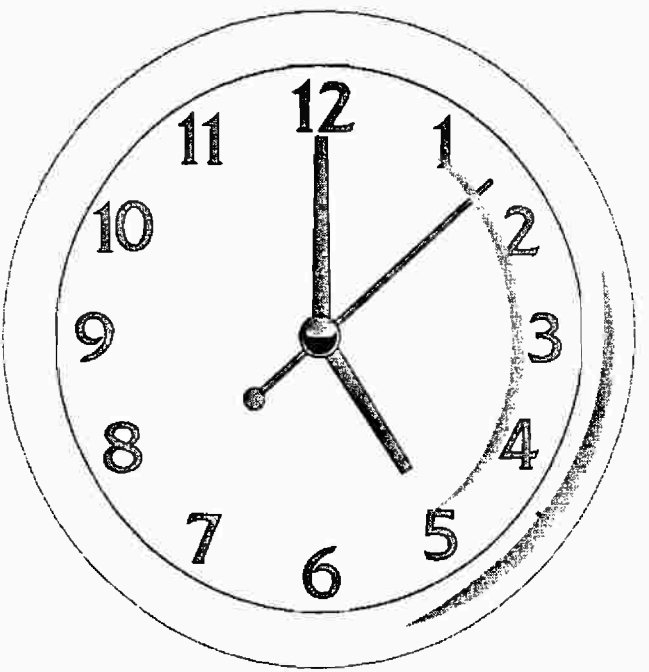
الفصل السادس

إدارة وقت المشروع



(6) الفصل السادس

إدارة وقت المشروع

Project Time Management

تتضمن إدارة وقت المشروع العمليات المطلوبة لضمان إنهاء المشروع في التوقيت المخطط . يوفر الشكل 1-6 رؤية شاملة حول الموضوعات الرئيسية التالية :

6.1 **تحديد النشـــاط** : تعيين النشاطات التي يجب أداؤها لإنتاج مخرجات المشروع المختلفة .

6.2 **تتابع النشاط** : تعيين وتوثيق الاعتمادية التفاعلية .

6.3 **تقدير فترة النشاط** : تقدير عدد فترات العمل التي سوف تكون لازمة للانتهاء من أنشطة المشروع .

6.4 **تطوير الجدول الزمني** : تحليل تتابع الأنشطة ، الفترات الزمنية للأنشطة ، ومتطلبات الموارد لإنشاء الجدول الزمني للمشروع .

6.5 **الرقابة على الجدول الزمني** : مراقبة التغيرات المتعلقة بالجدول الزمني للمشروع .

تتفاعل هذه العمليات بعضها مع البعض الآخر ، ومع العمليات في مجالات المعرفة الأخرى أيضًا . قد تستلزم كل عملية بذل المجهود من واحد أو أكثر من الأفراد أو الجماعات استنادًا إلى احتياجات المشروع . عامة ، تحدث كل عملية مرة على الأقل في كل مرحلة من مراحل المشروع .

على الرغم من أن العمليات تقدم هنا على أساس العناصر المنفصلة مع تداخل محدد بصورة جيدة ، ولكنه من الناحية العملية ، فإنها تتفاعل بطرق ليس هنا مجال تفصيلها . يناقش تفاعل العملية تفصيليًا في الفصل الثالث .

شكل رقم 1-6

رؤية شاملة حول إدارة وقت المشروع

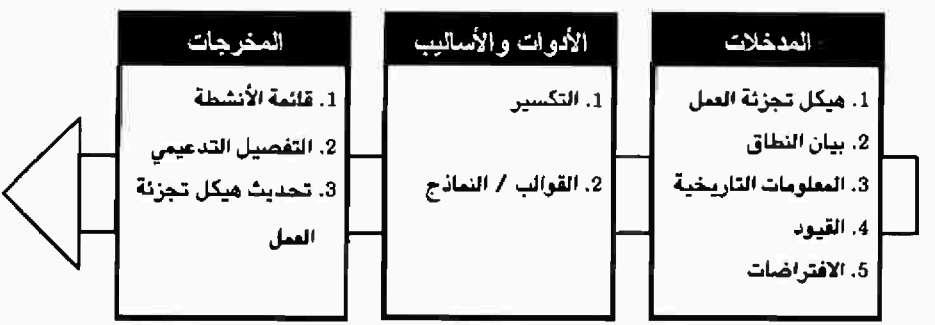
في بعض المشروعات وخاصة الصغيرة منها نجد أن تتابع الأنشطة ، تقدير الفترة الزمنية للنشاط ، وتطوير الجدول الزمني مترابطة بإحكام شديد إلى حد أنها ترى كما لو كانت عملية واحدة (قد يقوم بأدائها فرد واحد على مدى فترة زمنية قصيرة نسبيًا) . إنها تقدم هنا كعمليات متميزة لأن أدوات وأساليب كل منها مختلفة .

حاليًا ، لا يوجد اتفاق داخل مهنة إدارة المشروع حول العلاقة بين الأنشطة والمهام :

- في كثير من مجالات التطبيق ينظر إلى الأنشطة على أنها تتكون من مهام وظيفية . هذا هو الاستخدام الأكثر شيوعًا والأكثر تفضيلاً أيضًا .
- في مجالات أخرى ، ينظر إلى المهام الوظيفية على أنها تتكون من أنشطة . ومع ذلك ، إن الاعتبار المهم ليس في المصطلح المستخدم ، ولكن فيما إذا كان العمل المطلوب أداؤه تم وصفه بدقة وقد فهمه أولئك الذين يجب أن يؤدوه .

6.1 تحديد النشاط

يستلزم تحديد النشاط تعيين وتوثيق الأنشطة التي يجب أداؤها لكي تنتج المخرجات الأساسية والمخرجات الفرعية المحددة في هيكل تجزئة العمل . توجد حاجة ضمنية في هذه العملية لتحديد الأنشطة التي تلبي متطلبات أهداف المشروع .



6.1.1 مدخلات تحديد النشاط

1. **هيكل تجزئة العمل** : يعتبر هيكل تجزئة العمل مدخلاً رئيسيًا إلى تحديد النشاط (انظر القسم 5.3.3.1 لمزيد من مناقشة WBS) .

2. **بيان النطاق** : يجب أن يؤخذ في الاعتبار تبرير المشروع وأهداف المشروع الواردة في بيان النطاق بصورة صريحة أثناء تحديد النشاط . (انظر القسم 5.2.3.1 لمزيد من مناقشة بيان النطاق) .

3. **المعلومات التاريخية** : يجب الأخذ في الاعتبار المعلومات التاريخية (ما الأنشطة التي كانت مطلوبة فعليًا لمشروعات سابقة مثيلة) في تحديد أنشطة المشروع .

