



طريقة المسار الحرج

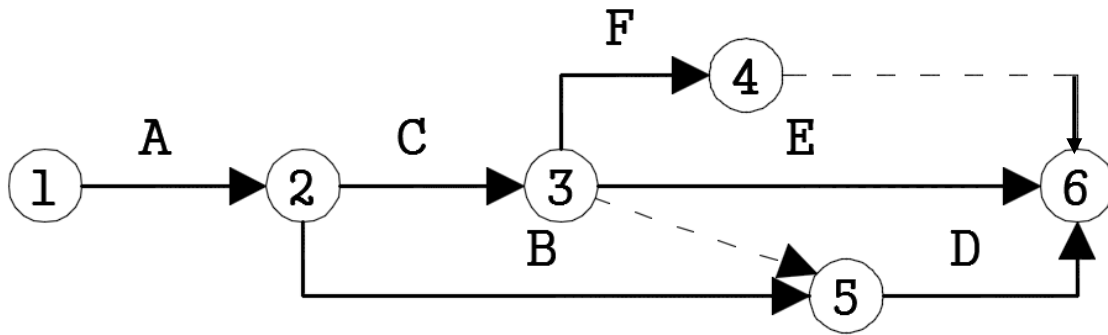
Critical Path Method (CPM)

الخطوات اللازمة للجدولة: / WPS تحليل المشروع إلى العمليات المكونة له من أجل تحديد زمن العملية وكلفتها وعلاقتها بالعمليات الأخرى /
وتأتي أهميته (تخطيط وجدولة المشروع " برنامج زمني " - إدارة أداء ومراقبة - تحديد تكاليف)

- تقسيم العمل
- ربط العمليات منطقياً
- تحديد العمليات الأساسية
- اختيار تقنية جدولة ملائمة
- تقدير مدة كل عملية

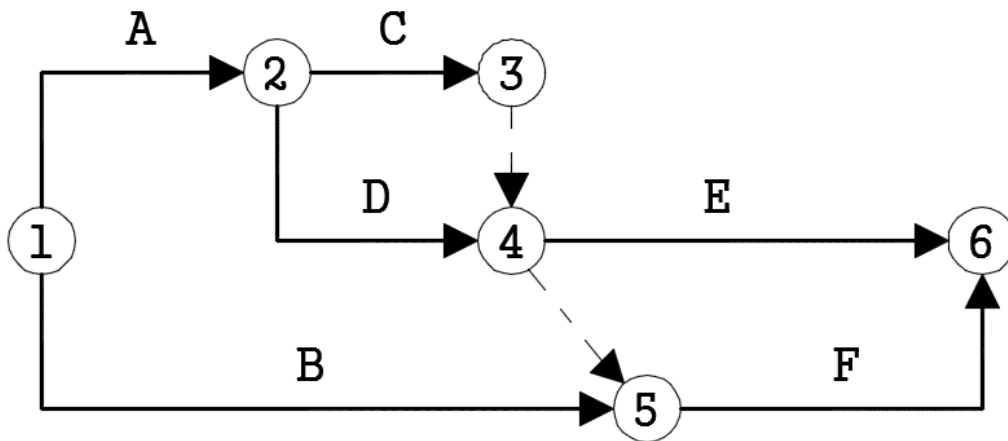
مسألة (1) : المطلوب رسم المخطط الشبكي للعمليات المبينة في الجدول:

العملية	A	B	C	D	E	F
العمليات السابقة	-	A	A	B, C	C	C



مسألة (2) : المطلوب رسم المخطط الشبكي للعمليات المبينة في الجدول:

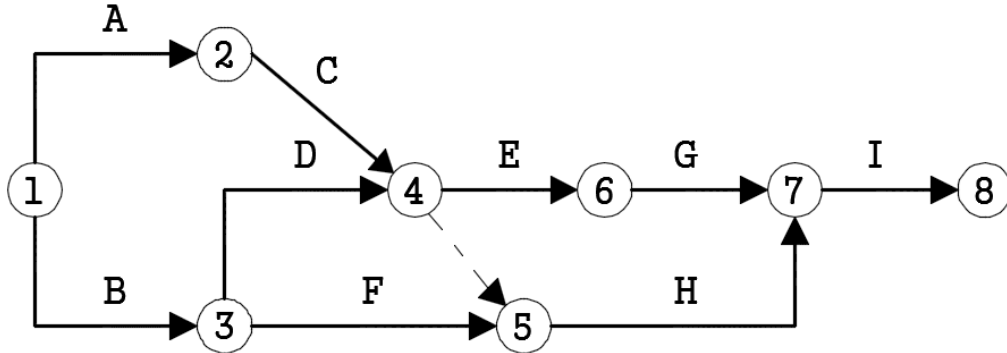
العملية	A	B	C	D	E	F
العمليات السابقة	-	-	A	C, D	A	B, C, D





