جدولة المشـــروع

Project Scheduling

1-6 تمهيـــد

إن إعداد وتطوير كل من خطة المشروع Project Plan وجدولة المشروع Project Schedule وموازنة المشروع project Budget باعتبارهـا الأدوات الرئيسية الثلاثـة في إدارة المشروع إنما يعتمد على نفس الأسس المشار إليها في الجزء الأول من الفصل السابق وتقوم هذه الأسس على ركيزتين أساسيتين:

1. إن الذي يقوم بالتخطيط والجدولة وإعداد الموازنات في المشاريع عليه ان يسأل نفسه: ما الذي يجب ان يتم عمله؟ متى يجب ان يتم عمله؟ ما هـي المـوارد اللازمـة لـذلك؟ وما هي كلفة هذه الموارد؟
2. إن إعـداد هـذه الأدوات الـثلاث إنمـا يعتمـد علـى عمليـه تجزئـة هيكـل العمـل Work Break Structure (WBS) والذي يتم عن طريقه تجزئة البرنامج إلى مشاريع والمشروع إلى مهمات والمهمة الى حزم عمل وحزمة العمل إلى وحدات عمـل ووحـدة العمل إلى أنشطة والتي هي أبسط الفعاليات والعمليات التي يتم البناء عليها في تجميـع النظام.

استنادا إلى مـا تقـدم فإننـا نـستطيع تقـديم تعريـف مبـسط لجدولـة المـشروع Project Schedule على أنها عملية تحويل خطة المشروع Project Plan إلى جدول زمني Time Table لتشغيل المشروع ابتداء من لحظة مباشرة العمل في المشروع Start مـرورا

بجميع الأنشطة المتتابعة والمتداخلة والأحداث Events والمحطات الرئيسية Mile Stones وصولا إلى لحظة انتهاء العمل في المشروع Finish وتحديد الوقت اللازم لتنفيذ المشروع من لحظة البدء وحتى لحظة الانتهاء .

2-6 منافع جدولة المشروع Benefits of Project Scheduling

تُعنَى جدولة المشروع بأحد أهم الموارد في المشروع وهو الوقت Time ، ولأن الوقت هو واحد من الأهداف الرئيسية للمشروع فإن إدارة الوقت Time Management تعتبر من العوامل المهمة في وصول المشروع إلى أهدافه و تحقيق الكثير من المنافع التي نذكر منها:

- تعتبر جدولة المشروع إطارا منسقا لتخطيط وتوجيه ومراقبة المشروع.
- تُبيِّن جدولة المشروع حالة الاعتمادية والتداخل Interdependency لكافة الأنشطة ووحدات العمل وحزم العمل والمهام في المشروع.
- تشير الجدولة إلى الوقت الذي يحتاج فيه المشروع إلى تواجد بعض الخبرات والمهارات الخاصة بحيث تتم متابعة تواجدها في المشروع عند الحاجة لها وذلك لتعذر تواجدها قبل هذا الوقت، أو بعد إنهاءها لمهامها.
- تساعد الجدولة في توفير خطوط اتصال أوضح وأقصر بين الأقسام والوظائف وفرق العمل.
- تساعد الجدولة في تحديد التاريخ المتوقع لانهاء المشروع.
- تساعد الجدولة في تحديد الأنشطة الحرجة Critical Activities التي إذا تأخرت فإن وقت إتمام المشروع سيتأخر.

- تساعد الجدولة في تحديد الأنشطة الراكدة Slack والتي إذا تأخرت لوقت معلوم فإنها لن تؤثر سلبا على وقت إنهاء المشروع .
- تساعد الجدولة في تحديد تواريخ بداية ونهاية الأنشطة وعلاقة هذه الانشطة بالانشطة الاخرى، وهذا يساعد في عمل التنسيق اللازم لإتمام الأنشطة في الأوقات المطلوبة بشكل انسيابي دون حصول اختناقات في العمل.
- تساعد الجدولة في تخفيف الخلافات الشخصية وتقلل من الصراعات على الموارد وذلك لأن الأوقات محددة مسبقا وبالتالي فإن وقت الحاجة لهذه الموارد يكون معلوما وتستطيع الأطراف المختلفة أن تنسق فيما بينها بأقل اختلاف أو صراع لتأمين هذه الموارد.