4. **القيود** : إنها العوامل التي سوف تحد من اختيارات فريق إدارة المشروع .

5. **الافتراضات** : إنها العوامل التي من أجل أغراض التخطيط سوف تؤخذ في الاعتبار على أنها صحيحة ، حقيقية أو مؤكدة . تستلزم الافتراضات عادة درجة من المخاطرة ، وعادة سوف تكون من مخرجات تعيين الأخطار (موصوفة في القسم 11.1) .

6.1.2 أدوات وأساليب تحديد النشاط

1. **التكسير** : يستلزم التكسير تقسيماً فرعيًا لعناصر المشروع إلى مكونات أصغر ، وأكثر قابلية للإدارة لكي توفر رقابة إدارية أفضل . يوجد وصف أكثر تفصيلاً للتكسير في القسم 5.3.2.2 . الفرق الرئيسي بين التكسير هنا وفي تحديد النطاق أن المخرجات النهائية هنا موصوفة كأنشطة (خطوات إجراءات) بدلاً من وصفها كمخرجات (بنود محسوسة) . في بعض مجالات التطبيق ، نجد أن WBS وقائمة الأنشطة يتم تطورهما عل التوازي .

2. **القوالب / النماذج** : عادة يمكن استخدام قائمة نشاط (موصوفة في القسم 6.1.3.1) أو جزء من قائمة نشاط كقالب / نموذج لمنتج جديد . يضاف إلى ذلك ، فإن قائمة النشاط بالنسبة لأحد عناصر WBS من المشروع القائم قد تكون قابلة للاستخدام كقالب / نموذج من أجل عناصر أخرى مشابهة في عناصر WBS .

6.1.3 مخرجات تحديد النشاط

1. **قائمة النشاط** : يجب أن تتضمن قائمة النشاط كل الأنشطة التي سوف

تؤدى داخل المشروع ، يجب أن تنظم الأنشطة على أنها امتداد لمحتويات WBS للمساعدة على تأكيد أنها كاملة وأنها لم تشتمل على أنشط غير مطلوبة كجزء من نطاق المشروع . وكما هو الحال مع WBS يجب أن تشتمل قائمة النشاط على وصف لكل نشاط . وذلك لضمان أن كل أعضاء فريق المشروع سوف يفهمون كيفية أداء العمل .

2. التفصيل التدعيمي : يجب توثيق التفصيل التدعيمي لقائمة النشاط ، وأن ينظم طبقًا للحاجة ، وذلك لتسهيل استخدامه عن طريق عمليات إدارة المشروع الأخرى ، يجب أن يتضمن التفصيل التدعيمي دائمًا توثيق كل الافتراضات والقيود التي تم تعيينها . تختلف كمية التفصيل الإضافية بحسب مجال التطبيق .

3. تحديث هيكل تجزئة العمل : عند استخدام WBS لتعيين الأنشطة اللازمة ، فقد يتعرف فريق المشروع على مخرجات لم تدوّن أو قد يحدد بأن وصف المخرجات يحتاج إلى توضيح أو تصحيح . أي شيء من حالات التحديث هذه يجب أن تنعكس على WBS والتوثيق المرتبط ؛ مثل تقديرات التكلفة . يطلق عادة على هذه التحديثات التنقيحات Refinements . والأكثر احتمالاً أن يكون ذلك عندما يتطلب المشروع تكنولوجيا جديدة لم تجز بعد .

6.2 تتابع النشاط

يستلزم تتابع النشاط تعيين وتوثيق الاعتمادية المتداخلة . يجب أن يتم تسلسل الأنشطة بصورة صحيحة لكي تساعد فيما بعد على تطوير جدول زمني واقعي وقابل للتحقق . يمكن أداء التسلسل أو التتابع بمساعدة "الكمبيوتر" (باستخدام برنامج إدارة المشروع) أو عن طريق أساليب يدوية . تعتبر الأساليب اليدوية أكثر فعالية في حالة المشروعات الصغيرة ، وفي المراحل المبكرة في حالة المشروعات الأكبر عندما تكون التفاصيل المتاحة قليلة . قد يتم أيضًا استخدام الأساليب اليدوية والآلية معًا وفي ترابط وتناسق .

6.2.1 مدخلات تحديد النشاط

1. **قائمة النشاط** : قائمة النشاط موصوفة في القسم 6.1.3.1 .

2. **وصف المنتج** : نوقش وصف المنتج في القسم 5.1.1.1 . عادة تؤثر خصائص المنتج على تتابع النشاط (التخطيط المادي للمصنع المزمع إنشاؤه ، تصادم نظام فرعي في مشروع برنامج كمبيوتر ، بينما هذه التأثيرات تكون غالبًا ظاهرة في قائمة النشاط ، فإن وصف المنتج يجب مراجعته بصفة عامة لضمان صحة ودقة الوصف .

3. **اعتمادية إجبارية** : الاعتمادية الإجبارية هي تلك الملازمة لطبيعة العمل الذي يؤدى . إنها تستلزم عادة حدوداً طبيعية (يستحيل في المشروع الإنشائي بناء الأدوار الأعلى ما لم يتم بناء الأساس ، في المشروع الإلكتروني يجب بناء النموذج قبل أن يختبر) . يطلق على الاعتمادية الإجبارية أحيانًا "المنطق الصعب" .

4. **اعتمادية اختيارية** : إنها تلك التي يحددها فريق إدارة المشروع . يجب استخدامها بعناية (وتوثيق كامل) لأنها قد تحد فيما بعد من اختيارات الجدولة الزمنية . عادة تحدد الاعتمادية الاختيارية اعتماداً على معرفة :

- أفضل الممارسات في داخل مجال تطبيقي محدد .
- بعض أوجه المشروع غير العادية حيث تكون هناك رغبة في تتابع معين ، على الرغم من وجود تتابعات مقبولة أخرى .

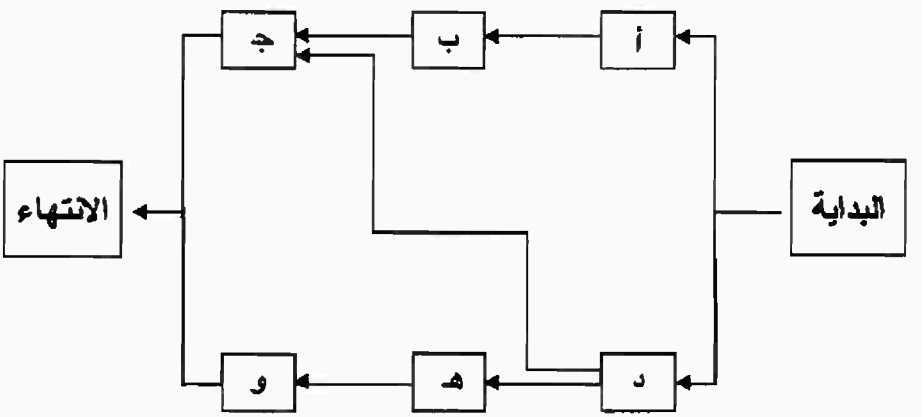
يمكن أن يطلق على الاعتمادية الاختيارية أيضا **المنطق المفضل** ، أو **المنطق الخفيف** .