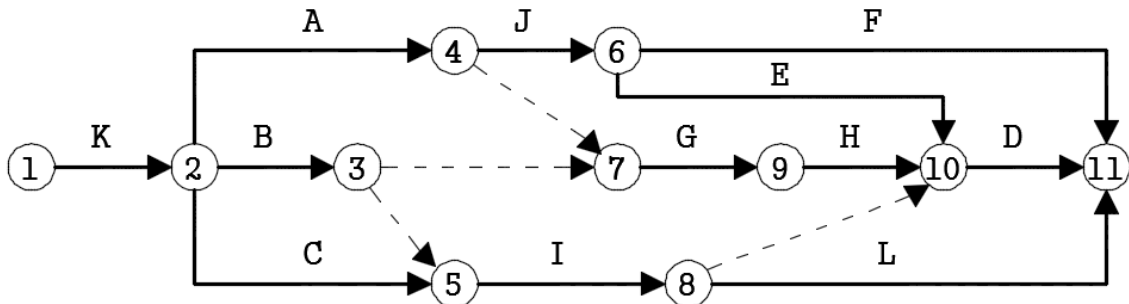
مسألة (3) : المطلوب رسم المخطط الشبكي للعمليات المبينة في الجدول:

I	G	H	E	F	D	C	B	A	العملية
G, H	E	C, D, F	C, D	B	B	A	-	-	العمليات السابقة



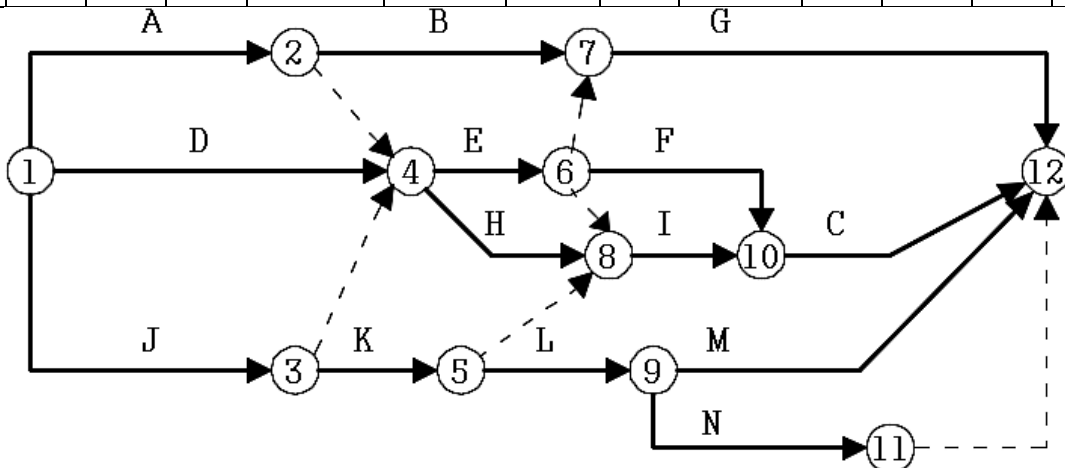
مسألة (4) : المطلوب رسم المخطط الشبكي للعمليات المبينة في الجدول:

C	L	D	H	F	E	I	G	J	B	A	K	العملية
K	I	E, H, I	G	J	J	B, C	A, B	A	K	K	-	العملية السابقة



مسألة (5) : المطلوب رسم المخطط الشبكي للعمليات المبينة في الجدول:

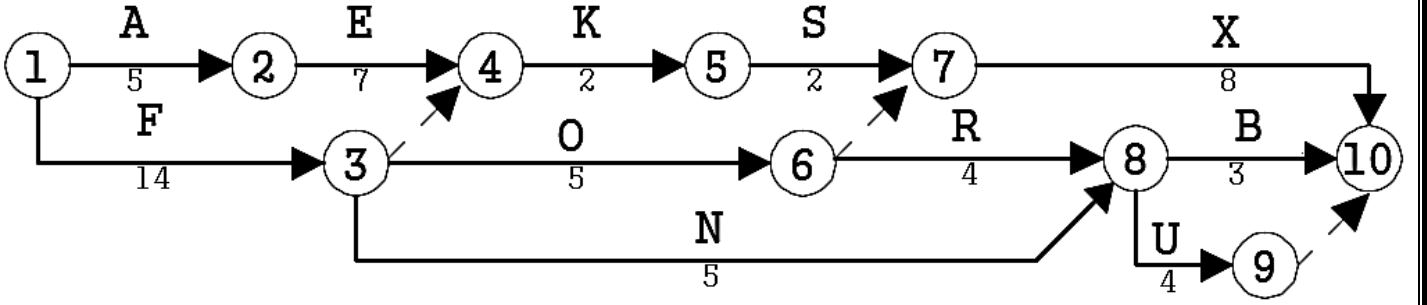
N	M	L	K	J	I	H	G	F	E	D	C	B	A	العملية
L	L	K	J	-	E, H, K	A, D, J	B, E	E	A, D, J	-	F, I	A	-	العملية السابقة





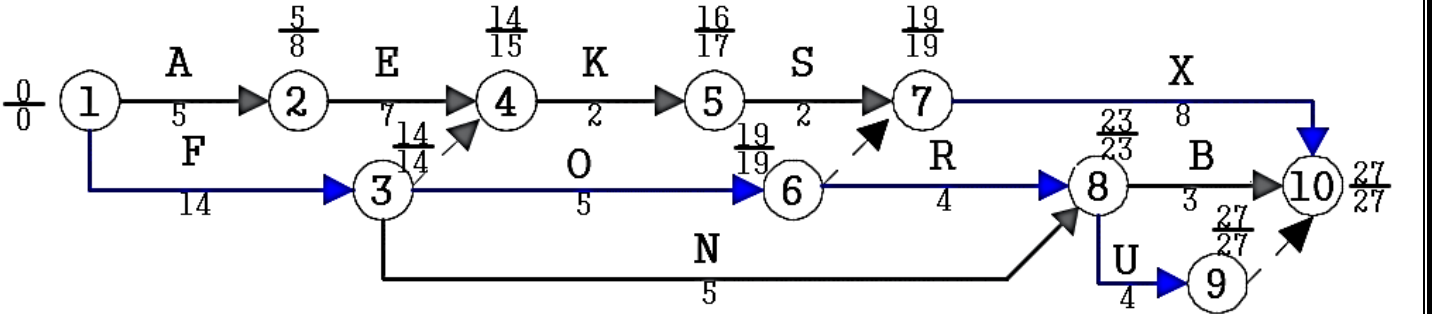
مسألة (6) : المطلوب رسم المخطط الشبكي للعمليات المبينة في الجدول:

العملية	A	B	E	N	F	X	R	O	S	K	U
العملية السابقة	-	R, N	A	F	-	S, O	F	O	K	R, N	R, N
مدة التنفيذ	5	3	7	4	14	8	4	5	2	2	4



تحليل المخطط الشبكي:

نقصد بتحليل المخطط الشبكي حساب أزمنة البدء والانتهاج للعمليات وتحديد الاحتياطي الزمني لبعض العمليات وتحديد المسار الحرج بالإضافة لمدة تنفيذ المشروع. حيث نقوم بوضع مدة تنفيذ العملية تحت السهم الذي يمثل العملية وذلك من أجل جميع العمليات على المخطط (باستثناء العمليات الوهمية إذ أن العملية الوهمية ليس لها مدة تنفيذ).



المسار الحرج:

الحادثة الحرجة: هي الحادثة التي يتساوى فيها الزمن المبكر مع الزمن المتأخر.

أما العملية الحرجة فهي العملية المحصورة بين حادثتين حرجتين و مدة تنفيذها تساوي الفرق بين زمن حادثة النهاية وزمن حادثة البداية.

