	5	5,000
2	مرحلة الفكرة الأولية للتصميم	%10	5	10,000
3	مرحلة التصميم الأولى (التمهيدى)	%35	10	35,000
4	مرحلة التصميم ما قبل النهائى	%40	5	40,000
5	مرحلة التصميم النهائى (التفصيلى)	%10	5	10,000
الإجمالى		**%100**	**30 أسبوع**	**100,000 ريال**

خطوات الحل باستخدام برنامج MS-Project 2007:

١ -تجزئة نشاط التصميم الكلى إلى النشاطات المكونة له ، ومن ثم ندخل اسم النشاطات مع أزمنتها المقدرة والاعتمادية ، فيظهر مخطط المستقيمات لمشروع التصميم حسب الشكل رقم (18).

٢ -من صندوق الحوار "Task Information" ، نختار 

وذلك لكل الأنشطة ، فيحول شكل المستقيمات إلى شكل النقاط المرحلية "Milestones".



الشكل رقم (18)

٣ -توزيع التكاليف الثابتة (المقدرة) ، حسب نسبها المئوية فى حقل التكاليف الثابتة "Fixed Cost" ، التى هى نسبة مئوية من التكاليف الكلية.

٤ -نحدد لكل نشاط زمن استحقاق أو حساب التكلفة الثابتة "Fixed Cost Accrual" ، على سبيل المثال : نحدد للنشاط الأول زمن الإستحقاق فى بداية النشاط "At Start" ، ولنشاط التصميم الأولى حسب تقدم العمل "Prorated" ، ولبقية النشاطات فى نهايتها "At End" ، وللمشروع ككل حسب تقدم العمل "Prorated" ، والتى يبلغ مجموعها 100,000 ريال.

٥ -نقوم بحفظ نسخة المشروع كخطة أولية ، من قائمة "Tools"ختار "Tracking" ، ثم من القائمة الفرعية نختار الأمر "Save (Set) Baseline" ، حسب الشكل التالى.

	Task Name	Fixed Cost	Fixed Cost Accrual	Total Cost	Baseline	Variance	Actual	Remaining
1	**مشروع تصميم مشروع إنشائى**	**ر.س. 0.00**	**Prorated**	**ر.س. 100,000.00**	**ر.س. 100,000.00**	**ر.س. 0.00**	**ر.س. 0.00**	**ر.س. 100,000.00**
2	بداية التصميم	ر.س. 0.00	Start	ر.س. 0.00	ر.س. 0.00	ر.س. 0.00	ر.س. 0.00	ر.س. 0.00
3	مرحلة التحريات الأولية ودراسة التربة	ر.س. 5,000.00	Start	ر.س. 5,000.00	ر.س. 5,000.00	ر.س. 0.00	ر.س. 0.00	ر.س. 5,000.00
4	مرحلة الفكرة الأولية للتصميم	ر.س. 10,000.00	Start	ر.س. 10,000.00	ر.س. 10,000.00	ر.س. 0.00	ر.س. 0.00	ر.س. 10,000.00
5	مرحلة التصميم الأولى التمهيدى	ر.س. 35,000.00	Prorated	ر.س. 35,000.00	ر.س. 35,000.00	ر.س. 0.00	ر.س. 0.00	ر.س. 35,000.00
6	مرحلة التصميم ما قبل النهائى	ر.س. 40,000.00	End	ر.س. 40,000.00	ر.س. 40,000.00	ر.س. 0.00	ر.س. 0.00	ر.س. 40,000.00
7	مرحلة التصميم النهائى التفصيلى	ر.س. 10,000.00	End	ر.س. 10,000.00	ر.س. 10,000.00	ر.س. 0.00	ر.س. 0.00	ر.س. 10,000.00
8	تسليم المشروع	ر.س. 0.00	End	ر.س. 0.00	ر.س. 0.00	ر.س. 0.00	ر.س. 0.00	ر.س. 0.00

(Set Baseline)

٦ -من قائمة "Project" نختار "Project Information" ، ندخل تاريخ الحالة "Status Date" ، وليكن تاريخ 2014/3/15م.

٧ -نقوم بتحديث النشاطات "Task Update" فى تاريخ الحالة 2014/3/15م ، حسب المعطيات التالية:

رقم	النشاط	نسبة الإنجاز المخططة	نسبة الإنجاز الفعلية	المدة الفعلية	ملاحظات
1	التحريات الأولية ودراسة التربة	% 100	% 100	5 أسابيع	
2	مرحلة الفكرة الأولية للتصميم	% 12	% 5	5 أسابيع	تأخير فى نسبة الإنجاز
	للمشروع ككل	% 19	% 17		

يوضح الشكل (19) جدول الكلفة للمشروع:

		Task Name	Fixed Cost	Fixed Cost Accrual	Total Cost	Baseline	Variance	Actual	Remaining
1		**مشروع تصميم مشروع إنشائى**	**ر.س. 0.00**	**Prorated**	**ر.س. 100,000.00**	**ر.س. 100,000.00**	**ر.س. 0.00**	**ر.س. 15,000.00**	**ر.س. 85,000.00**
2	✓	بداية التصميم	ر.س. 0.00	Start	ر.س. 0.00	ر.س. 0.00	ر.س. 0.00	ر.س. 0.00	ر.س. 0.00
3	✓	مرحلة التحريات الأولية ودراسة التربة	ر.س. 5,000.00	Start	ر.س. 5,000.00	ر.س. 5,000.00	ر.س. 0.00	ر.س. 5,000.00	ر.س. 0.00
4		مرحلة الفكرة الأولية للتصميم	ر.س. 10,000.00	Start	ر.س. 10,000.00	ر.س. 10,000.00	ر.س. 0.00	ر.س. 10,000.00	ر.س. 0.00
5		مرحلة التصميم الأولى التمهيدى	ر.س. 35,000.00	Prorated	ر.س. 35,000.00	ر.س. 35,000.00	ر.س. 0.00	ر.س. 0.00	ر.س. 35,000.00
6		مرحلة التصميم ما قبل النهائى	ر.س. 40,000.00	End	ر.س. 40,000.00	ر.س. 40,000.00	ر.س. 0.00	ر.س. 0.00	ر.س. 40,000.00
7		مرحلة التصميم النهائى التفصيلى	ر.س. 10,000.00	End	ر.س. 10,000.00	ر.س. 10,000.00	ر.س. 0.00	ر.س. 0.00	ر.س. 10,000.00
8		تسليم المشروع	ر.س. 0.00	End	ر.س. 0.00	ر.س. 0.00	ر.س. 0.00	ر.س. 0.00	ر.س. 0.00

وفيه يظهر أن الكلفة الفعلية لنشاط "مرحلة الفكرة الأولية للتصميم" (10,000 ريال) قد تم تسجيلها أو حسابها فى بداية النشاط ، على الرغم من أن نسبة التنفيذ الفعلية 5% فقط ، وذلك لأننا أدخلنا زمن استحقاق التكلفة فى بداية النشاط "Fixed Cost Accrual : Start" كما يتضح من الشكل (19).

نتائج حساب القيم المكتسبة عند تاريخ الحالة 2014/3/15م ، يوضحها الجدول المبين فى الشكل رقم (20) ، وفيه يظهر أن هناك انحرافاً فى الجدولة الزمنية كون نسبة الإنجاز الفعلية فى نشاط "مرحلة الفكرة الأولية للتصميم" 5% ، فى حين أن النسبة المخطط لها يجب أن تكون 12%. ونحصل على الجدول من قائمة "View" ثم "Table" ، ثم "More Tables" ، ثم نختار "Earned Value".