5. **اعتمادية خارجية** : إنها تلك التي تستلزم علاقة بين أنشطة متعلقة بالمشروع وأنشطة غير متعلقة بالمشروع . على سبيل المثال ، قد يكون نشاط الاختبار في مشروع برنامج كمبيوتر معتمداً على تسليم أجهزة الكمبيوتر من مصدر خارجي أو أن جلسات الاستماع البيئي قد يلزم أن تعقد ، قبل إمكانية البدء في تجهيزات الموقع الخاصة بمشروع إنشائي معين .
6. **القيود** : يوجد وصف للقيود في القسم 6.1.1.4 .
7. **الافتراضات** : يوجد وصف للافتراضات في القسم 6.1.1.5 .

6.2.2 أدوات وأساليب تحديد النشاط

1. **طريقة الرسم البياني للأسبقية (PDM)**[1] : هذه طريقة لإنشاء رسم بياني يمثل شبكة علاقات مشروع باستخدام عقد nodes لتمثل الأنشطة وتربطها بالأسهم التي توضح الاعتماديات (انظر أيضاً قسم 6.2.3.1) . يظهر الشكل 6.2 رسماً بيانياً لشبكة مشروع بسيطة باستخدام الطريقة PDM[1] . يطلق على هذا الأسلوب أيضاً النشاط على العقدة activity-on-node (AON) . يمكن أن تستخدم هذه الطريقة ــ شائعة في مشروعات حزم الكمبيوتر ــ يدوياً أو على الكمبيوتر . إنها تتضمن أربعة أنماط من الاعتمادية أو علاقات الأسبقية .

شكل رقم 2-6
شبكة منطقية باستخدام طريقة الرسم البياني للأسبقية



(1) PDM = Precedence Diagramming Method.

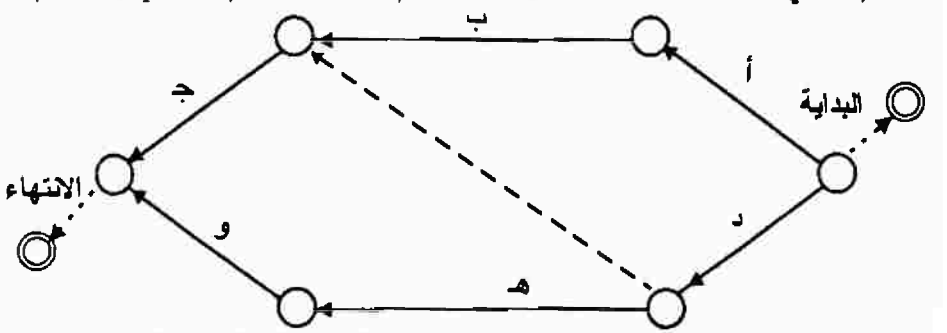
- ــ من ــ الانتهاء ــ إلى ــ البداية : النشاط (من) يجب أن ينتهي قبل أن يبدأ النشاط (إلى) .
- ــ من ــ الانتهاء ــ إلى ــ الانتهاء : النشاط (من) يجب أن ينتهي قبل أن ينتهي النشاط (إلى) .
- ــ من ــ البداية ــ إلى ــ البدايــة : النشاط (من) يجب أن يبدأ قبل أن يبدأ النشاط (إلى) .
- ــ من ــ البداية ــ إلى ــ الانتهاء : النشاط (من) يجب أن يبدأ قبل أن ينتهي النشاط (إلى) .

في الطريقة PDM نجد أن النمط [- من - الانتهاء - إلى - البدايــة] أكثر استخدامًا في العلاقات المنطقية . أما النمط [- من البداية - إلى - الانتهاء] فإنه نادر الاستخدام ، ونمطيًا يستخدمه مهندسو الجدولة الزمنية المهنيون . استخدام الأنماط [- من - الانتهاء - إلى - الانتهاء] أو [- من - البداية - إلى - البداية] ، مع برامج إدارة المشروع يمكن أن يؤدي إلى نتائج غير متوقعة ، لأن هذه الأنماط من العلاقات لم يتم تطبيقها بصورة متناسقة .

2. طريقــة الرسم البياني بالأسهم (ADM)[1]: هذه طريقة لإنشاء رسم بياني يمثل شبكة علاقات مشروع باستخدام الأسهم لتمثيل الأنشطة وربطها عند عقد معينة لإظهار الاعتماديات بين الأنشطة (انظر القسم 6.2.3.1) يوضح الشكل 3-6 التالي رسمًا بيانيًا لشبكة علاقات مشروع بسيطة باستخدام ADM .

شكل رقم 3-6

رسم بياني لشبكة علاقات منطقية باستخدام طريقة الرسم البياني بالأسهم



(1) ADM = Arrow Diagramming Method.

يطلق على هذا الأسلوب أيضًا النشاط على الأسهم Activity-on-Arrow (AOA) ومع أنه أقل استخدامًا من PDM ، ولكنه يظل موضع اختيار في بعض المجالات التطبيقية . تستخدم ADM نمط الاعتمادية [- من - الانتهاء - إلى - البداية] . إنها يمكن أن تستخدم أيضًا يدويًا أو عن طريق الكمبيوتر .

3. **طـرق الرسم البياني الشرطي** : إن أساليب التمثيل البياني مثل أساليب التقييم والمراجعة البيانية أو نماذج ديناميات النظم تتناول الأنشطة غير التتابعية مثل الأنشطة الالتفافية (اختبار يتكرر أكثر من مرة) أو الأفرع الشرطية (تحديث التصميم الذي تظهر الحاجة إليه إذا اكتشف التفتيش أخطاءً) . لا تسمح الطريقتان PDM أو ADM بالالتفاف أو الأفرع الشرطية .

4. **القـوالب / النماذج الشبكية** : يمكن استخدام الشبكات المعيارية لتعجيل إعداد شبكة أعمال المشروع . إنها يمكن أن تتضمن مشروعًا كاملاً أو مجرد جزء من مشروع ، يشار إلى الشكل البياني الذي يعبر عن نسبة من المشروع بأنها شبكات فرعية أو جزئية . تكون هذه الشبكات الفرعية مفيدة بصفة خاصة عندما يكون المشروع متضمنًا أوجه أو ملامح عديدة أو تقريبًا متماثلة . مثل الأرضيات ، التجارب المعملية على الأدوية ، المشروعات البحثية أو أجزاء برنامج ينفذ على الكمبيوتر .