3-6 مراحل جدولة المشروع Project Scheduling Phases

تمر عملية جدولة المشروع في ثلاث مراحل أساسية وهي على التوالي:

6-3-1 مرحلة التخطيط Planning Phase

وتتضمن تحليل أنشطة المشروع إلى وحدات بحيث تكون كل وحدة مكونة من مجموعة من الانشطة من نفس نوع العمل وبنفس الحجم، ثم تحليل هذا المستوى الى المستويات الأدنى... الخ وهذا ما يسمى Work Break Structure (WBS) ثم بعد ذلك يتم بناء شبكة عمل المشروع Network ابتداء من تحديد الوظائف الأساسية Jobs والأنشطة اللازمة لإنجاز المشروع مع بيان طبيعة العلاقة بين هذه الأنشطة، وعملية التسلسل والتتابع في إنجازها.

6-3-2 مرحلة جدولة الأنشطة Scheduling Phase

وتتكون من تحديد الوقت اللازم لإنجاز كل نشاط من أنشطة المشروع، ثم تقدير التكاليف اللازمة لإنجاز كل نشاط من هذه الأنشطة وبالتالي تقدير التكاليف الكلية اللازمة لإنجاز المشروع Budget، ومن ثم تخصيص الموارد المادية والبشرية اللازمة لكل نشاط من أنشطة المشروع.

6-3-3 مرحلة الرقابة Control Phase

وفي هذه المرحلة يتم التحقق فيما إذا كان العمل قد تم تنفيذه وفق ما خطط له أم أنه قد حدثت انحرافات في التنفيذ مثل تأخر بعض الأنشطة عن الوقت المحدد لإنجازها، أو اختلاف الموارد المادية والبشرية المستخدمة عن الكميات المقدرة في الخطة. ثم القيام بإجراء التصحيح اللازم لمعالجة الانحرافات، للعمل على تلافي حدوثها في المراحل اللاحقة من المشروع.

6-4 طرق جدولة المشروع Project Scheduling Methods

يوجد طريقتان أساسيتان في تنفيذ جدولة المشروع هما خرائط جانت Gantt Charts والبرمجة الشبكية Network Programming وتقسم طريقة البرمجة الشبكية أيضا إلى أسلوبين هما أسلوب المسار الحرج Critical Path Method (CPM) وأسلوب بيرت Programming Evaluation Revision Technique (PERT).

1-4-6 خرائط جانت Gantt charts

وهي إحدى أقدم الطرق المستخدمة في جدولة الأنشطة وقد تم تطويرها على يد أحد رواد علم الإدارة وهو هنري جانت Henry L Gantt سنة 1917 وهي طريقة بسيطة، سهلة الاعداد، سهلة القراءة وفعالة خاصة في تحديد مدى التقدم في تنفيذ الانشطة ومراقبة الزمن. وتتكون خرائط Gantt من محورين أحدهما أفقي والآخر عمودي، حيث تظهر على المحور العمودي أنواع أو أسماء الأنشطة، بينما يظهر على المحور الأُفقي الزمن اللازم لتنفيذ النشاط مع تحديد بداية النشاط ونهاية النشاط ويرسم على شكل مستطيل تدل بدايته على بداية العمل بالنشاط ونهايته تمثل نهاية العمل بالنشاط، ويدل طول المستطيل على الوقت اللازم لإنجاز النشاط.

مثال 6-1: رسم خريطة جانت Gannt Chart

يحتاج تنفيذ أحد المشاريع إلى الأنشطة الأربعة المبينة في الجدول 6-1 والذي يبين الزمن اللازم لتنفيذ كل نشاط بالأسبوع.

