حل سلسلة التمارين رقم (03) حول تخطيط برنامج تسويقي - المسار الحرج-

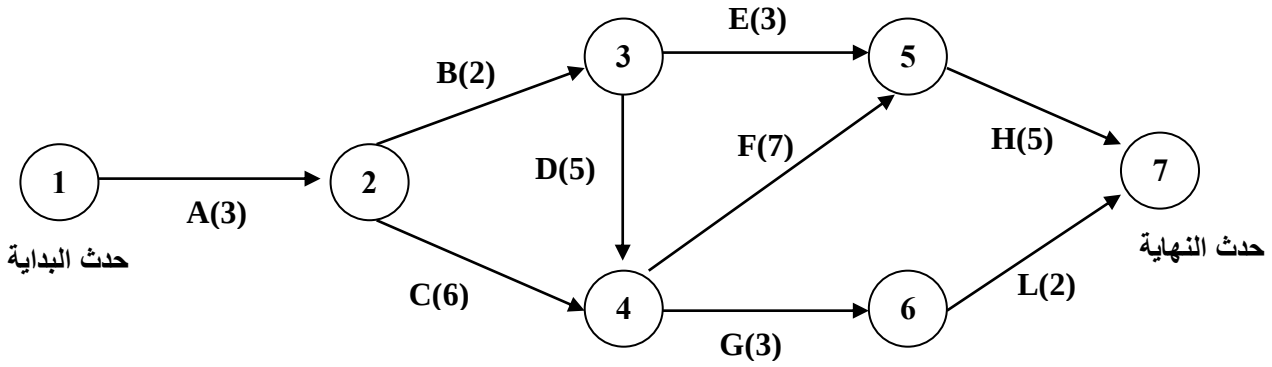
حل التمرين الأول:

1. رسم شبكة الأعمال:

من أجل تسهيل رسم الشبكة وتجنب الأخطاء والتقاطع في الأسهم نقوم أولا بـ:

- نحدد الأنشطة ليس قبلها أنشطة (هي الأنشطة التي ليس لها نشاط سابق): A: ينطلق من حدث البداية.
- نحدد الأنشطة التي ستندمج مع بعضها في حدث تلاقي واحد، حتى نجعلها قريبة من بعضها في الرسم، حتى لا يحدث تقاطع بين أسهمها وأسهم الأنشطة الأخرى، وهي: أولا: D وC، وثانيا: H وG.
- نحدد الأنشطة التي ينتهي بها البرنامج (لا تذكر في الأنشطة السابقة): H وL.

ملاحظة هامة: إن إعطاء حدث البداية والنهاية لكل نشاط في التمرين (عمود الأحداث)، يسهل إنشاء شبكة الأعمال بشكل كبير، لكم مع ذلك يمكن رسم الشبكة من دون عمود الأحداث والاكتفاء بعمود النشاط السابق.



نحدد كل المسارات التي تبدأ من حدث البداية وتنهي عند حدث النهاية:

المسار: A→ B→ E→ H= 3+ 2+ 3+ 5= 13

المسار: A→ B→ D→ F→ H= 3+ 2+ 5+ 7+ 5= 22

المسار: A→ C→ G→ L→ = 3+ 6+ 3+ 2= 14

المسار: A→ C→F→ H= 3+ 6+ 7+ 5= 21

نلاحظ أن أطول مسار من حيث الزمن هو المسار الثاني، وهو المسار الحرج، أي هو المسار الذي يؤدي تأخير أي نشاط من أنشطته إلى تغيير المشروع بالكامل.

إذن زمن مشروع طرح المنتج الجديد (اللباس النسائي) يساوي 22 يوم.

حساب الأوقات المبكرة Early Time (الحسابات الأمامية):

1) $ET_1= LT_1= 0$ البداية

2) $ET_2= ET_1+ t_{12}= 0+3= 3$ لأنه يأتيه سهم واحد

3) $ET_3= ET_2+ t_{23}= 3+2=5$ يأتيها سهم واحد

4) $ET_4= Max(ET_2+t_{24} , ET_3 + t_{34})= Max(3+6 , 5+ 5)= 10$ لأنه يأتيه سهمان

5) $ET_5= Max(ET_3+ t_{35} , ET_4+ t_{45})= Max(5+ 3 , 10+ 7)= 17$ لأنه يأتيه سهمان

6) $ET_6= ET_4 + t_{46}= 10+ 3= 13$ لأنه يأتيه سهم واحد

7) $ET_7= Max(ET_5+ t_{57} , ET_6+ t_{67})= Max(17+ 5, 13+ 2)= 22$ لأنه يأتيه سهمان

حساب الأوقات المتأخرة Last Time (الحسابات الخلفية):