6.2.3 مخرجات تتابع النشاط

1. **رسم بياني لشبكة المشروع** : يمثل هذا الشكل عرضًا تخطيطًا لأنشطة المشروع والعلاقات المنطقية (الاعتمادية) بينها . تصور الأشكال 2-6 و3-6 منهجين مختلفين للرسم البياني لشبكة المشروع . يمكن تنفيذ هذا الرسم يدويًا أو من خلال الكمبيوتر . إنه قد يتضمن تفاصيل كاملة عن المشروع أو يعبر عن ملخص أو أكثر من أنشطة المشروع . يجب أن يصاحب الشكل ملخص في كلمات يصف منهج التتابع الرئيسي . أي تتابعات غير عادية يجب أن توصف بدقة .

2. **تحديث قائمة النشاط** : قد تكشف شبكة المشروع البيانية ـ بنفس الطريق تقريبًا التي قد تستخدم بها عملية تحديد الأنشطة لتحديث WBS ـ عند

الإعداد عن وقائع بأن هناك نشاطًا ما يجب تقسيمه أو إعادة تحديده لكي يتم تمثيل العلاقات المنطقية الصحيحة .

6.3 تقدير فترة النشاط

يتطلب تقدير فترة النشاط تقييم عدد فترات العمل التي يحتمل أن تكون هناك حاجة إليها لإكمال كل نشاط يتم تعيينه . إن كل فرد أو مجموعة في المشروع تكون على دراية بطبيعة النشاط المعين يجب أن تعد التقدير أو على الأقل توافق عليه .

إن تقدير عدد فترات العمل المطلوبة لإكمال النشاط ، سوف تتطلب غالبًا الأخذ في الاعتبار الوقت المنقضي أيضًا . على سبيل المثال ، إذا كان تجفيف الخرسانة المسلحة سوف يحتاج إلى أربعة أيام من الوقت المنقضي فقد يحتاج ما بين فترتين إلى أربع فترات عمل استنادًا إلى : (أ) في أي من أيام الأسبوع تبدأ (ب) إذا ما كانت نهايات الأسبوع تعامل أو لا تعامل كأيام عمل . سوف تعالج معظم الجداول الزمنية المبرمجة على الكمبيوتر هذه المشكلة آليًا .

قد يتم أيضًا تقدير فترة المشروع الكاملة باستخدام الأدوات والأساليب المقدمة هنا ، ولكن الأكثر ملاءمة أن تحسب كمخرجات لتطوير الجدول الزمني (موصوف في القسم 6.4) .

6.3.1 مدخلات تقدير فترة النشاط

1. **قائمة النشاط** . موصوفة في القسم 6.1.3.1 .
2. **القيود** : موصوفة في القسم 6.1.1.4 .

3. **الافتراضات** : موصوفة في القسم 6.1.1.5 .

4. **متطلبات الموارد** : موصوفة في القسم 7.1.3.1 ، سوف تتأثر الفترة الزمنية لمعظم الأنشطة بالموارد المخصصة . على سبيل المثال ، سوف يكون اثنان من الأفراد قادرين على إتمام نشاط التصميم في نصف الوقت المخصص لأي فرد منهما بمفرده . بينما الفرد الذي يعمل نصف الوقت في أداء نشاط ما سوف يأخذ منه وقتًا ضعف الوقت الذي يأخذه إذا عمل نفس الفرد طول الوقت .

5. **إمكانيات الموارد** : سوف تتأثر الفترة الزمنية لمعظم الأنشطة تأثرًا جوهريًا بإمكانيات الموارد البشرية والمادية المخصصة لها . على سبيل المثال ، إذا كان الاثنان مخصصين طول الوقت ، فإن العضو الأعلى وظيفة في فريق المشروع يمكن أن يكون من المتوقع بصفة عامة أن ينجز نشاطًا محددًا في زمن أقل من عضو آخر في مستوى وظيفي أقل .

6. **المعلومات التاريخية** : غالبًا تكون المعلومات التاريخية عن الفترات الزمنية المحتملة لكثير من فئات الأنشطة متاحة من مصدر أو آخر من المصادر التالية :

- ملفات المشروع ــ قد تحتفظ وحدة تنظيمية أو أكثر من الإدارات المشاركة في المشروع بسجلات عن نتائج المشروع السابقة ، والتي تكون مفصلة بدرجة كافية للمساعدة على وضع تقديرات الفترة الزمنية . في بعض مجالات التطبيق ، قد يحتفظ أعضاء المشروع بصفتهم الفردية بمثل هذه السجلات .
- قواعد البيانات التجارية لتقدير الفترات ــ غالبًا المعلومات التاريخية متاحة تجاريًا . تميل هذه القواعد إلى أن تكون مفيدة وبصفة خاصة عندما تكون الفترات الزمنية للنشاط غير مؤسسة على محتوى العمل الفعلي (كم من الوقت تستغرقه الخرسانة لكي تجف ، كم من الوقت تستغرقه هيئة حكومية لكي تستجيب إلى أنماط معينة من الطلبات) .
- معرفة فريق المشروع ــ قد يتذكر أعضاء فريق المشروع التقديرات أو الوقائع الزمنية السابقة . على الرغم من أن مثل هذه التجميعات قد تكون مفيدة ، فإنها بصفة عامة تكون أقل مصداقية من النتائج الموثقة .

6.3.2 أدوات وأساليب تقدير فترة النشاط

1. حكم الخبير . موصوفة في القسم 5.1.2.2 . من الصعب تقدير الفترات الزمنية بسبب العوامل التي قد تؤثر عليها (مستويات الموارد ، إنتاجية المورد) . يجب اللجوء إلى حكم الخبير الذي تقوده المعلومات النظرية ، عندما يكون ذلك ممكنًا . إذا لم تكن هذه الخبرة متوفرة فإن التقديرات تكون غير مؤكدة بصورة ملازمة ومعرضة للمخاطرة (انظر الفصل الحادي عشر : إدارة أخطار المشروع) .
2. التقدير بالتماثل : يطلق أيضًا على التقدير بالتماثل التقدير من أعلى إلى أسفل ، بمعنى استخدام الفترات الزمنية الفعلية عن نشاط سابق أو مثيل كأساس لتقدير الفترة الزمنية للنشاط المستقبلي . يتكرر استخدام هذه الطريقة لتقدير الفترة الزمنية للمشروع ، عندما يكون هناك كمية معلومات محدودة عن المشروع (في المراحل المبكرة) . إن التقدير بالتماثل نوع من حكم الخبير (انظر القسم 6.3.2.1) .