	Task Name	Planned Value - PV (BCWS)	Earned Value - EV (BCWP)	AC (ACWP)	SV	CV	EAC	BAC	VAC
1	**مشروع تصميم مشروع إنشائى**	**ر.س. 5,800.00**	**ر.س. 5,500.00**	**ر.س. 15,000.00**	**(ر.س. 300.00)**	**(ر.س. 9,500.00)**	**ر.س. 272,727.27**	**ر.س. 100,000.00**	**(ر.س. 172,727.27)**
2	بداية التصميم	ر.س. 0.00	ر.س. 0.00	ر.س. 0.00	ر.س. 0.00	ر.س. 0.00	ر.س. 0.00	ر.س. 0.00	ر.س. 0.00
3	مرحلة التحريات الأولية ودراسة التربة	ر.س. 5,000.00	ر.س. 5,000.00	ر.س. 5,000.00	ر.س. 0.00	ر.س. 0.00	ر.س. 5,000.00	ر.س. 5,000.00	ر.س. 0.00
4	مرحلة الفكرة الأولية للتصميم	ر.س. 10,000.00	ر.س. 500.00	ر.س. 10,000.00	(ر.س. 9,500.00)	(ر.س. 9,500.00)	ر.س. 200,000.00	ر.س. 10,000.00	(ر.س. 190,000.00)
5	مرحلة التصميم الأولى التمهيدى	ر.س. 0.00	ر.س. 0.00	ر.س. 0.00	ر.س. 0.00	ر.س. 0.00	ر.س. 35,000.00	ر.س. 35,000.00	ر.س. 0.00
6	مرحلة التصميم ما قبل النهائى	ر.س. 0.00	ر.س. 0.00	ر.س. 0.00	ر.س. 0.00	ر.س. 0.00	ر.س. 40,000.00	ر.س. 40,000.00	ر.س. 0.00
7	مرحلة التصميم النهائى التفصيلى	ر.س. 0.00	ر.س. 0.00	ر.س. 0.00	ر.س. 0.00	ر.س. 0.00	ر.س. 10,000.00	ر.س. 10,000.00	ر.س. 0.00
8	تسليم المشروع	ر.س. 0.00	ر.س. 0.00	ر.س. 0.00	ر.س. 0.00	ر.س. 0.00	ر.س. 0.00	ر.س. 0.00	ر.س. 0.00

الشكل رقم (20)

والأرقام بين الأقواس فى الشكل (2) تعنى أن القيمة سالبة ، أى أنه يوجد انحراف (تأخير) زمنى عن الخطة الأولية ، ويتضح ذلك أكثر فيما لو تم عرض جدول القيم المكتسبة الزمنى ، من قائمة "View" ثم "Table" ، ثم "More Tables" ، ثم نختار " Earned Value Schedule Indicators". ويتضح ذلك من الشكل رقم (21). وفيه نجد أن نسبة التأخير الزمنى (SV%=-5%) ، ودليل أداء الجدولة هو (SPI = 0.95) ، وتاريخ نهاية المشروع 2014/9/14م ، وتفسير ذلك أن برنامج بروجكت يقوم بإعادة حساب مدة نشاط "الفكرة الأولية" الذى حصل فيه تأخير ، ومن ثم يقوم بحساب مدة المشروع ككل ، على ضوء نسبة التنفيذ الفعلية فيه. والمدة الجديدة هى 154 يوماً ، ومدة نشاط "الفكرة الأولية" أصبح 6 أسابيع بدلاً من 5 أسابيع.

	Task Name	Planned Value - PV (BCWS)	Earned Value - EV (BCWP)	SV	SV%	SPI
1	**مشروع تصميم مشروع إنشائى**	**ر.س. 5,800.00**	**ر.س. 5,500.00**	**(ر.س. 300.00)**	**-5%**	**0.95**
2	بداية التصميم	ر.س. 0.00	ر.س. 0.00	ر.س. 0.00	0%	0
3	مرحلة التحريات الأولية ودراسة التربة	ر.س. 5,000.00	ر.س. 5,000.00	ر.س. 0.00	0%	1
4	مرحلة الفكرة الأولية للتصميم	ر.س. 10,000.00	ر.س. 500.00	(ر.س. 9,500.00)	-95%	0.05
5	مرحلة التصميم الأولى التمهيدى	ر.س. 0.00	ر.س. 0.00	ر.س. 0.00	0%	0
6	مرحلة التصميم ما قبل النهائى	ر.س. 0.00	ر.س. 0.00	ر.س. 0.00	0%	0
7	مرحلة التصميم النهائى التفصيلى	ر.س. 0.00	ر.س. 0.00	ر.س. 0.00	0%	0
8	تسليم المشروع	ر.س. 0.00	ر.س. 0.00	ر.س. 0.00	0%	0

الشكل رقم (21)

ويبين الشكل رقم (22) جدول القيم المكتسبة المتعلقة بالتكلفة ، ويظهر فيه زيادة التكاليف الفعلية عن تلك المقدرة (نتيجة زيادة مدة نشاط الفكرة الأولية).

	Task Name	Planned Value - PV (BCWS)	Earned Value - EV (BCWP)	CV	CV%	CPI	BAC	EAC	VAC	TCPI
1	**مشروع تصميم مشروع إنشائى**	**ر.س. 5,800.00**	**ر.س. 5,500.00**	**(ر.س. 9,500.00)**	**-173%**	**0.37**	**ر.س. 100,000.00**	**ر.س. 272,727.27**	**ر.س. (172,727.27)**	**1.11**
2	بداية التصميم	ر.س. 0.00	ر.س. 0.00	ر.س. 0.00	0%	0	ر.س. 0.00	ر.س. 0.00	ر.س. 0.00	0
3	مرحلة التحريات الأولية ودراسة التربة	ر.س. 5,000.00	ر.س. 5,000.00	ر.س. 0.00	0%	1	ر.س. 5,000.00	ر.س. 5,000.00	ر.س. 0.00	1
4	مرحلة الفكرة الأولية للتصميم	ر.س. 10,000.00	ر.س. 500.00	(ر.س. 9,500.00)	-1900%	0.05	ر.س. 10,000.00	ر.س. 200,000.00	ر.س. (190,000.00)	294967295
5	مرحلة التصميم الأولى التمهيدى	ر.س. 0.00	ر.س. 0.00	ر.س. 0.00	0%	0	ر.س. 35,000.00	ر.س. 35,000.00	ر.س. 0.00	1
6	مرحلة التصميم ما قبل النهائى	ر.س. 0.00	ر.س. 0.00	ر.س. 0.00	0%	0	ر.س. 40,000.00	ر.س. 40,000.00	ر.س. 0.00	1
7	مرحلة التصميم النهائى التفصيلى	ر.س. 0.00	ر.س. 0.00	ر.س. 0.00	0%	0	ر.س. 10,000.00	ر.س. 10,000.00	ر.س. 0.00	1
8	تسليم المشروع	ر.س. 0.00	ر.س. 0.00	ر.س. 0.00	0%	0	ر.س. 0.00	ر.س. 0.00	ر.س. 0.00	0

الشكل رقم (22)

لو فرضنا أنه تم تسجيل قياسات القيم المكتسبة بتاريخ 2014/5/30م ، سوف يكون لدينا المعطيات التالية:

رقم	النشاط	نسبة الإنجاز المخططة	نسبة الإنجاز الفعلية	المدة الفعلية	ملاحظات
1	التحريات الأولية ودراسة التربة	% 100	% 100	5 أسابيع	
2	مرحلة الفكرة الأولية للتصميم	% 100	% 100	5 أسابيع	
3	مرحلة التصميم الأولى (التمهيدى)	% 60	% 80		
	للمشروع ككل	% 53	% 61		

يبين الشكل رقم (23) جدول القيم المكتسبة الجديدة للمشروع بتاريخ 2014/5/30م ، وفيه تتضح آلية حساب التكاليف الفعلية لنشاط "التصميم الأولى" حسب نسبة الإنجاز فى النشاط "Prorated" فى الحقل (ACWP) وهو 22,400 ريال ، مع العمل بأن القيمة الفعلية المفترضة فى هذا التاريخ ، وحسب نسبة الإنجاز يجب أن تكون (0.80 × 35,000) = 28,000 ريال ، والسبب فى ذلك أن العمل فى المشروع متقدم على الخطة. ويتضح من هذا الشكل تحسن نتائج المشروع النهائية المتوقعة ، حيث انخفضت نسبة انحراف التكلفة CV نتيجة لزيادة نسبة الإنجاز فى المشروع (الشكل 23 ، 24).