1) $LT_7= ET_7= 22$ النهاية

2) $LT_6= LT_7 – t_{67}= 22- 2= 20.$ لأنه ينطلق منه سهم واحد

3) $LT_5= LT_7 - t_{57}= 22 – 5= 17.$ لأنه ينطلق منه سهم واحد

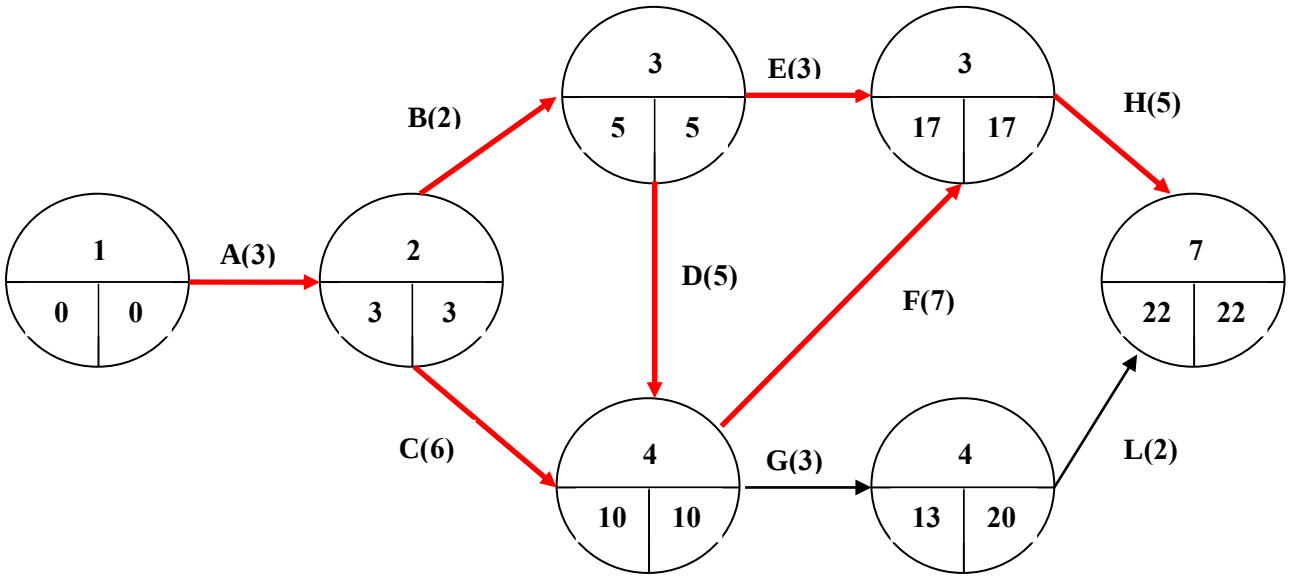
4) LT_4= Min($LT_5 - t_{45}$, $LT_6 - t_{46}$) = Min(17- 7 , 20- 3)= 10 لأنه ينطلق منه سهمان

5) LT_3= Min($LT_4 - t_{34}$, $LT_5 - t_{35}$)= Min(10- 5 , 17- 3)= 5 لأنه ينطلق منه سهمان

6) LT_2= Min($LT_3 - t_{23}$, $LT_4 - t_{24}$) = Min(5- 2 , 10- 6)= 3 لأنه ينطلق منه سهمان

7) LT_1= $LT_2 - t_{12}$= 3- 3= 0 البداية

بعد ذلك يتم رسم شبكة الأعمال في ضوء الحسابات السابقة:



من الشكل يتضح أن هناك أنشطة حرجة، يتساوى فيها الأوقات المبكرة والأوقات المتأخرة في كل من حدثي البداية وحدث النهاية، وهي كما يلي: A، B، C، D، E، F، H

كما توجد عدة مسارات (من البداية وحتى النهاية) تتكون من أنشطة حرجة فقط، هذه المسارات هي:

المسار الأول: A ← B ← E ← H= 3 +2 +3 +5 =13.

المسار الثاني: A ← C ← F ← H= 3 + 6 + 7 +5 =21.

المسار الثالث: A ← B ← D ← F ← H= 3 +2 +5 +7 +5 =22.

يتضح أن المسار الثالث هو أطول المسارات زمنا، وبالتالي هو المسار الحرج. ومنه زمن إنجاز المشروع: 22 يوم

حساب وقت الفائض أو الراكد الإجمالي Float OR Slack Time:

وقت الفائض أو الراكد الإجمالي لنشاط ما هو الزمن الذي يمكن أن يتأخر به ذلك النشاط، دون أن يتسبب في تأخير المشروع ككل. ويحب كما يلي