جدول 6-1

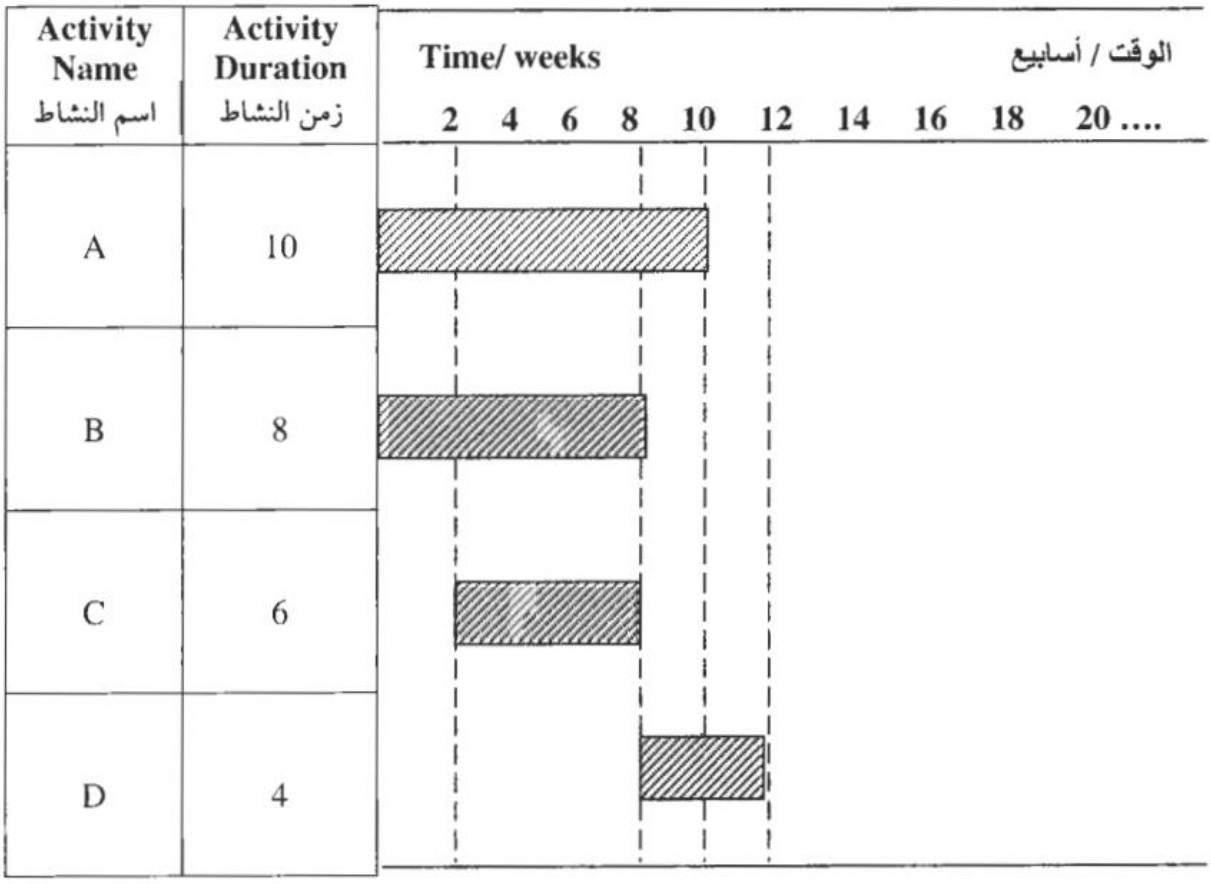
أنشطة مثال 6-1

Activity Number رقم النشاط	Activity Time / week زمن النشاط/ اسبوع
A	10
B	8
C	6
D	4

مع ملاحظة أن النشاطين A و B يمكن أن يبدءا في نفس الوقت متزامنين ومتوازيتين، والنشاط C يبدأ بعد أسبوعين من بداية النشاطين A ، B والنشاط D لا يمكن أن يبدأ إلاّ بعد انتهاء النشاط C .

شكل 6-1

رسم خريطة جانت Gantt Chart للمثال 6-1



في الشكل أعلاه يظهر أنّ الوقت اللازم لإنهاء المشروع يساوي 12 أسبوع.