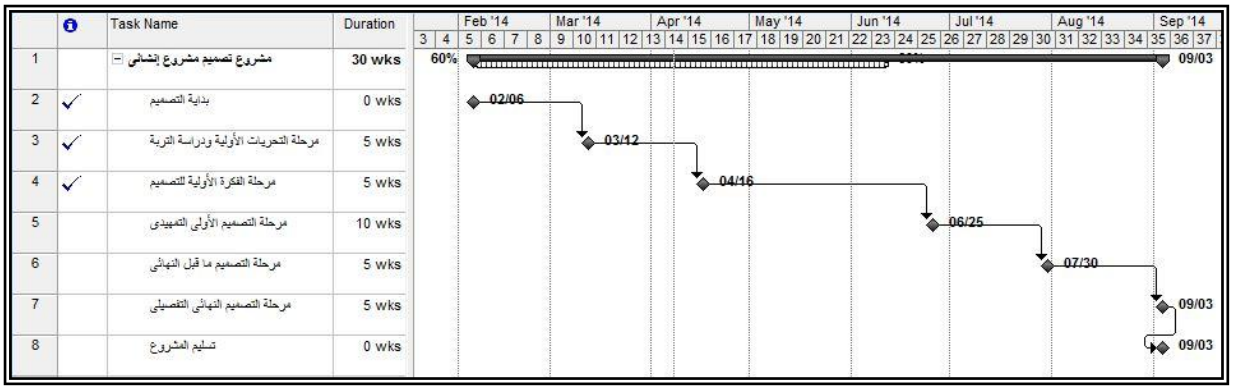
		Task Name	Planned Value - PV (BCWS)	Earned Value - EV (BCWP)	AC (ACWP)	SV	CV	EAC	BAC	VAC
1		**مشروع تصميم مشروع إنشائى**	**ر.س. 37,400.00**	**ر.س. 32,920.00**	**ر.س. 37,400.00**	**(ر.س. 4,480.00)**	**(ر.س. 4,480.00)**	**ر.س. 113,608.75**	**ر.س. 100,000.00**	**(ر.س. 13,608.75)**
2	✓	بداية التصميم	ر.س. 0.00	ر.س. 0.00	ر.س. 0.00	ر.س. 0.00	ر.س. 0.00	ر.س. 0.00	ر.س. 0.00	ر.س. 0.00
3	✓	مرحلة التحريات الأولية ودراسة التربة	ر.س. 5,000.00	ر.س. 5,000.00	ر.س. 5,000.00	ر.س. 0.00	ر.س. 0.00	ر.س. 5,000.00	ر.س. 5,000.00	ر.س. 0.00
4	✓	مرحلة الفكرة الأولية للتصميم	ر.س. 10,000.00	ر.س. 10,000.00	ر.س. 10,000.00	ر.س. 0.00	ر.س. 0.00	ر.س. 10,000.00	ر.س. 10,000.00	ر.س. 0.00
5		مرحلة التصميم الأولى التمهيدى	ر.س. 22,400.00	ر.س. 17,920.00	ر.س. 22,400.00	(ر.س. 4,480.00)	(ر.س. 4,480.00)	ر.س. 43,750.00	ر.س. 35,000.00	(ر.س. 8,750.00)
6		مرحلة التصميم ما قبل النهائى	ر.س. 0.00	ر.س. 0.00	ر.س. 0.00	ر.س. 0.00	ر.س. 0.00	ر.س. 40,000.00	ر.س. 40,000.00	ر.س. 0.00
7		مرحلة التصميم النهائى التفصيلى	ر.س. 0.00	ر.س. 0.00	ر.س. 0.00	ر.س. 0.00	ر.س. 0.00	ر.س. 10,000.00	ر.س. 10,000.00	ر.س. 0.00
8		تسليم المشروع	ر.س. 0.00	ر.س. 0.00	ر.س. 0.00	ر.س. 0.00	ر.س. 0.00	ر.س. 0.00	ر.س. 0.00	ر.س. 0.00

الشكل رقم (23)

	Task Name	Planned Value - PV (BCWS)	Earned Value - EV (BCWP)	CV	CV%	CPI	BAC	EAC	VAC	TCPI
1	**مشروع تصميم مشروع إنشائى**	**ر.س. 37,400.00**	**ر.س. 32,920.00**	**(ر.س. 4,480.00)**	**-14%**	**0.88**	**ر.س. 100,000.00**	**ر.س. 113,608.75**	**(ر.س. 13,608.75)**	**1.07**
2	بداية التصميم	ر.س. 0.00	ر.س. 0.00	ر.س. 0.00	0%	0	ر.س. 0.00	ر.س. 0.00	ر.س. 0.00	0
3	مرحلة التحريات الأولية ودراسة التربة	ر.س. 5,000.00	ر.س. 5,000.00	ر.س. 0.00	0%	1	ر.س. 5,000.00	ر.س. 5,000.00	ر.س. 0.00	1
4	مرحلة الفكرة الأولية للتصميم	ر.س. 10,000.00	ر.س. 10,000.00	ر.س. 0.00	0%	1	ر.س. 10,000.00	ر.س. 10,000.00	ر.س. 0.00	1
5	مرحلة التصميم الأولى التمهيدى	ر.س. 22,400.00	ر.س. 17,920.00	(ر.س. 4,480.00)	-25%	0.8	ر.س. 35,000.00	ر.س. 43,750.00	(ر.س. 8,750.00)	1.36
6	مرحلة التصميم ما قبل النهائى	ر.س. 0.00	ر.س. 0.00	ر.س. 0.00	0%	0	ر.س. 40,000.00	ر.س. 40,000.00	ر.س. 0.00	1
7	مرحلة التصميم النهائى التفصيلى	ر.س. 0.00	ر.س. 0.00	ر.س. 0.00	0%	0	ر.س. 10,000.00	ر.س. 10,000.00	ر.س. 0.00	1
8	تسليم المشروع	ر.س. 0.00	ر.س. 0.00	ر.س. 0.00	0%	0	ر.س. 0.00	ر.س. 0.00	ر.س. 0.00	0

الشكل رقم (24)

ونتيجة لتقدم الإنجاز فى المشروع يكون شكل مخطط مستقيمات (تتبع التنفيذ) Tracking Gantt ، حسب الشكل رقم (25) ، ويتضح أن نسبة الإنجاز 60%.



الشكل رقم (25)

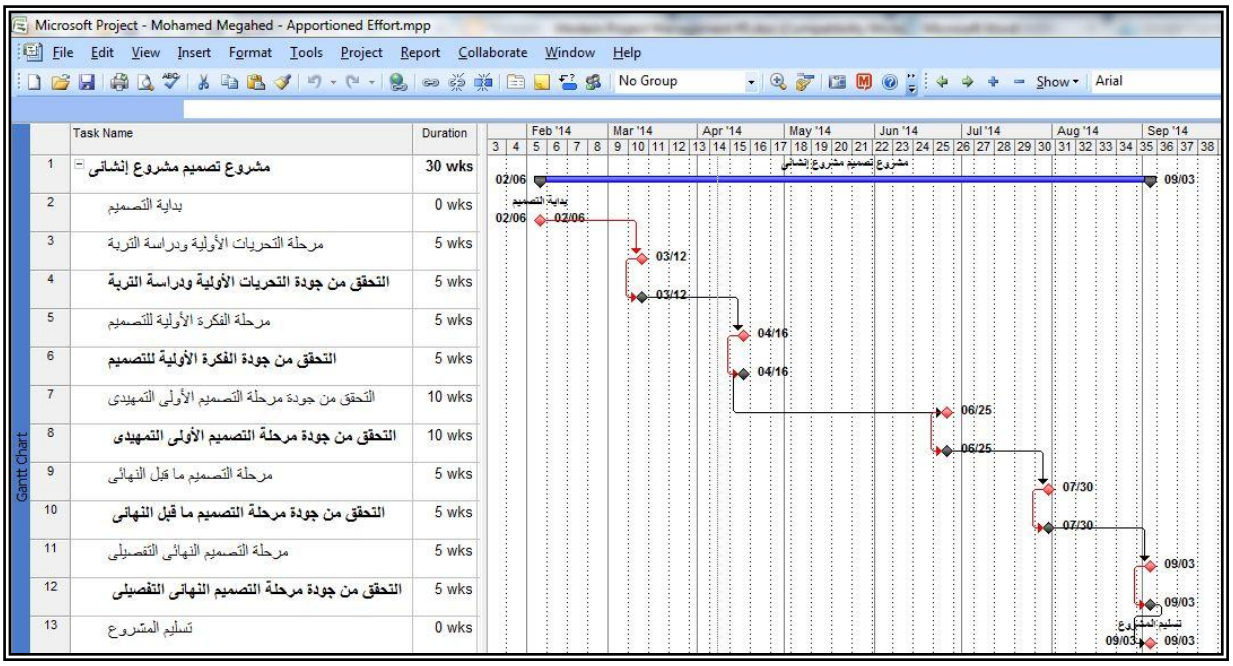
4-2-4/ الطريقة الرابعة : طريقة الجهد المخصص أو الموزع Apportioned Effort

مثال تطبيقى رقم (4):

سوف نبين استخدام هذه الطريقة من خلال المثال التطبيقى رقم (3) لمشروع التصميم أعلاه ، وذلك بإدخال نشاط جديد فى نهاية كل مرحلة من مراحل المشروع ، وهذا النشاط هو تأكيد جودة التصميم فى هذه المرحلة. ومن الجدير بالذكر أننا نفترض هنا أن قياس تقدم العمل (نسبة الإنجاز) فى هذا النشاط سوف يكون من خلال الإنجاز المسجل فى النشاط الرئيسى نفسه ، ويعطى نفس نسبة الإنجاز الجزئية ، كون أنه من الصعوبة بمكان قياس الإنجاز فيه كنشاط مستقل. وبانتهاء المشروع وتسليمه يكون نشاط تأكيد الجودة (Quality Assurance) منتهياً. أى يتم قياس نفس الطريقة لقياس النشاطين.