   يكون التقدير بالتماثل أكثر مصداقية عندما (أ) الأنشطة السابقة تكون متماثلة حقيقة وليس ظاهريًا فقط (ب) أن يكون لدى الأفراد الذين يعدون التقديرات الخبرة اللازمة .
3. المحاكاة : تستلزم المحاكاة حساب فترات زمنية متعددة مع مجموعات مختلفة من التقديرات . تحليل مونت كارلو هو أكثرها شهرة ، حيث يتم تحديد التوزيع المحتمل لنتائج كل نشاط ، وتستخدم لحساب التوزيع المحتمل لنتائج المشروع ككل (انظر أيضًا القسم 11.2.2.3) .

6.3.3 مخرجات تقدير فترة النشاط

1. تقدير فترة النشاط . يعتبر تقدير فترة النشاط تقييمًا كميًا لعدد دورات العمل المتوقعة والتي سوف تكون لازمة لإكمال النشاط .

   يجب أن يتضمن تقدير فترة النشاط دائمًا ، بعض مؤشرات مدى النتائج الممكنة . على سبيل المثال :

   - عدد 2 أسبوع ± 2 يوم للإشارة إلى أن النشاط سوف يستغرق على الأقل 8 أيام وليس أكثر من 12 يومًا .

- 15٪ احتمال الزيادة على 3 أسابيع كمؤشر لأكبر احتياط ممكن ـــ 85٪ ـــ إلى أن النشاط سوف يأخذ 3 أسابيع أو أقل .

يتضمن الفصل الحادي عشر ، إدارة أخطار المشروع ، مناقشات تفصيلية أكثر حول تقديرات عدم التأكد .

2. أساس التقديرات . يجب توثيق الافتراضات التي استخدمت في تطوير التقديرات .

3. تحديث قائمة النشاط : موصوف في القسم 6.2.3.2 .

6.4 تطوير الجدول الزمني

يعني تطوير الجدول الزمني تحديد تواريخ البداية والانتهاء لأنشطة المشروع . إذا لم تكن تواريخ البداية والانتهاء واقعية فمن غير المحتمل أن ينتهي المشروع كما هو مخطط . غالبًا يجب تكرار عملية تطوير الجدول الزمني (جنبًا إلى جنب مع العمليات التي توفر المدخلات ، وخاصة تقدير الفترة الزمنية وتقدير التكاليف) ، وذلك قبل تحديد الجدول الزمني للمشروع .

6.4.1 مدخلات تطوير الجدول الزمني

1. رسم بياني لشبكة المشروع : موصوف في القسم 6.2.3.1 .

2. تقديرات فترة النشاط : موصوف في القسم 6.3.3.1 .

3. متطلبات الموارد : موصوف في القسم 6.3.1.4 .

4. تجمُّع وصف الموارد : معرفة ماهية الموارد التي سوف تكون متاحة ، في أي الأوقات ، وبأي أنماط تعتبر ضرورية من أجل تطوير الجدول الزمني . على سبيل المثال ، نجد أنه من الصعب جدولة الموارد المشتركة ، عندما تكون إمكانية توفيرها متغيرة بصورة كبيرة .

سوف تختلف كمية التفصيل ومستوى التحديد في تجمُّع وصف الموارد . على سبيل المثال ، في تطوير جدول زمني تمهيدي في مشروع استشاري ، يحتاج المرء فقط أن يعرف بأن هناك اثنين من المستشارين سوف يكونان جاهزين داخل إطار زمني محدد . ومع ذلك يجب أن يعين الجدول النهائي لنفس المشروع هوية المستشارين اللذين سوف يكونان جاهزين .

5. التوقيتات : تعيِّن توقيتات المشروع والموارد الفترات التي يسمح بالعمل خلالها . تؤثر توقيتات المشروع على كل الموارد (بعض المشروعات سوف تعمل فقط أثناء ساعات عمل المنظمة ، بينما قد يعمل البعض الآخر بنظام ثلاث ورادي متصلة) . تؤثر توقيتات الموارد على مورد محدد أو فئة من الموارد (قد يكون أحد أعضاء فريق المشروع في إجازة اعتيادية أو في برنامج تدريبي ، قد يحدد عقد العمل أن يقتصر عمل بعض الفئات على أيام محددة في الأسبوع) .

6. القيـــود : القيود موصوفة في القسم 6.1.1.4 . هناك فئتان رئيسيتان يجب أخذهما في الاعتبار أثناء تطوير الجدول الزمني .

- التواريخ المفروضة . قد يطلب راعي المشروع الانتهاء من مخرجات معينة في تواريخ محددة ـــ وأيضًا العميل أو أي عوامل خارجية ـــ (مشروع تكنولوجي كنافذة على السوق ، مشروع تحسين للبيئة بحكم محكمة واجب النفاذ) .

- وقائع أساسية أو علامات مميزة على طريق الأداء . الانتهاء من مخرجات محددة في تاريخ معين قد تكون بناء على طلب راعي المشروع . عميل المشروع ، أو أصحاب مصلحة آخرين . بمجرد أن تدخل ضمن بنود

الجدولة الزمنية ، تصبح هذه التواريخ متوقعة . وغالبًا يكون تحريكها من مواضعها بصعوبة بالغة .

7. **الافتراضات** : انظر القسم 6.1.1.5 .

8. **التواني والإسراع** : قد تتطلب أية حالة من حالات الاعتماديات تحديد الإسراع أو التواني في الأداء لكي يمكن تعيين العلاقة بدقة (يجب أن تكون هناك فترة أسبوعين ما بين طلب قطعة المعدة وبين تركيبها أو استخدامها) .

6.4.2 أدوات وأساليب تطوير الجدول الزمني

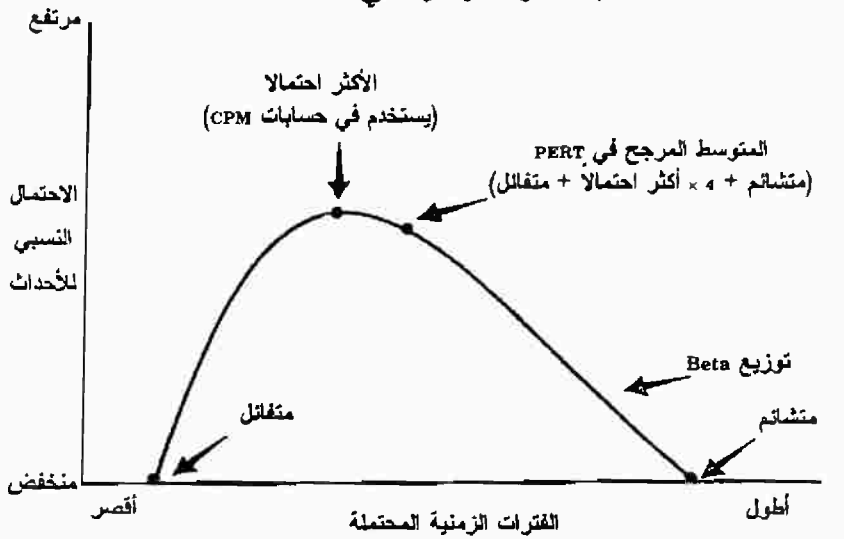
1. **التحليل الرياضي** : يستلزم التحليل الرياضي إجراء الحسابات النظرية لتواريخ البداية والانتهاء مع كل أنشطة المشروع دون الأخذ في الاعتبار أي حدود على تجمُّع الموارد . التواريخ الناتجة ليست هي الجدول الزمني ، ولكنها تشير فقط إلى الفترات الزمنية التي يجب أن يجدول النشاط في إطارها مع الأخذ في الاعتبار حدود الموارد والقيود الأخرى المعروفة : أساليب التحليل الرياضي الأكثر شهرة هي :