6-4-2 البرمجة الشبكية Network Programming

تعرف الشبكة Network على أنها تمثيل بياني Graphical Presentation لأنشطة المشروع بطريقة تبين التسلسل والتتابع المنطقي Sequence لأنشطة المشروع والأوقات اللازمة لتنفيذ هذه الأنشطة من لحظة بداية المشروع وحتى نهايته، مع توضيح المسارات المحتملة لإنهاء المشروع والمسار الحرج Critical Path (CP) الذي يمثل أطول هذه المسارات لإتمام المشروع.

6-4-2-1 عناصر الشبكة Network Elements

تتكون الشبكة من العناصر التالية:

1. النشاط **Activity** : وهو أحد وظائف المشروع والذي يتطلب إكماله كمية محددة من الوقت والموارد. وتتمتع أنشطة المشروع بالخصائص التالية:

خصائص الأنشطة في المشروع:

- التتابع **Sequence**

يتكون المشروع من عدد من الأنشطة التي يجب أن يتم إكمالها بطريقة محددة ومنتظمة ومتتابعة، وتتابع الأنشطة نابع من المتطلبات الفنية لإنجاز المشروع وليس من الرغبات الإدارية، وبتحديد التتابع من المفيد أن ننظر إلى الأنشطة بمنظور المدخلات والمخرجات، لأن مخرجات بعض الأنشطة قد تكون مدخلات لأنشطة أخرى كما أنّ تحديد التتابع يتأثر بقيود الموارد Resource Constrains والتي قد تتطلب أن

يقوم شخص واحد بإنجاز النشاطين ولـذا فـان عليـه أن ينهـي النـشاط الأول حتـى يستطيع أداء النشاط الثاني.

- **التفرد: Uniqueness**

أنشطة أي مشروع هي بالتأكيد أنشطة فريدة لأنها لم ولن تستخدم بنفس الطريقـة في المشاريع الأخرى حتى لو تشابهت ظـاهرا، ولتوضـيح ذلـك لـو افترضـنا أنّ هنـاك مـشروعين متمـاثلين (ولنقـل بنـاء فـيلا عـدد 2) وهمـا مـشروع A1، A2 وكـان المشروعان متماثلان من حيث التصميم والشكل والمكونـات... الخ، فـإن الأنـشطة التي ستستخدم في بناء المشروع A1 ستختلف بالتأكيد عن الأنـشطة الـتي ستـستخدم في بناء المشروع A2 سـواء مـن حيـث وقـت النـشاط، أو كلفـة النـشاط أو المـوارد المستخدمة في اكمال نشاط أو كفاءة العاملين أو مستوى الإنجاز والمواصفات أو مـن حيث طبيعة اختلاف الزبون... الخ وعليه فإنه حتى لو تشابهت بعـض الأنـشطة في المشروع أو طريقة أدائها فإن مجموع الأنشطة التي أنجزت المشروع لا يمكن أن تتطابق مع المشروع الآخر.

- **التعقيد Complexity**

تمتاز أنشطة المشروع بالتعقيد وعدم البساطة، لأنها تكـون متكـررة أحيانـا، وتـشمل أكثر من مرحلة وتتداخل مع أنشطة أخرى أحيانا أخرى، فمثلا يحتاج دهـان منـزل إلى عمليات حفّ الجدران ثم معجنتهـا وتنعيمهـا وبعـد ذلـك يـتم دهـان الأسـاس والدهان النهائي والذي قد يكـون لـون واحـد أو مـزيج ألـوان، وتتـداخل أعمـال الدهان مع أعمال الكهرباء وأعمال الحدادة وأعمـال النجـارة....الخ وهـذا يجعلـها أنشطة معقدة.

- **الترابط Connectivity**

ينتج ترابط الأنشطة من أنّ بعضها يتتابع، بحيث لا يمكن البدء بنشاط ما إلا بعد إكمال النشاط الذي يسبقه، أو أنّ نشاطا معينا سوف يتأخر لأن بعض الأنشطة التي يُشترط إكمالها لأداء هذا النشاط تأخرت، فمثلا في مشروع إكمال الدراسة الجامعية فان الطالب لا يستطيع أن يقوم بتسجيل ودراسة مساق معين إلا إذا أتمّ إنهاء مساق يسبقه ويصطلح على تسميته بالتعبير الدارج أنّ المادة A تفتح للمادة B، مثال آخر لا يمكن أن تبدأ الأدوار النهائية لبطولة ما في كرة القدم قبل إكمال الأدوار التمهيدية لها..... وهكذا.