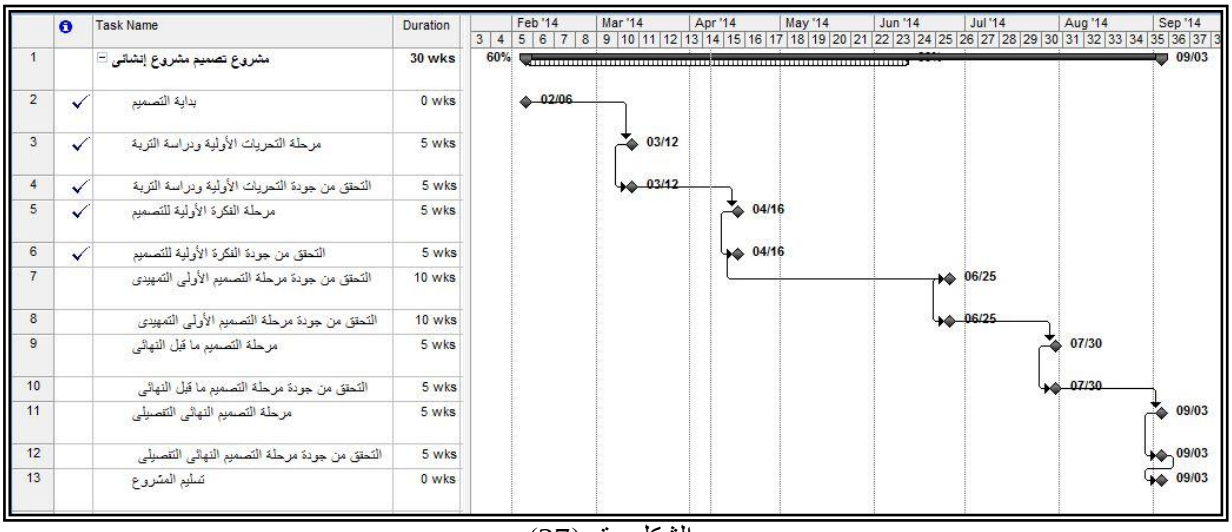
خطوات الحل باستخدام برنامج MS-Project 2007

نقوم بإدخال نشاط جديد باسم "التحقق من الجودة" لجميع نشاطات مشروع التصميم ، له النسبة الوزنية نفسها للنشاط المرتبط به. يوضح الشكل رقم (26) مخطط المستقيمات "Gantt Chart" بعد إدخال نشاط تأكيد الجودة. وفى حالة إدخال أزمنة لنشاطات ضبط الجودة ، يجب تعديل الإعتمادية "Dependency" بين هذه النشاطات والنشاطات الأساسية المرتبطة بها بحيث يصبح من النوع (بداية - بداية) "Start to Start Relationship S-S" ، لكى لا تسهم هذه النشاطات بزيادة مدة المشروع ، فى هذه الحالة نحافظ على مدة المشروع (30 أسبوعاً) أو (150 يوماً) دون زيادة ، والسبب فى ذلك أننا نعتبر أن نشاط تأكيد الجودة متزامن مع النشاط الأساسى المرتبط به ، أما أثناء متابعة المشروع وتسجيل القيم المكتسبة فيه ، فإنه يتم إعطاء هذه النشاطات نسبة التنفيذ نفسها التى تسجل للنشاطات الأساسية المرتبطة به.



الشكل رقم (26)

لو فرضنا أنه تم إجراء قياس للقيم المكتسبة فى 2014/5/30م ، وأدخلنا نفس المعلومات المتعلقة بنسب الإنجاز الفعلية مثل المثال السابق ، فإننا سنحصل على نفس القيم المكتسبة الحسابية ، والنتيجة أن نسبة التنفيذ فى المشروع 60% ، وهذا ما يتضح من الشكل رقم (27) ، الذى يبين مخطط تتبع التنفيذ للمشروع.



الشكل رقم (27)

4-2-5/ الطريقة الخامسة : طريقة مستوى الجهد Level Of Effort (LOE)

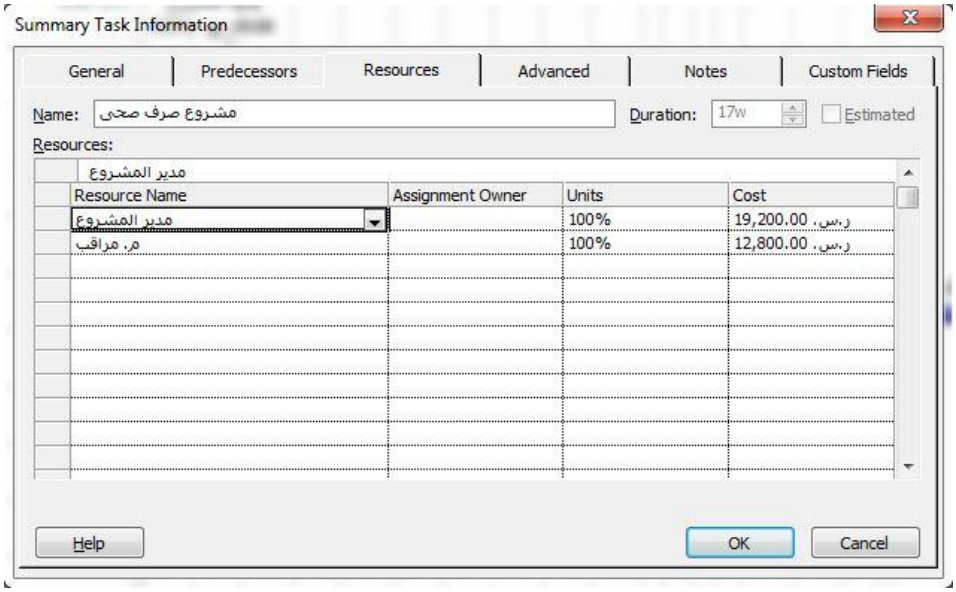
لا يوفر برنامج MS-Project إمكانية جدولة نشاطات من هذا النوع مباشرة ، إذ من الصعب قياس مدى التقدم فيها ، لأنه ليس لها نتائج محددة (نشاطات المراقبة والتنسيق والإجتماعات والمتابعة ، ... إلخ) ، أن الموارد نفسها معينة لعدد كبير من النشاطات فى نفس الوقت (كنشاطات إدارة المشروع ، أو مدير المشروع ، والمراقبين ، .. إلخ) ، ولذلك يتم قياس الوقت المنقضى للموارد المعينة لهذه النشاطات.

مثال تطبيقى رقم (5):

فى المثال رقم (4-2) ، المطلوب تعيين مدير ومراقب للمشروع.

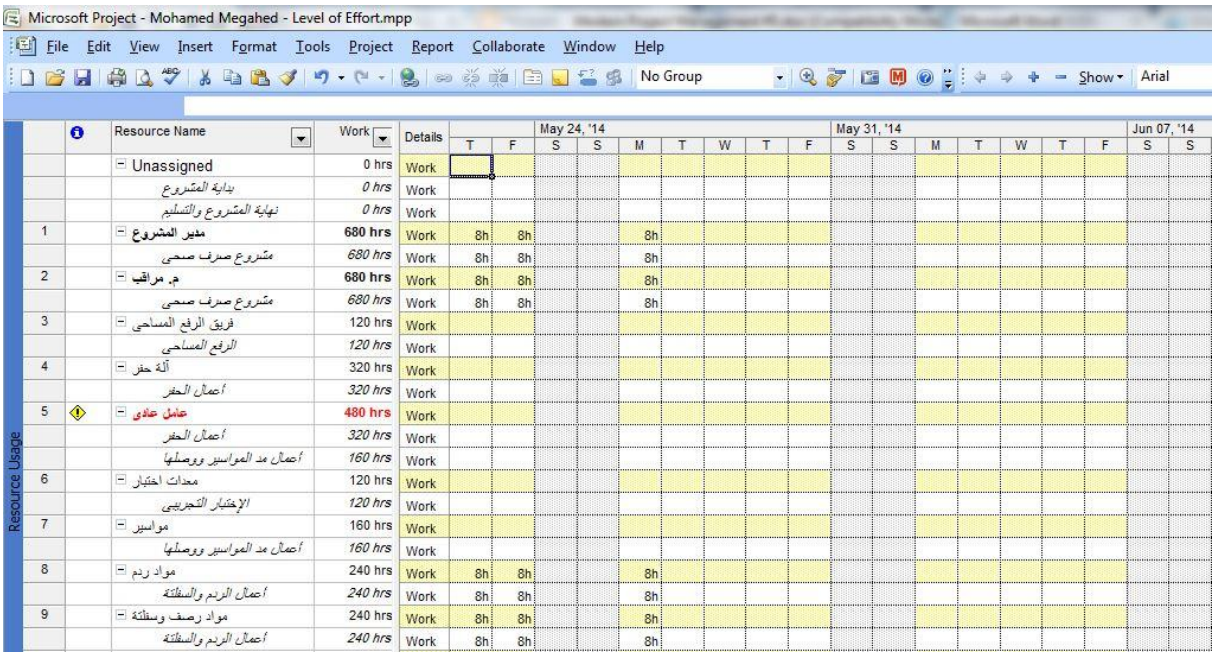
خطوات الحل باستخدام برنامج MS-Project 2007

من أجل تجنب تعيين هذين الموردين لجميع نشاطات المشروع ، باعتبار أن لهما عمل محدد ، ولكن من الصعب تقديره بدقة فى جميع نشاطات المشروع ، إذ يقومان بمتابعة وإدارة جميع نشاطات المشروع ، لذلك سوف نقوم بإدخال نشاط رئيسى "Summary Task" بعنوان (مشروع الصرف الصحى) ، ثم نقوم بتعيين هذين المَوْردَين "Assign Resources" لهذا النشاط ، فيقوم البرنامج بتوزيع تكلفتهما على كامل نشاطات المشروع. يوضح الشكل رقم (28) كيفية تعيين المَوْردَين للنشاط الرئيسى ، الذى هو المشروع ككل ، والتكلفة الواردة هنا هى مجموع تكاليف جميع ساعات عمل هذين الموردين فى المشروع ، وبالتالى فإن قياس جهد كل من مدير المشروع والمراقب يتم من خلال حساب عدد ساعات العمل الفعلية المنصرفة.