- طريقة المسار الحرج Critical Path Method (CPM) ـــ يحسب تاريخ واحد محدد مبكرًا ومتأخر لبداية وانتهاء كل نشاط ، استنادًا إلى شبكة تتابع منطقية وتقدير فترة زمنية واحدة . تركز CPM على حساب الفترة العائمة لتحديد أي الأنشطة لديها أقل مرونة زمنية . تستخدم المعادلات الجبرية CPM عادة في أنماط أخرى من التحليل الرياضي .
- أسلوب التقييم والمراجعة البيانية Graphical Evaluation and Review Technique (GERT) ـــ يسمح بالمعالجة الاحتمالية لكل من الشبكة المنطقية وتقديرات الفترة الزمنية للأنشطة (بعض الأنشطة قد لا تؤدي بالمرة ، والبعض قد يؤدى جزئيًا ، والأخرى قد تؤدى أكثر من مرة) .
- طريقة مراجعة وتقييم البرنامج Program Evaluation and Review Technique (PERT) ـــ تستخدم الشبكة المنطقية التتابعية ومتوسط تقدير الفترة الزمنية المرجح لحساب الفترة الزمنية للمشروع . على الرغم من أن هناك اختلافات سطحية ، فإن PERT تختلف عن CPM جذريًا ، في أنها

تستخدم توزيع المتوسط الإحصائي (القيمة المتوقعة بدلاً من التقدير الأكثر احتمالاً الذي يستخدم أصلاً في CPM ، انظر الشكل 4–6 . نادراً ما تستخدم PERT الآن ، على الرغم من أن هناك تقديرات تشبه PERT تستخدم غالبًا في حسابات CPM .

شكل رقم 4–6

حساب الفترة الزمنية في PERT



2. ضغط الفترة الزمنية : إنها حالة خاصة من التحليل الرياضي التي تبحث عن طرق تقصير الجدول الزمني للمشروع دون تغيير نطاق المشروع (لتلبية التواريخ المفروضة أو أي أهداف مجدولة أخرى) . تتضمن طريقة ضغط الفترة الزمنية أساليب مثل :

- التكثيف ــ حيث يتم تحليل التكاليف وجداول الأخذ والعطاء لتحديد كيفية الحصول على أكبر كمية مضغوطة مقابل أقل زيادة في التكلفة . إن التكثيف لا يترتب عليه دائمًا بديلاً حيويًا ويؤدي غالبًا إلى زيادة التكاليف .
- التتابع السريع ــ أداء الأنشطة على التوازي ، والتي كانت سوف تؤدى عادة في تسلسل (بداية كتابة الرموز في مشروع برنامج كمبيوتر قبل الانتهاء من التصميم ، أو بداية بناء الأساس لمصنع تكرير النقط قبل وصول 25٪ من

المعدات) . يترتب على التتابع السريع غالبًا ، إعادة التشغيل ، وعادة زيادة المخاطر .

3. المحاكاة : موصوفة في القسم 6.3.2.3 .

4. صيغ جديدة لرفع مستوى الموارد : عادة ، ينتج التحليل الرياضي جدولاً زمنيًا تمهيديًا ، والذي يتطلب موارد إضافية خلال فترات زمنية محددة أكثر مما هو متاح أو إحداث تغييرات في مستوى الموارد التي تكون غير خاضعة للإدارة . إن حالات الاكتشاف والتنقيب مثل "تخصيص الموارد النادرة لأنشطة المسار الحرج أولاً" يمكن أن تطبق لوضع جدول زمني يعكس هذه القيود . غالبًا يؤدي رفع مستوى الموارد إلى فترة زمنية للمشروع أطول من الجدول الزمني التمهيدي . يطلق على هذا الأسلوب أحيانًا "الطريقة التي تقوم على الموارد" وخاصة عندما تطبق مع برنامج تعظيم مبرمج على الكمبيوتر ،

5. برنامج إدارة المشروع : يستخدم على نطاق واسع للمساعدة مع تطوير الجدول الزمني . هذه المخرجات تؤدي إلى آلية حسابات التحليل الرياضي ، ورفع مستوى الموارد ، ومن ثم تسمح بسرعة دراسة العديد من بدائل الجداول الزمنية ، إن هذه البرامج تستخدم أيضًا على نطاق واسع لعرض أو طباعة مخرجات تطوير الجداول الزمنية .

6.4.3 مخرجات تطوير الجدول الزمني

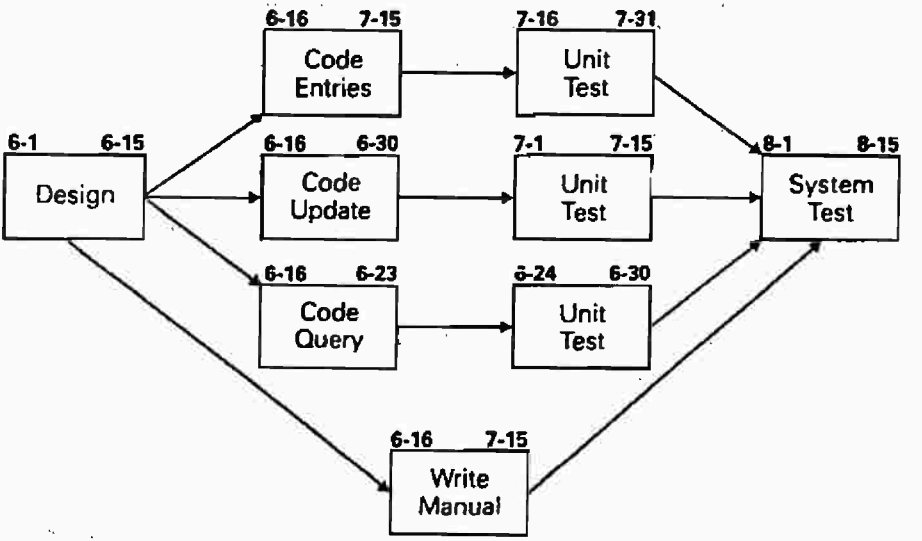
1. جدول المشروع الزمني : يتضمن جدول المشروع الزمني على الأقل تواريخ البداية المخططة والانتهاء المتوقع لكل نشاط تفصيلي (ملاحظة : يبقى جدول المشروع الزمني في صورة تمهيدية حتى تأكيد إسناد الموارد . يحدث هذا عادة ليس أبعد من إنهاء تطوير خطة المشروع ، القسم 4.1) .