- **الاعتمادية Dependency**

إن تتابع الأنشطة Sequence وترابطها Connectivity يجعل هذه الأنشطة معقدة وتعتمد بدرجة كبيرة على بعضها البعض.

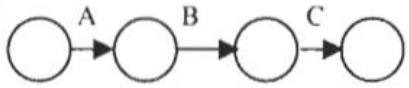
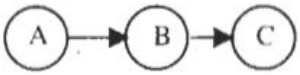
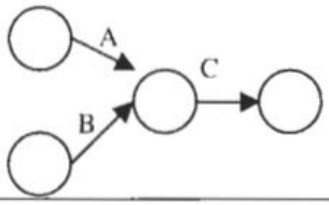
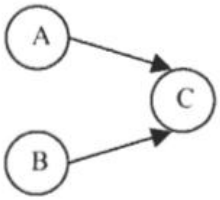
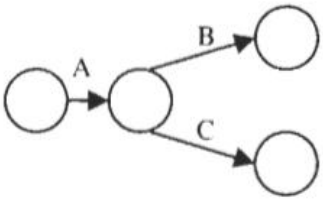
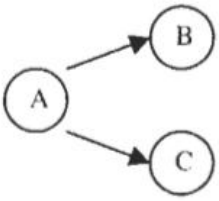
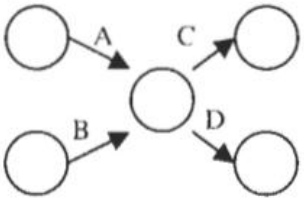
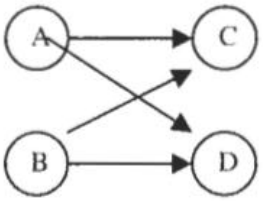
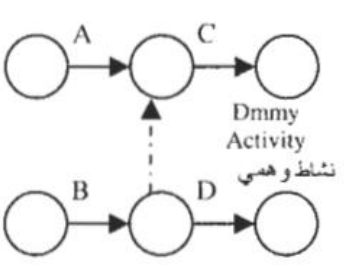
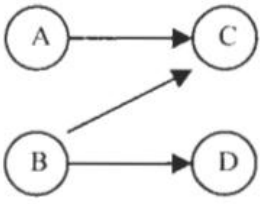
طرق رسم النشاط:

ويمكن رسم النشاط على الشبكة بأحد طريقتين كما هو موضح في الشكل 6-2:

- النشاط على السهم Activity on Arrow.
- النشاط على القطب Activity on Node.

شكل 6-2

مقارنة بين طرق رسم النشاط

Activity On Arrow النشاط على السهم AOA	Activity Meaning معنى النشاط	Activity On Node النشاط على القطب AON
	النشاط A يبدأ قبل B، وكليهما يسبق النشاط C	
	النشاط A والنشاط B كليهما يجب أن ينتهيا قبل أن يبدأ النشاط C.	
	النشاط B والنشاط C لا يمكن أن يبدءا إلا بعد انتهاء النشاط A.	
	النشاط C والنشاط D، لا يمكن ان يبدءا قبل أن ينتهي النشاطان A و B.	
	النشاط C لا يمكن أن يبدأ قبل ان ينتهي النشاطان A و B والنشاط D لا يمكن أن يبدأ قبل انتهاء النشاط B.	

المصدر:

Heizer. Jay and Barry Render, 2006, Operation Manyement 8th edition, Pearson Education Inc.

2. الحدث Event: وهو لحظة البدء بنشاط معين أو لحظة الانتهاء منه، والحدث هو نتيجة نشاط أو أكثر والنشاط يقع بين حدثين. ويتم رسم الحدث بطريقة معاكسة للنشاط فإذا كان النشاط على السهم، يكون الحدث على القطب (الدائرة او المربع) والعكس صحيحاً فإذا كان النشاط على القطب (المربع او الدائرة) يكون الحدث على السهم.