الشكل رقم (28)

ويوضح الشكل رقم (29) عدد ساعات العمل للموردين "Resource Usage" (مدير المشروع والمراقب) التى تبلغ 680 ساعة لكل منهما ، وهى تطابق مجموع ساعات العمل فى خطة المشروع نفسه ، وبالتالى فإن أى تغيير فى مدة أى نشاط فى المشروع سوف ينعكس ذلك على عدد ساعات العمل لهذين الموردين.



الشكل رقم (29)

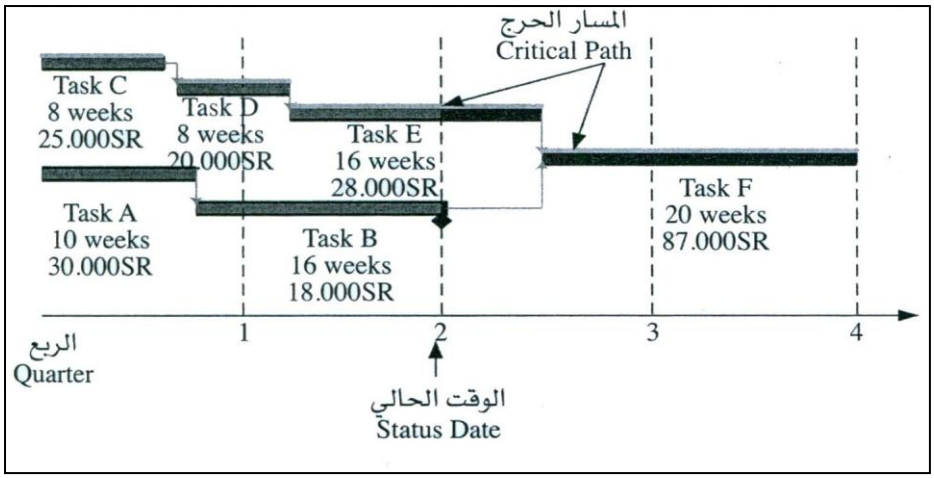
5/ استخدام برنامج Excel لحساب القيم المكتسبة فى المشروع

يعتبر برنامج إكسل من البرامج التطبيقية التى من السهل تطبيقها لحساب القيم المكتسبة للمشروع ، فالبنية الجدولية له تتوافق مع طريقة حساب القيم المكتسبة. غير أن استخدام برنامج Excel يكون مناسباً أكثر للمشاريع البسيطة التى تتألف من عدة نشاطات ، أما فى حالة المشاريع المعقدة من حيث عدد النشاطات وكثرة التداخل الإعتمادية بينها ، وإضافة وتخصيص الموارد ، وحساب التكاليف ، .. إلخ ، فإنه من غير المناسب استخدام إكسل فى هذه النوعية من المشاريع. مع أنه من حيث المبدأ من الممكن تطبيق ذلك ، بشرط تجهيز البيانات بما يتناسب مع شكل المعطيات المدخلة فى نموذج الحساب المستخدم. إذ من الضرورى بمكان تجهيز قيم نسب الإنجاز المخطط لها والفعلية لكل نشاط ، إضتفة إلى تحديد تكاليف الخطة والتكاليف الفعلية لكل نشاط ، أو على الأقل القيم الثلاثة الأساسية (المخطط لها ، المكتسبة ، الفعلية) ، بالإضافة إلى قيمة الموازنة الكلية المقررة للخطة (BAC).

سوف نبين كيفية تطبيق برنامج إكسل لحساب القيم المكتسبة من خلال تطبيق عملى.

<u>مثال تطبيقى رقم (6):</u>

لنأخذ المعلومات الموضحة فى مخطط المستقيمات التالى:



الشكل رقم (3) / (مخطط المستقيمات "Gantt" Chart للمثال التطبيقى رقم 6)

وسوف نقوم بإجراء قياسات القيم المكتسبة أربع مرات ، خلال تنفيذ المشروع (فى نهاية كل ربع) ، وذلك لمقارنة نتائج المشروع النهائية (تحليل التنبؤ) وتطوراته مع الخطة الأولية له. يبين الشكل رقم (30) مخطط مستقيمات الخطة الأولية للمشروع ، وفيه تظهر مدة كل نشاط وتكلفته (بالريال) حسب هذه الخطة.

ويبين الجدول رقم (4) المعلومات المسجلة للنشاطات فى المشروع فى نهاية كل ربع (تقرير التكلفة).

الجدول رقم (4) سجل القياسات فى المشروع فى نهاية كل ربع:

تاريخ القياس	النشاط	نسبة الإنجاز %		التكلفة (ريال)	
		مخططة	فعلية	مخططة	فعلية
الربع الأول Quarter (1)	A	100%	100%	30,000	31,000
	B	20%	25%	18,000	25,333
	C	100%	100%	25,000	25,000
	D	60%	70%	20,000	20,000
الربع الثانى Quarter (2)	A	100%	100%	30,000	31,000
	B	93%	75%	18,000	25,333
	C	100%	100%	25,000	25,000
	D	100%	100%	20,000	20,000
	E	57%	25%	28,000	30,000
الربع الثالث Quarter (3)	A	100%	100%	30,000	31,000
	B	100%	100%	18,000	25,333
	C	100%	100%	25,000	25,000
	D	100%	100%	20,000	20,000
	E	100%	100%	28,000	30,000
	F	40%	10%	87,000	90,000
الربع الرابع Quarter (4)	A	100%	100%	30,000	31,000
	B	100%	100%	18,000	25,333
	C	100%	100%	25,000	25,000
	D	100%	100%	20,000	20,000
	E	100%	100%	28,000	30,000
	F	100%	80%	87,000	90,000
الربع الخامس Quarter (5)	A	100%	100%	30,000	31,000
	B	100%	100%	18,000	25,333
	C	100%	100%	25,000	25,000
	D	100%	100%	20,000	20,000
	E	100%	100%	28,000	30,000
	F	100%	100%	87,000	95,000

وتوضح الجداول أرقام (5،6،7،8) نتائج الحساب فى نهاية كل ربع للمثال التطبيقى رقم (6). كما توضح الأشكال من (31) إلى (40) نتائج الحسابات بشكل بيانى أو تخطيطى.

الجدول رقم (5) نتائج حساب القيم المكتسبة الأساسية حسب نسب الإنجاز المسجلة:

Measurement Time	Activity	Baseline Data			Performance Data		Actual Cost	
		% Complete	Budget Cost	PV [1] (BCWS)	% Complete	EV [2] (BCWP)	Actual Cost	AC [3] (ACWP)
Quarter (1)	A	100%	30,000	30,000	100%	30,000	30,000	30,000
	B	20%	18,000	3,600	25%	4,500	16,000	4,000
	C	100%	25,000	25,000	100%	25,000	25,000	25,000
	D	60%	20,000	12,000	70%	14,000	18,000	12,600
Accumulative				**70,600**		**73,500**		**71,600**
Quarter (2)	A	100%	30,000	30,000	100%	30,000	30,000	30,000
	B	93%	18,000	16,740	75%	13,500	25,333	19,000
	C	100%	25,000	25,000	100%	25,000	25,000	25,000
	D	100%	20,000	20,000	100%	20,000	20,000	20,000
	E	57%	28,000	15,960	25%	7,000	30,000	7,500
Accumulative				**107,700**		**95,500**		**101,500**
Quarter (3)	A	100%	30,000	30,000	100%	30,000	31,000	31,000
	B	100%	18,000	18,000	100%	18,000	25,333	25,333
	C	100%	25,000	25,000	100%	25,000	25,000	25,000
	D	100%	20,000	20,000	100%	20,000	20,000	20,000
	E	100%	28,000	28,000	100%	28,000	30,000	30,000
	F	40%	87,000	34,800	10%	8,700	90,000	9,000
Accumulative				**155,800**		**129,700**		**140,333**
Quarter (4)	A	100%	30,000	30,000	100%	30,000	31,000	31,000
	B	100%	18,000	18,000	100%	18,000	25,333	25,333
	C	100%	25,000	25,000	100%	25,000	25,000	25,000
	D	100%	20,000	20,000	100%	20,000	20,000	20,000
	E	100%	28,000	28,000	100%	28,000	30,000	30,000
	F	100%	87,000	87,000	80%	69,600	90,000	72,000
Accumulative				**208,000**		**190,600**		**203,333**
Quarter (5)	A	100%	30,000	30,000	100%	30,000	31,000	31,000
	B	100%	18,000	18,000	100%	18,000	25,333	25,333
	C	100%	25,000	25,000	100%	25,000	25,000	25,000
	D	100%	20,000	20,000	100%	20,000	20,000	20,000
	E	100%	28,000	28,000	100%	28,000	30,000	30,000
	F	100%	87,000	87,000	100%	87,000	95,000	95,000
Accumulative				**208,000**		**208,000**		**226,333**