قد يقدم جدول المشروع الزمني في شكل ملخص (الجدول الرئيسي The Master Schedule) أو تفصيليًا . على الرغم من أنه يمكن أن يقدم في شكل جدول ، ولكنه بصفة عامة تقريبًا يقدم في شكل بياني مستخدمًا واحدًا أو أكثر من طرق العرض التالية :

- أشكال شبكة عمل المشروع مع إضافة معلومات تاريخية (انظر الشكل 5-6) . توضح هذه الخرائط البيانية عادة كلاً من منطق المشروع وأنشطة المسار الحرج (انظر القسم 6.2.3.1 لمزيد من المعلومات عن الرسوم البيانية لشبكة أعمال المشروع) .

شكل رقم 5-6

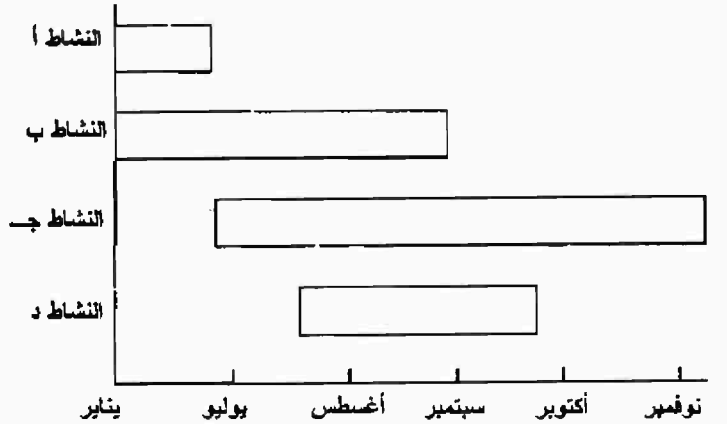
رسم بياني لشبكة أعمال المشروع مع تواريخ الجدول الزمني



(1) يوجد الكثير من الطرق المقبولة لعرض بيانات بالتواريخ على الرسم البياني لشبكة أعمال المشروع ــ يظهر هذا الشكل تواريخ البداية والانتهاء دون معلومات عن اليوم والشهر .

- خريطة الأعمدة ، ويطلق عليها أيضًا خرائط جانت Gantt (انظر الشكل 6-6) توضح تواريخ بداية وانتهاء النشاط وأيضًا الفترة الزمنية المتوقعة ، ولكنها لا تظهر عادة الاعتماديات . إنها سهلة القراءة نسبيًا ، وتستخدم غالبًا في تقديمات الإدارة .
- خرائط علامات طريق الأداء (انظر الشكل 7-6) ، تشبه خرائط الأعمدة ولكنها تعين البداية أو الانتهاء المخطط للمخرجات الرئيسية والتداخلات الخارجية الأساسية .

شكل رقم 6-6
خريطة (جانت) ــ الأعمدة



(2) يوجد الكثير من الطرق المقبولة لعرض بيانات المشروع على شكل أعمدة .

شكل رقم 6-7
خريطة علامات طريق الأداء

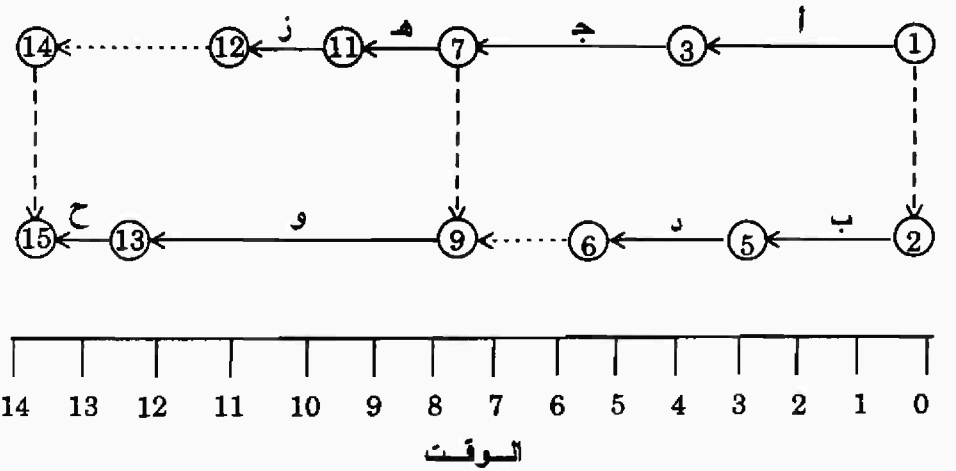
الحدث	يناير	فبراير	مارس	أبريل	مايو	يونيه	يوليه	أغسطس
توقيع العقود الفرعية			▼△					
الانتهاء من المواصفات				△△				
مراجعة التصميم					△			
اختبار الأنظمة الفرعية						△		
تسليم الوحدة الأولى							△	
الانتهاء من خطة الإنتاج								△

• توجد طرق أخرى كثيرة مقبولة لعرض معلومات المشروع على خريطة علامات طريقة الأداء

• أشكال شبكة الأعمال ذات مقياس الوقت (انظر الشكل 8-6) ، إنها مزيج من أشكال شبكة أعمال المشروع وخرائط الأعمدة ، من حيث أنها توضح منطق المشروع ، الفترات الزمنية للنشاط ومعلومات عن الجدول الزمني .

شكل رقم 8-6

شبكة الأعمال ذات مقياس الوقت



• توجد طرق أخرى كثيرة مقبولة لعرض معلومات المشروع على شبكة الأعمال ذات مقياس الوقت

2. **التفصيل التدعيمي** : يتضمن التفصيل التدعيمي لجدول المشروع الزمني على الأقل توثيق كل ما تم تعيينه من افتراضات وقيود . تختلف كمية التفصيل باختلاف مجالات التطبيق . على سبيل المثال :

- في مشروع للإنشاءات ، الأكثر احتمالاً أنه سوف يتضمن بنوداً معينة مثل ، أشكال مدرجات بيانية عن الموارد ، إسقاطات حول التدفق النقدي ، الجداول الزمنية لأوامر الشغل والمخرجات .
- في مشروع إليكترونيات ، الأكثر احتمالاً أنه سوف يتضمن أشكالاً للمدرجات البيانية عن الموارد فقط .