3. المسار Path: وهو عبارة عن سلسلة من الأنشطة المتتابعة التي تربط بين نقطة البدء بالمشروع ونقطة إتمامه ككل. ويكون للمشروع أكثر من مسار.

4. المسار الحرج Critical Path (CP): وهو سلسلة من الأنشطة الحرجة المتتابعة التي تربط بين نقطة بدء المشروع ونقطة نهايته، وهو أطول المسارات على الشبكة المكونة لنشاط المشروع ككل. ورغم أنّ المسار الحرج يمثل أطول المسارات على الشبكة، إلا أنّه يشكل أفضل وقت لإتمام المشروع بشكل كامل.

5. النشاط الحرج Critical Activity: وهو النشاط الذي يترتب على تأخيره تأخير المشروع ككل.

6. النشاط الوهمي Dummy Activity: وهو نشاط ليس له وجود، ويستخدم فقط لتسهيل رسم الشبكة وبيان العلاقة بين الأحداث فهو لا يحتاج إلى وقت ولا إلى موارد، ويرسم على الشبكة على شكل سهم منقط.

مثال 6-2: رسم شبكة المشروع

طلب من أحد المطابع القيام بتركيب محرقة ورق، لتلبية شروط وزارة البيئة، وقد تم إعداد دراسة حول الأنشطة المطلوبة ومدى تتابعها كما يظهر في جدول 6-2

جدول 6-2

تركيب محرقة ورق

Activity النشاط	Description وصف النشاط	Precedent Activity النشاط السابق
A	بناء الأجزاء الداخلية	-
B	تحديد السقف والأرضية	-
C	بناء مدخنة	A
D	صب الإسمنت وبناء الإطار	A , B
E	بناء المحرقة	C
F	تركيب نظام منع التلوث	C
G	تركيب جهاز تنقية الهواء	D , E
H	الفحص والتجريب	F , G

المطلوب:

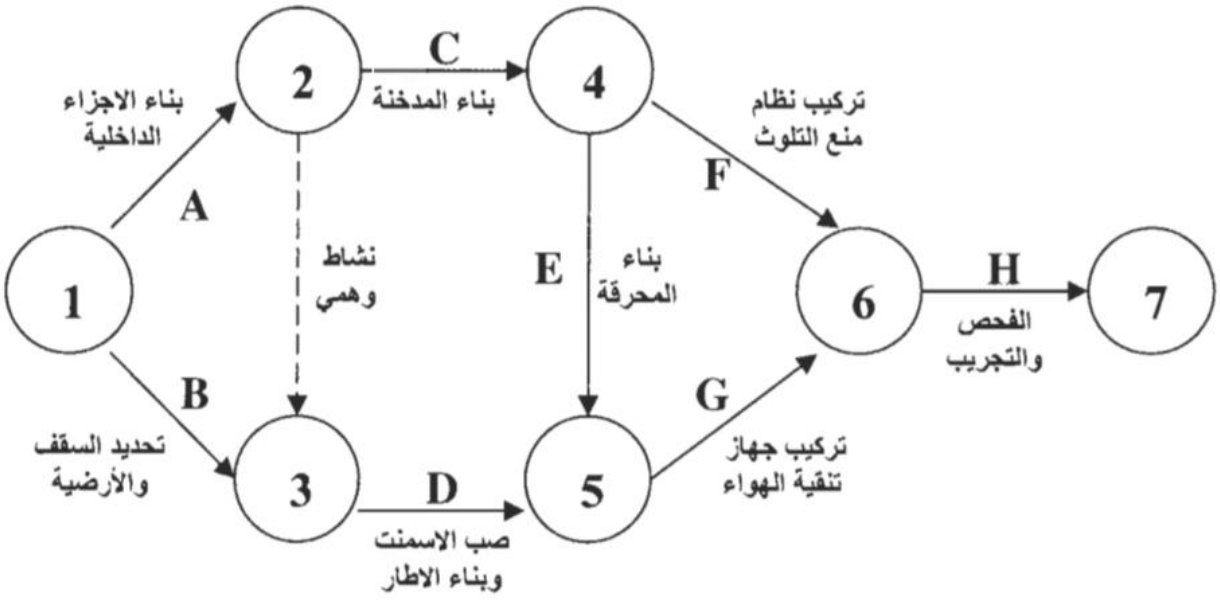
- رسم شبكة المشروع باستخدام طريقة النشاط على السهم (AOA)
- رسم شبكة المشروع باستخدام طريقة النشاط على القطب (AON)

الحل:

1. رسم شبكة محرقة الورق باستخدام طريقة النشاط على السهم AOA والحل موجود في الشكل 6-3.