[1] PV (BCWS) = % Complete (Baseline Data) * Budget Cost
[2] EV (BCWP) = % Complete (Performance Data) * Budget Cost
[3] AC (ACWP) = % Complete (Performance Data) * Actual Cost

الجدول رقم (6) القيم الأساسية للقيم المكتسبة ، مع القيم المتعلقة بالزمن:

Quarter	القيم المكتسبة الأساسية Baseline Metrics Measurement				القيم التراكمية للقيم الأساسية Cumulative Measurements			انحرافات القيم المكتسبة EV Variances				مؤشرات القيم المكتسبة EV Indices	
	PV	EV	AC	BAC	Cum PV	Cum EV	Cum AC	SV	CV	% SV	% CV	SPI	CPI
								EV-PV	EV-AC	SV/PV	CV/EV	EV/PV	EV/AC
1	70,600	73,500	71,600	208,000	70,600	73,500	71,600	2,900	1,900	4.11%	2.59%	1.04	1.03
2	107,700	95,500	101,500	208,000	107,700	95,500	101,500	-12,200	-6,000	-11.33%	-6.28%	0.89	0.94
3	155,800	129,700	140,333	208,000	155,800	129,700	140,333	-26,100	-10,633	-16.75%	-8.20%	0.83	0.92
4	208,000	190,600	203,333	208,000	208,000	190,600	203,333	-17,400	-12,733	-8.37%	-6.68%	0.92	0.94
5	208,000	208,000	226,333	208,000	208,000	208,000	226,333	0	-18,333	0.00%	-8.81%	1.00	0.92

ويوضح الجدول التالى الصيغ الرياضية والمعادلات المستخدمة فى حساب القيم المكتسبة فى الجدول أعلاه:

التسمية أو الرمز	الصيغة الرياضية
الميزانية الكلية Planned Budget	مجموع تكاليف نشاطات المشروع المقدرة Budget At Completion
القيمة المخطط لها **(PV)**	PV= (baseline cost * baseline hours activity duration)
القيمة المكتسبة **(EV)**	EV= (baseline cost * actual duration)
الكلفة الفعلية **(AC)**	AC = (actual cost*actual duration)
انحراف الجدولة **(SV)**	Schedule Variance (SV) = EV-PV
انحراف التكلفة **(CV)**	Cost Variance (CV) = EV-AC
نسبة انحراف الجدولة **(SV %)**	SV % = SV*100/PV
نسبة انحراف التكلفة **(CV %)**	CV % = CV*100/EV
مؤشر أداء الجدول الزمنى **(SPI)**	SPI = EV / PV
مؤشر أداء التكلفة **(CPI)**	CPI = EV / AC

الجدول رقم (7) القيم الأساسية للقيم المكتسبة ، مع القيم المتعلقة بالتكلفة:

Quarter	القيم المكتسبة الأساسية Baseline Metrics Measurement				انحراف ومؤشر التكلفة Cost Variance			انحراف الجدولة	تقديرات تكلفة الإنجاز (EAC) Estimate At Completion			انحراف تكلفة الإنجاز (VAC) Variance At Completion		
	PV	EV	AC	BAC	CV	% CV	CPI	SPI	Best Case	Most Likely	Worst Case	VAC = BAC - EAC		
					EV-AC	CV/EV	EV/AC	EV/PV	1	2	3	1	2	3
1	70,600	73,500	71,600	208,000	1,900	2.59%	1.03	1.04	206,100	202,623	197,454	1,900	5,377	10,546
2	107,700	95,500	101,500	208,000	-6,000	-6.28%	0.94	0.89	214,000	221,068	236,342	-6,000	-13,068	-28,342
3	155,800	129,700	140,333	208,000	-10,633	-8.20%	0.92	0.83	218,633	225,052	242,100	-10,633	-17,052	-34,100
4	208,000	190,600	203,333	208,000	-12,733	-6.68%	0.94	0.92	220,733	221,895	223,590	-12,733	-13,895	-15,590
5	208,000	208,000	226,333	208,000	-18,333	-8.81%	0.92	1.00	226,333	226,333	226,333	-18,333	-18,333	-18,333

ويوضح الجدول التالى الصيغ الرياضية والمعادلات المستخدمة فى حساب القيم المكتسبة فى الجدول أعلاه:

التسمية أو الرمز	الصيغة الرياضية
تقدير كلفة الإنجاز الكلى Estimate At Completion **(EAC)**	EAC = AC + (BAC-EV) "Best Case"
EAC (التقدير المتفائل) التقدير لكلفة الإنجاز الكلية (التقدير الأكثر احتمالاً)	**EAC** = AC + ETC Estimate To Complete **ETC** = (BAC-EV)/CPI **EAC** = BAC/CPI "Most Likely"
EAC (التقدير المتشائم) لكلفة الإنجاز الكلية	**EAC** = AC + ETC Estimate To Complete **ETC** = (BAC-EV)/(CPI*SPI) "Worst Case"
الانحراف فى قيمة الإنجاز **(VAC)** Variance At Completion	**VAC = BAC - EAC**

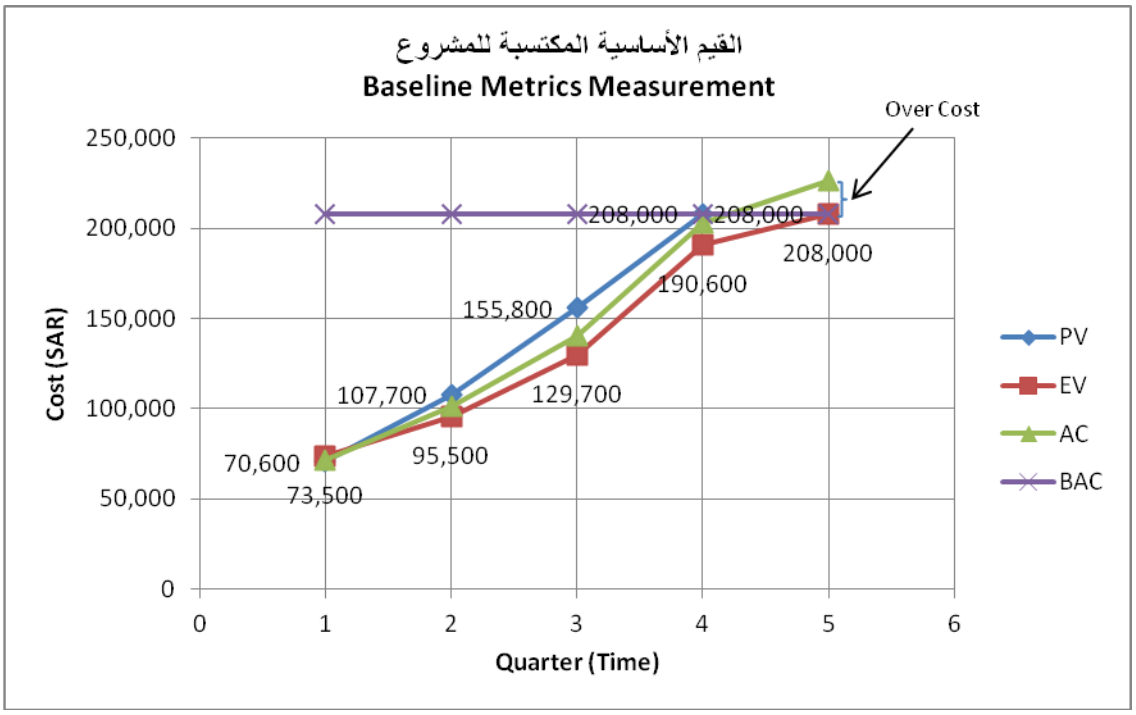
الجدول رقم (8) القيم الأساسية للقيم المكتسبة ، مع النتائج النهائية المتوقعة Forecasting Results:

Quarter	القيم المكتسبة الأساسية Baseline Metrics Measurement				انحراف التكلفة	انحراف الجدولة	تقديرات الأعمال المتبقية Estimate To Complete		دليل إنجاز الأعمال المتبقية To Complete Performance Index TCPI		
	PV	EV	AC	BAC	CPI	SPI	ETC		TCPI (BAC)	TCPI (EAC)	
					EV/AC	EV/PV	1	2	1	2.1	2.2
1	70,600	73,500	71,600	208,000	1.03	1.04	131,023	125,854	0.99	1.03	1.07
2	107,700	95,500	101,500	208,000	0.94	0.89	119,568	134,842	1.06	0.94	0.83
3	155,800	129,700	140,333	208,000	0.92	0.83	84,719	101,767	1.16	0.92	0.77
4	208,000	190,600	203,333	208,000	0.94	0.92	18,562	20,257	3.73	0.94	0.86
5	208,000	208,000	226,333	208,000	0.92	1.00	0	0	0.00	-	-

ويوضح الجدول التالى الصيغ الرياضية والمعادلات المستخدمة فى حساب القيم المكتسبة فى الجدول أعلاه:

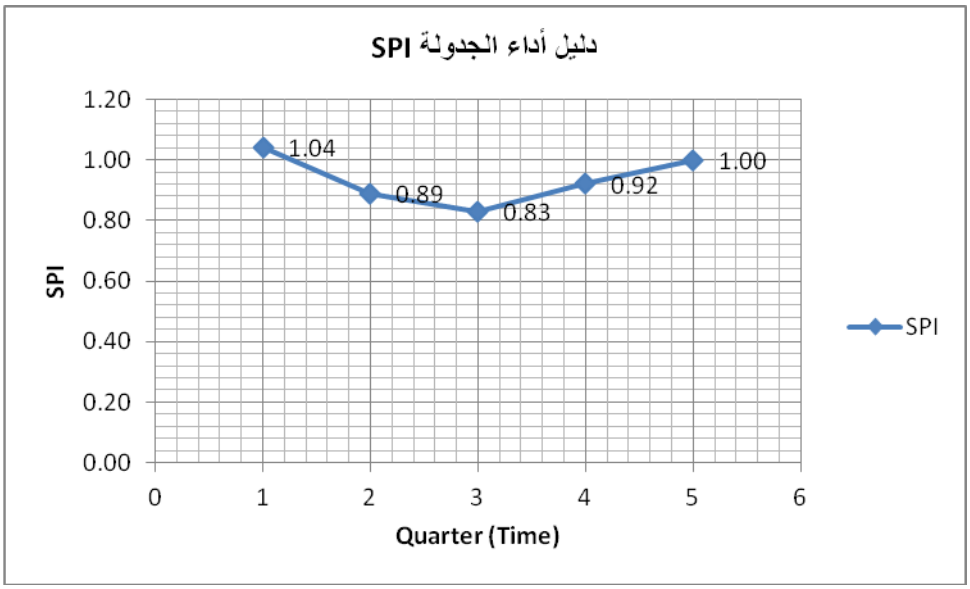
التسمية أو الرمز	الصيغة الرياضية
تقديرات الأعمال المتبقية **ETC**	Estimate To Complete **ETC** = (BAC-EV)/CPI
تقديرات الأعمال المتبقية **ETC**	Estimate To Complete **ETC** = (BAC-EV)/(CPI*SPI)
دليل إنجاز الأعمال المتبقية فى المشروع (TCPI) To Complete Performance Index	$TCPI = \frac{\text{Work Remaining (BAC-EV)}}{\text{Funds Remaining (BAC-AC)}}$ $TCPI = \frac{\text{Work Remaining (BAC-EV)}}{\text{Funds Remaining (EAC-AC)}}$ $TCPI = \frac{\text{Work Remaining (BAC-EV)}}{\text{ETC}}$

الشكل رقم (31) المخطط البيانى للقيم المكتسبة الأساسية فى المشروع:



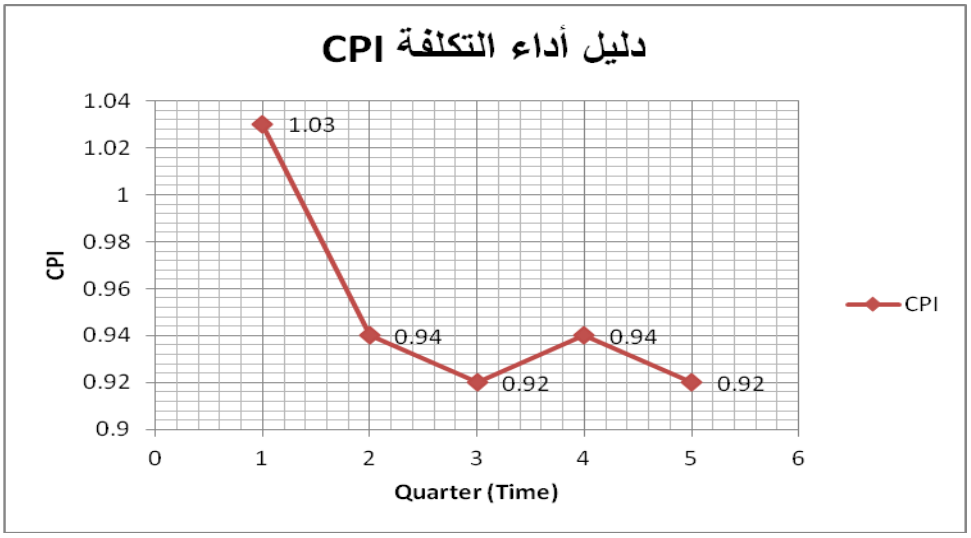
ويظهر من الشكل أعلاه مقدار التأخير الزمنى الحاصل ومقدار زيادة التكلفة ، وهو الفرق بين القيمة المخطط لها والقيمة المكتسبة.

الشكل رقم (32) المخطط البيانى لدليل أداء الجدولة الزمنية (SPI) فى المشروع:



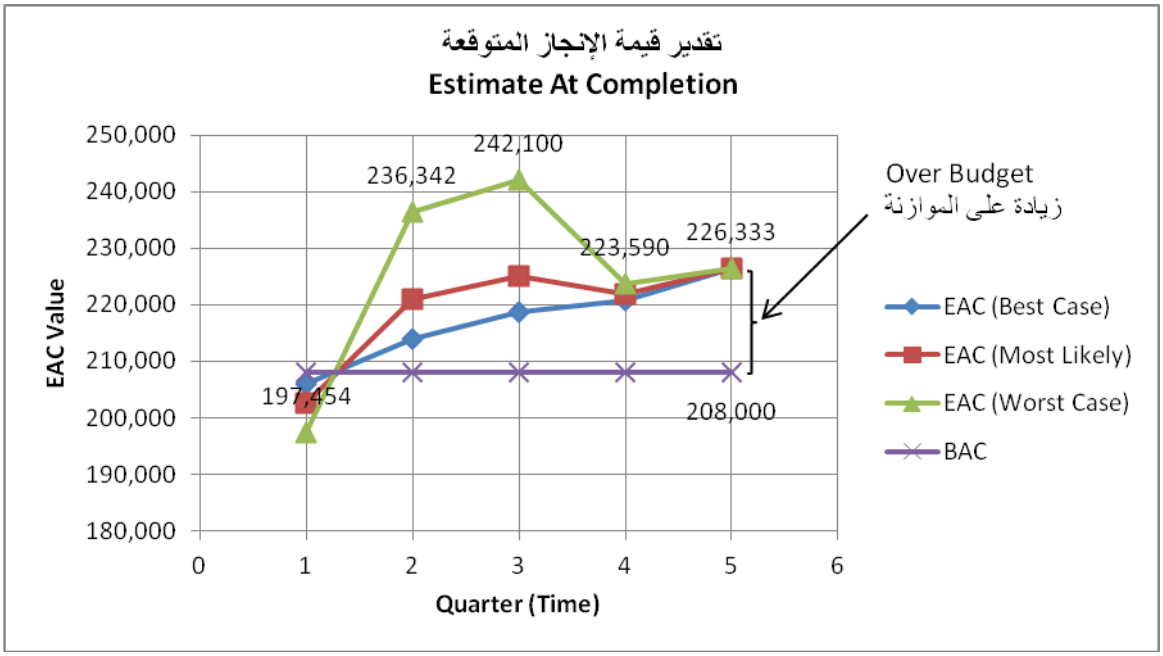
من الشكل نرى أن فعالية الجدولة الزمنية فى الربع الأول أفضل (SPI=1.04) أكبر من الواحد ، ثم تبدأ هذه الفعالية بالإنخفاض تدريجياً ، وأسوأ قيمة لها فى الربع الثالث (SPI=0.83).