المعلومات التي يتم تقديمها بصورة متكررة كتفصيل تدعيمي تتضمن ما يلي ، ولكن ليس قاصراً على ذلك :

- متطلبات الموارد طبقًا للفترة الزمنية غالبًا في شكل مدرج بياني للموارد .
- جداول زمنية بديلة (أفضل حالة أو أسوأ حالة ، مواد ذات مستويات مرتفعة أو غير مرتفعة وبتواريخ مفروضة أو بدون) .

- جدول زمني بالاحتياطيات أو جدول تقييم الأخطار (انظر القسم 11.3.3) .

3. **خطة إدارة الجدول الزمني** : تحدد خطة إدارة الجدول الزمني كيف سوف تدار التغيرات التي تحدث في هذه الخطة . قد تكون رسمية أو غير رسمية ، ذات إطار تفصيلي متعمق أو إطار عام استناداً إلى حاجات المشروع . إنها عنصر مساعدة لخطة المشروع الشاملة (انظر القسم 4.1) .

4. **تحديث متطلبات الموارد** : قد يكون لتحديث الارتفاع بمستوى الموارد وقائمة الأنشطة تأثير مهم على تقديرات متطلبات الموارد التمهيدية .

6.5 الرقابة على الجدول الزمني

تتناول الرقابة على الجدول الزمني : (أ) تأثير العوامل التي تؤدي إلى إحداث تغيير في الجدول الزمني للتأكد من أن التغيرات مفيدة ، (ب) التحديد بأن الجدول قد تغير (جـ) إدارة التغيرات الفعلية متى وكيف تحدث . يجب أن تتكامل الرقابة على الجدول الزمني مع عمليات الرقابة الأخرى (انظر القسم 4.3) .

6.5.1 مدخلات الرقابة على الجدول الزمني

1. **جدول المشروع الزمني** . موصوف في القسم 6.4.3.1 . جدول المشروع المعتمد يطلق عليه جدول القاعدة الأساسية ، إنه مكون من خطة المشروع الشاملة الموصوفة في القسم 4.1.3.1 ، إنه يوفر الأساس لقياس وتقارير أداء الجدول .

2. **تقارير الأداء** : نوقشت في القسم 10.3.3.1 ، توفر معلومات عن أداء الجدول الزمني مثل ما تم إنجازه من التواريخ المخططة ، وما لم يتم . قد تنبه تقارير

الأداء فريق المشروع أيضًا إلى الموضوعات التي قد تسبّب مشكلات في المستقبل .

3. **طلبات التغيير** : قد تحدث طلبات التغيير بأشكال مختلفة ــ شفاهة أو كتابة ، مباشرة أو غير مباشرة ، نتيجة مبادرة داخلية أو خارجية ، إجبارية أو اختيارية . قد يتطلب التغيير التوسع في الجدول الزمني ، أو السماح بتعجيله .

4. **خطة إدارة الجدول الزمني** : موصوفة في القسم 6.4.3.3 .

6.5.2 أدوات وأساليب الرقابة على الجدول الزمني

1. **نظام الرقابة على تغيير الجدول** : يحدد الإجراءات التي عن طريقها يمكن تغيير الجدول الزمني للمشروع . إنه يتضمن الأعمال الورقية ، نظم المتابعة ، مستويات الموافقة اللازمة لإجازة التغيير . يجب أن تتكامل الرقابة على تغيير الجدول مع نظم الرقابة على التغيير الموصوفة في القسم 4.3 .

2. **قياس الأداء** : إن أساليب قياس الأداء مثل تلك الموصوفة في القسم 10.3.2 تساعد على تقييم أهمية أي تباينات قد تحدث . أحد الأجزاء المهمة في الرقابة على الجدول الزمني تتمثل في تقرير إذا ما كان تباين الجدول الزمني يتطلب إجراءً تصحيحيًا . على سبيل المثال ، التأخير الكبير في نشاط غير حرج قد يكون له تأثير ضعيف على إجمالي المشروع ، بينما تأخير قصير جدًا في نشاط حرج أو قريب من الحرج قد يتطلب تدخلاً سريعًا .

3. **التخطيط الإضافي** : قليل من المشروعات تسير طبقًا لما هو مخطط بالضبط ، قد تتطلب التغيرات المرتقبة تقديرات لفترات الأنشطة جديدة أو منقحة ، تتابع أنشطة معدل ، أو تحليل لجداول أزمنة بديلة .

4. **برنامج إدارة المشروع** : موصوف في القسم 6.4.2.5 . إن قدرة برنامج إدارة المشروع على تتبع التواريخ المخططة مقابل التواريخ الفعلية ، ولتوقع تأثيرات تغيرات الجدول الزمني الفعلية أو المحتملة تجعله أداة مفيدة للرقابة على الجدول الزمني .

6.5.3 مخرجات الرقابة على الجدول الزمني

1. **تحديث الجدول الزمني** : يعبر تحديث الجدول الزمني عن أي تغيير يتناول معلومات الجدول الزمني التي تستخدم لإدارة المشروع . يجب إخطار أصحاب المصلحة المعنيين بحسب الحاجة . قد يتطلب تحديث الجدول الزمني أو لا يتطلب إجراء تعديلات على الأوجه الأخرى لخطة المشروع .

   التنقيحات : فئة خاصة من تحديثات الجدول الزمني . تعني التنقيحات إحداث تغيرات في تواريخ البداية والانتهاء المخططة ، وذلك في الجدول الزمني للمشروع . هذه التواريخ يتم تنقيحها بصفة عامة ، استجابة إلى تغيرات النطاق فقط . في بعض الحالات قد تكون التأخيرات في الجدول الزمني حادة جداً بحيث تتطلب إعادة النظر في خطوط القاعدة الأساسية لكي توفر تواريخ واقعية لقياس الأداء .

2. **الإجـــراء التصحيحي** : هو كل ما يمكن عمله لإعادة أداء الجدول الزمني المتوقع مستقبلاً إلى المسار الصحيح لخطة المشروع ، إن الإجراء التصحيحي في مجال إدارة الوقت يستلزم غالبًا الإسراع في اتخاذ إجراءات خاصة لضمان الانتهاء من نشاط ما في موعده المخطط أو مع أقل تأخير ممكن .

3. **الدروس المستفادة** : أسباب التباينات ، والتبريرات وراء القرارات التصحيحية المختارة ، وأنواع أخرى من الدروس المستفادة من الرقابة على الجدول الزمني يجب توثيقها لكي تصبح جزءاً من قاعدة البيانات التاريخية لكل من المشروع الحالي والمشروعات الأخرى داخل المنظمة القائمة .