شكل 6-3

رسم شبكة مشروع بناء محرقة ورق باستخدام النشاط على السهم AOA



5-6 تسريع المشروع Project Crashing

وهي العملية التي يتم من خلالها تسريع وقت إنهاء المشروع مع الاستعداد لتحمل التكاليف الإضافية المترتبة على هذا التسريع، وعند القيام بتنفيذ عملية التسريع Crashing من المفيد الانتباه إلى المرتكزات التالية:

1- إنّ عملية تسريع المشروع Project Crashing ليست إعتباطية وإنما يتم تقييمها واتخاذ القرار بخصوصها بعد إخضاعها لمبدأ الكلفة والمنفعة Cost and Benefit.

2- إنّ عملية تسريع المشروع Project Crashing ليست مزاجية، ولا يتم اتخاذ قرار بتبنيها إلا في ظل وجود أسباب موجبة، نذكر بعضاً منها:

- وجود خطأ في جدولة المشروع Project Schedule من الأساس، بحيث يكون قد تم وضع أوقات تنفيذ متفائلة أكثر من اللازم لأنشطة المشروع، وعند بدء التنفيذ، تبين أنه من الصعب إنجاز هذه الأنشطة ضمن الأوقات المجدولة، مما يستدعي تحمّل كلف إضافية حتى نتمكن من إنهاء المشروع في الأوقات المذكورة.
- نشوء ظروف بيئية داخلية تؤدي إلى تأخير تنفيذ بعض الأنشطة الحرجة Critical Activities والتي يؤدي تأخر تنفيذها إلى تأخر تنفيذ المشروع ككل مثل: غيابات العاملين، تأخر وصول بعض الموارد الحرجة Critical Resources، ظهور صعوبات فنية Technical Difficulties، عدم توفر السيولة اللازمة Lack of Liquidity لتنفيذ بعض الأنشطة،...الخ. كل هذه المشكلات ممكن أن تؤدي إلى تسريع بعض الأنشطة اللاحقة حتى يتم الالتزام بالوقت المطلوب للتنفيذ مع دراسة الكلفة الإضافية المترتبة على ذلك ومقارنتها بغرامات التأخير.

- نشوء ظروف بيئية خارجية ممكن أن تؤدي لتأخير تنفيذ بعض الأنشطة الحرجة مثل: تأخر الموردين في توريد بعض المواد الضرورية، ظروف مناخية تؤدي لتعطيل العمل بالمشروع كالسيول والثلوج والأعاصير...الخ، حصول حروب واضطرابات اجتماعية قد تؤدي لجعل الاستمرار في ذلك الوقت يحتوي على مخاطرة عالية...الخ.
- التسريع بناء على طلب الزبون مع استعداده لتقديم مكافأة مالية Bonus مقابل إنهاء المشروع قبل وقته المقرر، بحيث يتم مقارنة هذه المكافأة مع الكلف الإضافية المترتبة على عملية التسريع (الكلفة والمنفعة Cost and Benefit).
- حصول تغير في القوانين والتشريعات الحكومية يترتب عليه إجراء تعديل في طريقة تنفيذ المشروع، بحيث يتم تسريع وقت إنهاء المشروع مقابل تحمل كلف إضافية مترتبة على ذلك.

3- إن عملية التسريع Crashing تبدأ بالأساس على المسار الحرج، لأنه المسار الأطول، وأي تسريع لوقت تنفيذ المشروع يعني تقصير وقت المسار الحرج عن طريق تسريع الأنشطة الحرجة، وبعد ذلك ينظر إلى المسارات الأخرى ونقرر اذا كانت بحاجة إلى تسريع أم أن عملية التسريع لا تؤثر على تلك المسارات وتبقى كما هي