أما المسار الحرج فهو سلسلة من العمليات الحرجة التي تبدأ من حادثة بدء المشروع وتنتهي بحادثة نهاية المشروع، وتمثل أطول مسار زمني يصل بين حادثتي البدء والانتهاج للمشروع، وبالتالي يحدد هذا المسار زمن تنفيذ كامل المشروع.

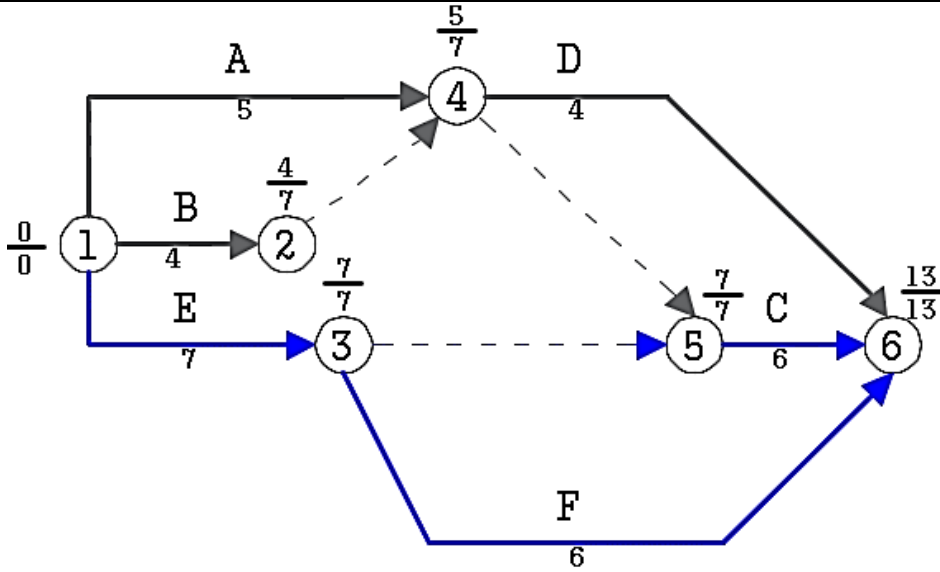
ملاحظات:

- إن تأخير عملية واقعة على المسار الحرج بفترة زمنية ما يؤدي إلى تأخير المشروع بنفس الفترة.
- تسريع عملية واقعة على المسار الحرج يؤدي إلى تسريع المشروع، ولكن ليس بالضرورة أن يكون تسريع المشروع بنفس المقدار.



- تخصص الموارد المهمة لعمليات المسار الحرج كون تأخير هذه العمليات يؤخر المشروع.
 - أي تعديل أو إعادة في إسناد الموارد قد يغير المسار الحرج.
- مسألة: المطلوب رسم المخطط الشبكي للمشروع المبينة عملياته في الجدول وكذلك تحليل المخطط الشبكي الناتج

العملية	A	B	C	D	E	F
العملية السابقة	—	—	A, B, E	A, B, E	A, B	—
مدة العملية	5	4	6	4	7	6



مدة تنفيذ المشروع: من تحليل المخطط نجد أنها 13 يوم.

تحديد المسار الحرج: الحوادث الحرجة 1, 2, 3, 4. العمليات الحرجة E, C, F. المسار الحرج EC, EF.
حساب أزمنة البدء والانتهاج للعمليات:

ننظم نتائج أزمنة البدء والانتهاج للعمليات في الجدول التالي:

1	2	3	4 = 2 + 3	5 = 6 - 2	6	7	8 = 6 - 4
العملية	المدة	EST	EFT	LST	LFT	FF	TF
A	5	0	5	2	7	0	2
B	4	0	4	3	7	1	3
C	6	7	13	7	13	0	0
D	4	5	9	9	13	4	4
E	7	0	7	0	7	0	0
F	6	7	13	7	13	0	0



أثر المتغيرات الزمنية التي تطرأ على عمليات المشروع:

في المسألة السابقة ما هو أثر المتغيرات التالية على مدة تنفيذ المشروع: (1- العملية B: بدأت بعد الزمن المبكر بـ 2 يوم وأصبحت مدة التنفيذ 7 يوم. 2- العملية A: بدأت بالزمن المبكر وأصبحت مدتها 9 أيام.)
الحل:

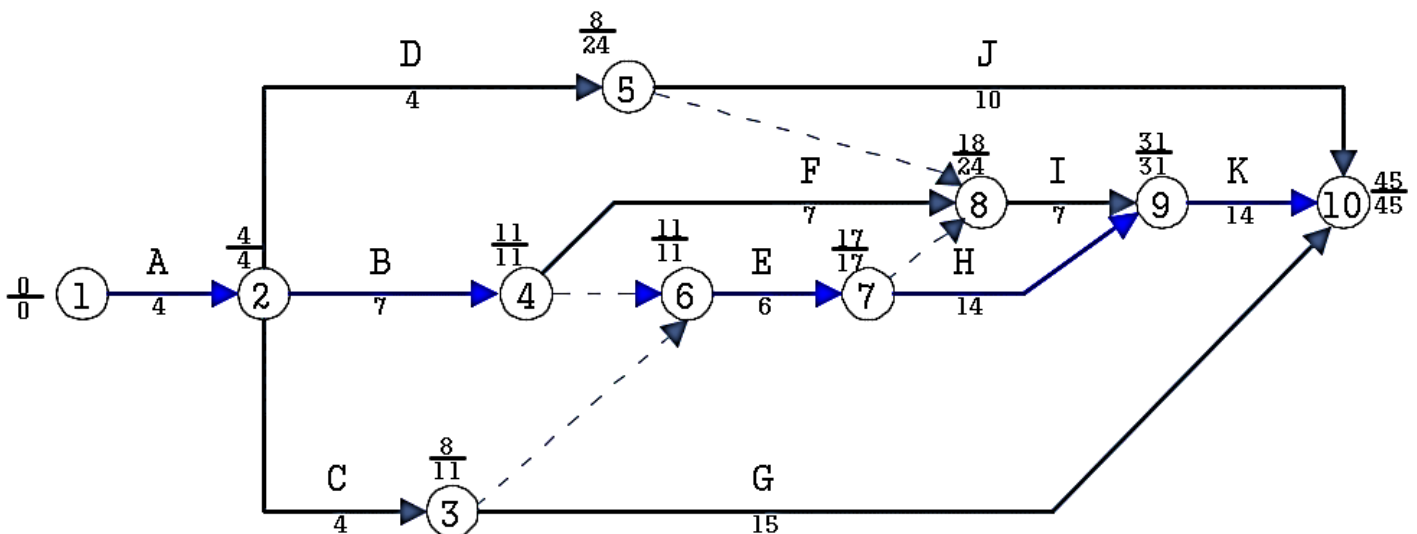
العملية	TF	الانزياح عن زمن البدء المبكر	زيادة المدة	التأثير الاجمالي
B	3	2	3	-2
A	2	0	4	-2

- إن التأثير الاجمالي للمتغيرات التي حدثت للعملية يساوي العموم الكلي مطروحاً منه (الانزياح وزيادة المدة).
- القيمة السالبة تعني تأخير المشروع في حين أن القيمة الموجبة تعني تسريع المشروع.
- يؤخذ التأخير النهائي (تأثير جميع العمليات) تبعاً لـ :
 - المسارات المتوازية: يؤخذ التأثير الأكبر للتأخير.
 - المسارات المتلاحقة: يتم الجمع الجبري لقيم التأثير الإجمالي.

مسألة: المطلوب رسم المخطط الشبكي للمشروع المبينة عملياته في الجدول وكذلك تحليل المخطط الشبكي الناتج

العملية	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	
العملية السابقة	-	A	A	A	C, B	B	C	E	E, F, D	C, B	H, I	D
مدة العملية	4	7	4	4	6	7	15	14	7	10	14	10

الحل:





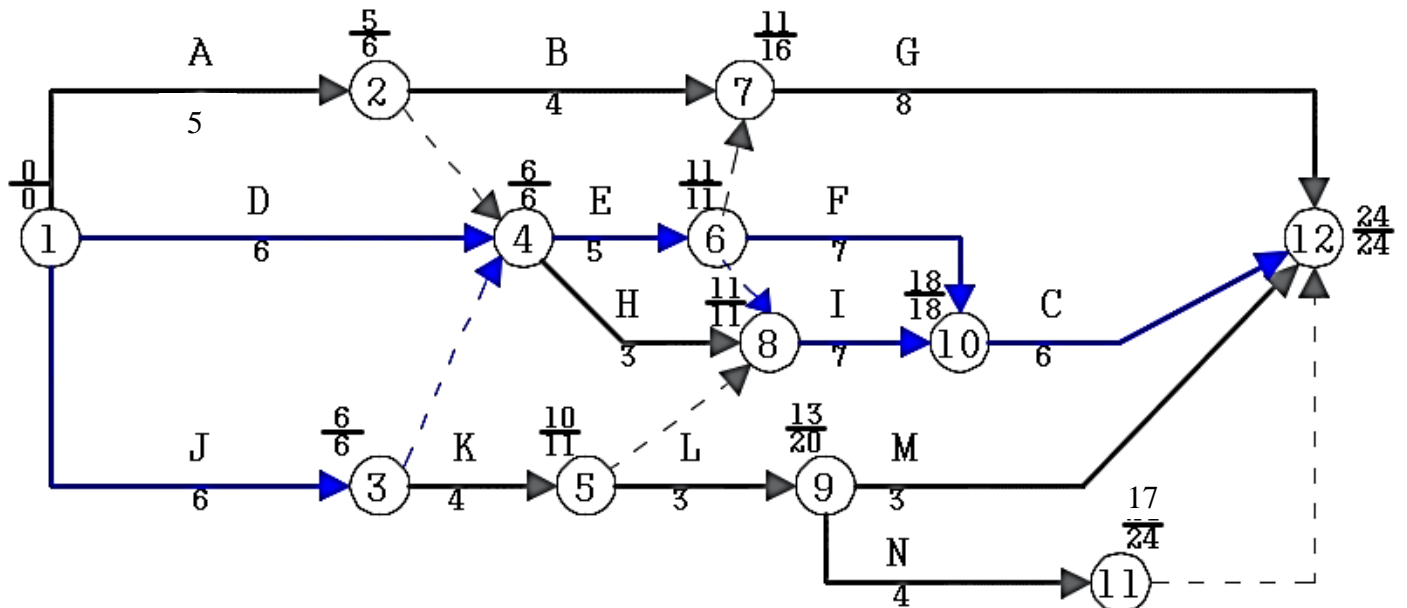
1	2	3	$4 = 2 + 3$	$5 = 6 - 2$	6	7	$8 = 6 - 4$
العملية	المدة	EST	EFT	LST	LFT	FF	TF
A	4	0	4	0	4	0	0
B	7	4	11	4	11	0	0
C	4	4	8	7	11	0	3
D	4	4	8	20	24	0	16
E	6	11	17	11	17	0	0
F	7	11	18	17	24	0	6
G	15	8	23	30	45	22	22
H	14	17	31	17	31	0	0
I	7	18	25	24	31	6	6
J	10	8	18	35	45	27	27
K	14	31	45	31	45	0	0

المسار الحرج هو : (A B E H K) .

مسألة: المطلوب رسم المخطط الشبكي للمشروع المبينة عملياته في الجدول وكذلك تحليل المخطط الشبكي الناتج

N	M	L	K	J	I	H	G	F	E	D	C	B	A	العملية
L	L	K	J	-	E, H, K	A, D, J	B, E	E	A, D, J	-	F, I	A	-	العملية السابقة
4	3	3	4	6	7	3	8	7	5	6	6	4	5	المدة

- كم تصبح مدة المشروع إذا بدأت العملية I بعد زمن بدئها المبكر بأسبوع وأصبحت مدتها 8 أسابيع.
- كم تصبح مدة المشروع إذا بدأت العملية B بعد زمن بدئها المبكر بأسبوعين وأصبحت مدتها 5 أسابيع.
- كم تصبح مدة المشروع إذا بدأت العملية N في الأسبوع 12 وأصبحت مدتها 15 أسبوع، وبدأت العملية G في زمنها المبكر وتأخرت 6 أسابيع.





1	2	3	4 = 2 + 3	5 = 6 - 2	6	7	8 = 6 - 4
العملية	المدة	EST	EFT	LST	LFT	FF	TF
A	5	0	5	1	6	0	1
D	6	0	6	0	6	0	0
J	6	0	6	0	6	0	0
E	5	6	11	6	11	0	0
H	3	6	9	8	11	2	2
B	4	5	9	12	16	2	7
K	4	6	10	7	11	0	1
G	8	11	19	16	24	5	5
L	3	10	13	17	20	0	7
F	7	11	18	11	18	0	0
I	7	11	18	11	18	0	0
C	6	18	24	18	24	0	0
N	4	13	17	20	24	7	7
M	3	13	16	21	24	8	8

المسار الحرج: (DEFC , JEFC , DEIC , JEIC).