الشكل رقم (33) المخطط البيانى لدليل أداء التكلفة (CPI) فى المشروع:



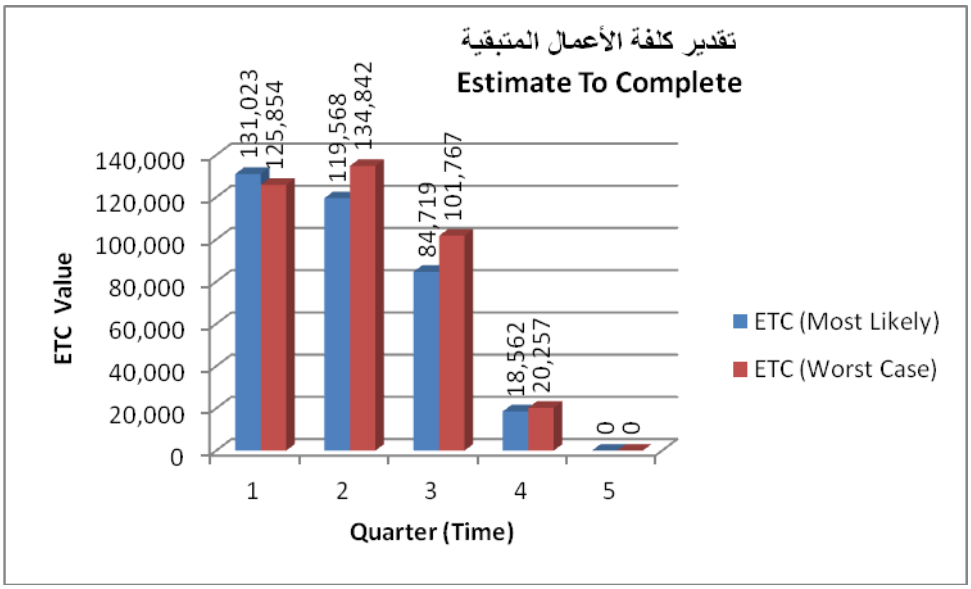
من الشكل نرى أن فعالية أداء التكلفة فى الربع الأول أفضل (CPI=1.03) أكبر من الواحد ، ثم تبدأ هذه الفعالية بالإنخفاض تدريجياً ، وأسوأ قيمة لها فى الربع الثالث ، والخامس (CPI=0.92).

الشكل رقم (34) المخطط البيانى لمؤشر إنحراف التكلفة (EAC) فى المشروع:



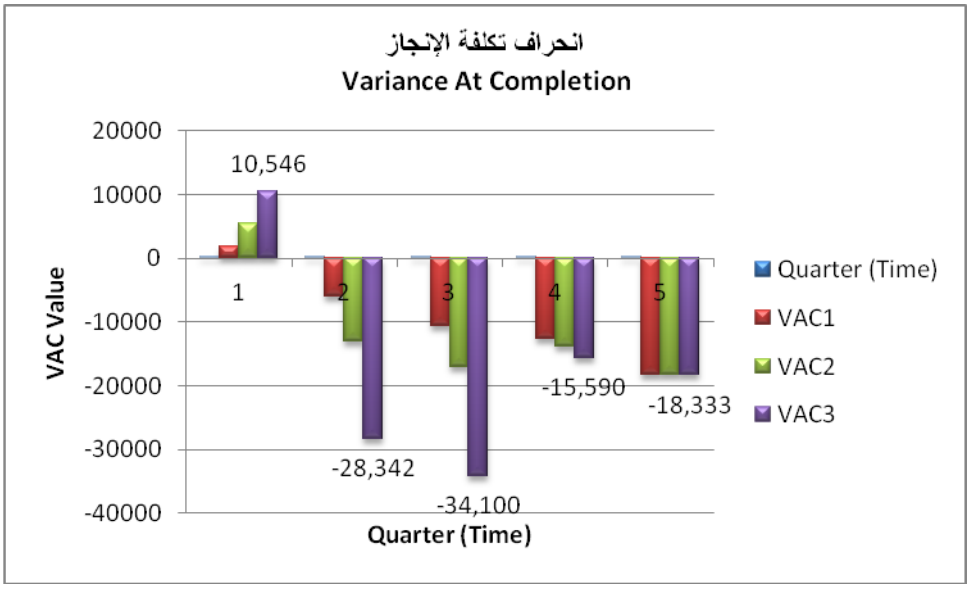
يظهر من الشكل (34) أن التقدير المتوقع لتكلفة المشروع يزيد عن الموازنة الأساسية وخاصة فى الربع الثالث ، أما فى الربع الأول فكان المتوقع أن تقل التكلفة النهائية للمشروع عن الموازنة.

الشكل رقم (35) المخطط البيانى لتقدير قيمة الأعمال المتبقية (ETC) فى المشروع فى كل ربع للتقدير الأكثر احتمالاً ، والتقدير الأسوأ:



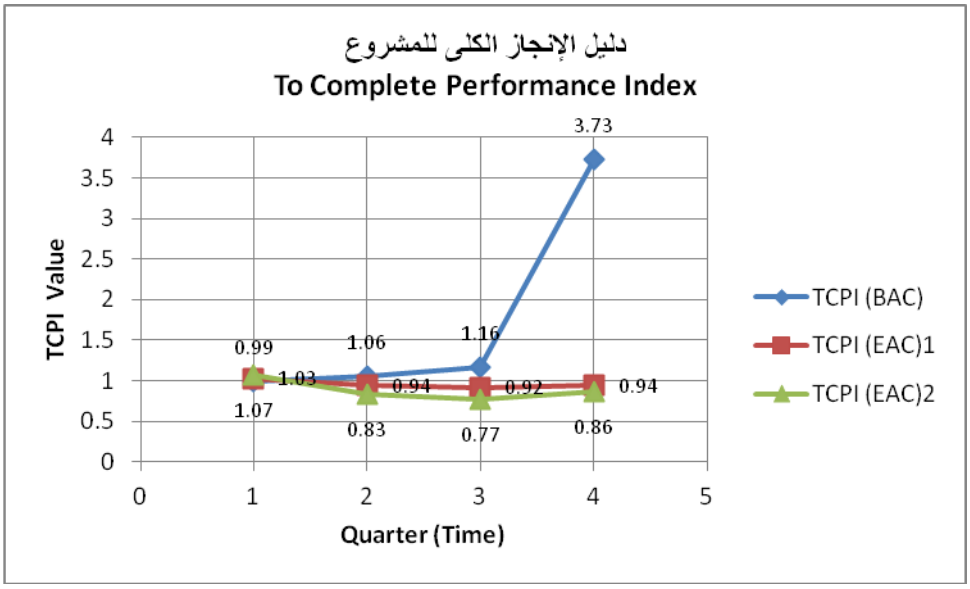
الشكل رقم (36) المخطط البيانى لتقدير انحراف التكلفة عند نهاية المشروع (VAC) فى المشروع:

وهذا التقدير فى كل ربع ، وفقاً للحالات الثلاثة لتقدير تكلفة الإنجاز EAC (التقدير المتفائل ، الأكثر احتمالاً ، والتقدير الأسوأ):



ملاحظة على الشكل رقم (36): من الشكل نرى أن انحراف تكلفة المشروع المقدرة فى الربع الأول هى أقل من الموازنة وذلك للتقديرات الثلاثة.

الشكل رقم (37) المخطط البيانى لدليل الإنجاز الكلى للمشروع (TCPI) "التنبؤ بالنتيجة النهائية":



ويظهر من الشكل (37) أن هناك تقارباً فى القيم فى كل ربع ، ماعدا القيمة (3.73) فى الربع الرابع ، وذلك عند الحساب بطريقة TCPI = (BAC-EV) / (BAC-AC) ، ومن الواضح أنها قيمة شاذة ولا يمكن الأخذ بها على الرغم من صحة الحساب. وعليه فمن الضرورى مقارنة القيم مع بعضها البعض وتقييمها منطقياً وإحصائياً.

قائمة المراجع List of References

١. أ.د. / محمد حسن شعبان. **الإدارة الحديثة للمشاريع باستخدام القيم المكتسبة**. (2012) ، – مكتبة الملك فهد الوطنية ، الرياض - السعودية.

٢. نصير، إبراهيم عبد الرشيد. (2006)، **إدارة مشروعات التشييد**. دار النشر للجامعات، ط 2، القاهرة، مصر.

الرسائل الجامعية والأطروحات Thesis and Dissertation

المراجع الأجنبية Foreign References

1. PMI : A Guide to The Project Management Body of Knowledge (**PMBOK® Guide**)، 5th edition – An American National Standard.
2. **Practice Standard for Earned Value Management**. PMI (second edition) (2011).
3. TURNER, J.R. (1993). **The handbook of project-based management: Improving the processes of achieving strategic objectives**. London: McGraw-Hill.