العملية	TF	الانزياح عن زمن البدء المبكر	زيادة المدة	التأثير الاجمالي
I	0	1	1	2
B	7	2	1	3 < 7 (لا يوجد)
N	7	-1	11	3
G	5	0	6	1

بما أن G, N لا تقعان على مسار واحد فالتأخير الحاصل هو الأكبر بينهما وبالتالي سيتأخر المشروع 3 أسابيع.

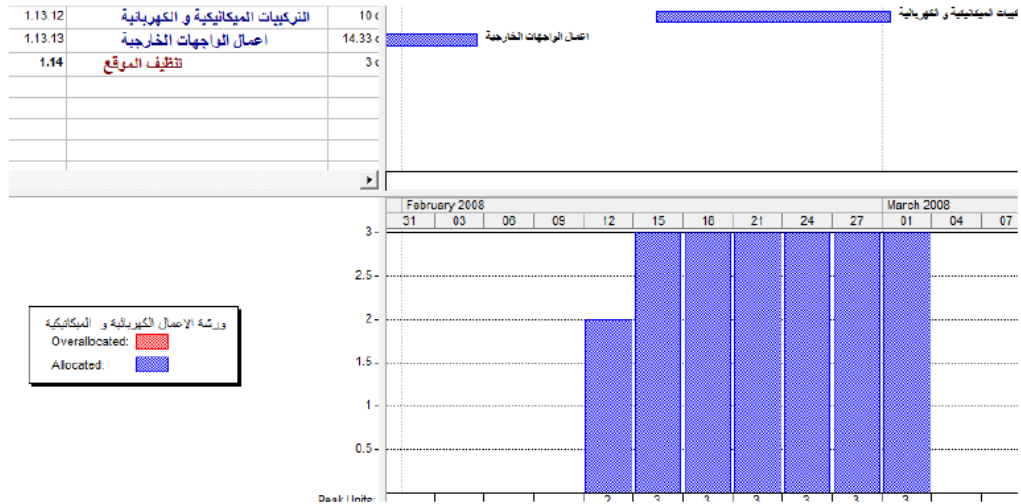


تطبيقات الجدولة في مرحلة التنفيذ:

يتم استخدام مخرجات عملية الجدولة في اتخاذ القرار خلال مرحلة التنفيذ، إذ يحتاج القائمون لإنجاز أي مشروع للمعلومات عن العمليات والموارد، وعادة تكون الموارد من القوى العاملة أو الموارد المادية. ويتم الاستعانة بالمخططات المساعدة لتزويد مدير المشروع بالبيانات المهمة لدعم عملية اتخاذ القرار ونذكر من التطبيقات المهمة:

1- مخططات تشغيل العمال:

وهي مخططات تمثل العدد الكلي الموجود من العمال في كل لحظة زمنية أثناء المشروع ويستفاد من هذه المخططات في معرفة حجم جبهة العمل لمعرفة العبء الإداري الواقع على مدير المشروع كما تحسب منها كفاءة القوى العاملة في المشروع أو كفاءة نوعية معينة من العمالة في أنشطة المشروع.



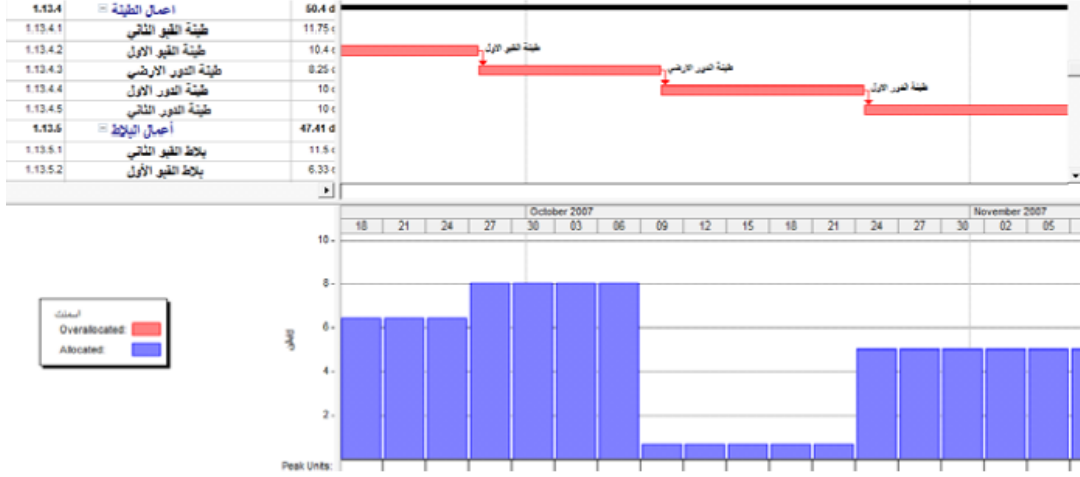
2- مخططات تشغيل الآليات:

هي مخططات تمثل عدد الآليات المستخدمة ونوعها خلال فترة تنفيذ المشروع ويستفاد من هذه المخططات لوضع خطة تشغيل وصيانة المعدات



3- مخطط استهلاك المواد:

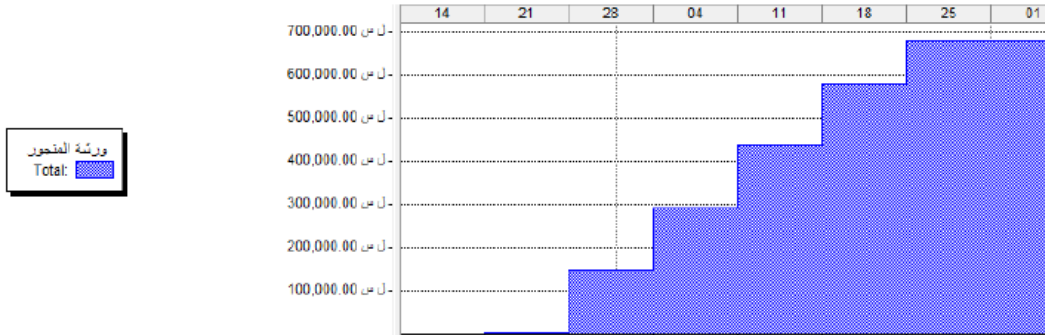
وهي مخططات تعبر عن كمية الموارد المستخدمة من كل مادة



مخططات استهلاك المواد

4- منحنيات الكلفة:

وهي مخططات تعبر عن الكلفة المدفوعة في واحدة الزمن، وتستخدم أيضاً منحنيات تراكمية تعبر عن مجموع ما تم إنفاقه حتى لحظة معينة.



منحنيات الكلفة

5- استخدام بيانات المسار الحرج:

يمكن القول بأن مدير المشروع يعطي أولوية أكبر لتخصيص الموارد المحدودة لعمليات المسار الحرج (والتي من الممكن أن تتغير بتعديل الخطة) حتى لا تتسبب في تأخير المشروع، أما العمليات غير الحرجة فيقوم مدير المشروع بتحديد الخيار المناسب لأزمعتها، وفق الأزمنة المبكرة (في حال وجود مخاطر تأخير للعملية، زيادة أسعار، تسليم مبكر لأجزاء المشروع ...) أو اعتماد الأزمنة المتأخرة لها (انخفاض الأسعار، تأخير التمويل، احتمال ظهور معلومات جديدة خلال المشروع ...). كما يتم اعتماد المسار الحرج لدراسة مطالبات المقاول في تبرير مدة التأخير من خلال تعديل الخطة وفق المطالبات التي تم قبولها ودراسة أثرها على المشروع.

فإذا طالب المقاول بتبرير تأخير حدث لعمليات حرجة متتابعة يؤخذ مجموعها كفترة مبررة، أما إذا كانت العمليات الحرجة متزامنة فتؤخذ القيمة الأكبر فقط أما إذا كانت العمليات غير حرجة فيتم طرح قيمة العوم الكلي للعملية من المدة التي يتم المطالبة بها ويؤخذ الفرق فقط عند حساب مدد التأخير أما إذا كان العوم الكلي أكبر فلا يبرر له أي مدة. مع العلم أنه يجب أن يكون تم قبول المطالبات -في جميع الحالات السابقة- من قبل المالك (هو الجهة المتسببة بالتأخير).