وقت الراكد أو الفائض الإجمالي= النهاية المتأخرة للنشاط – البداية المبكرة للنشاط – زمن النشاط

$$FT = LT_j - ET_i - t_{ij}$$

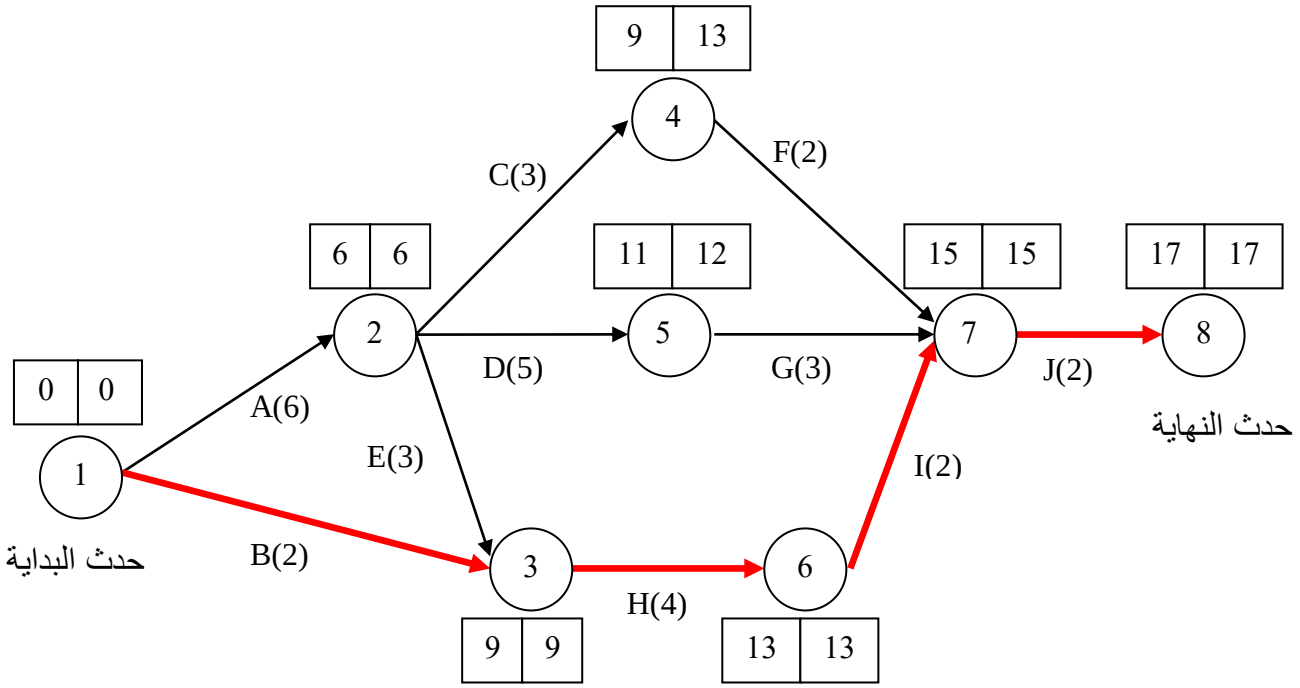
النشاط	الوقت t_{ij}	ET_i	LT_i	ET_j	LT_j	الوقت الفائض الإجمالي
A	3	0	0	3	3	3-0-3=0
B	2	3	3	5	5	5-3-2=0
C	6	3	3	10	10	10-3-6=1 ; 10-3-6=**1**
D	5	5	5	10	10	10-5-5=0 ; 10-5-5=0
E	3	5	5	17	17	17-5-3=**9** ; 17-5-3=**9**
F	7	10	10	17	17	17-10-7=0 ; 17-10-7=0
G	3	10	10	13	20	13-10-3=0 ; 22-10-3=**9**
H	5	17	17	22	22	22-17-5=0 ; 22-17-5=0
L	2	13	20	22	22	22-13-2=7 ; 22-20-2=0

نلاحظ من الجدول أن كل أنشطة المسار الحرج: A ← B ← D ← F ← H: الزمن الفائض الإجمالي لكل منها معدوم، وبالتالي أي تأخير في هذه الأنشطة التي بعدها، وبالتالي سيؤدي إلى تأخير المشروع ككل، أما الأنشطة التي لا تقع على المسار الحرج (C، E، G)، فيمكن تأخيرها من دون أن يؤثر ذلك على مدة المشروع.

حل التمرين الثاني

1. رسم شبكة الأعمال لبرنامج تسويق المنتج الجديد (عصير الفاكهة):

- نحدد الأنشطة التي ليس قبلها نشاط (يبدأ بها المشروع)، وهي A وB: تنطلق من حدث البداية 1.
- نحدد الأنشطة التي تندمج مع بعضها: النشاطان B وE يلتقيان عند بداية النشاط H؛ الأنشطة F وG وI تلتقي عند بداية النشاط J، وهذا بأن نجعل الأنشطة التي ستندمج قريبة من بعضها على لا تتقاطع أسهمها المندمجة مع الأسهم الأخرى.
- نحدد الأنشطة التي ينتهي بها المشروع (لا تكون موجودة في عمود الأنشطة السابقة)، وهي: J (نشاط واحد).



2. أ. حساب الأوقات المبكرة لكل نشاط (الحسابات الأمامية) (ET_i) Earliest Time: الزمن بالأسابيع

$ET_1 = 0$ معطى، لأن بداية المشروع تكون في الزمن 0

$ET_2 = ET_1 + t_{12} = 0 + 6 = 6$ لأنها يصل هذا الحدث سهم واحد

$ET_3 = Max\ (ET_2 + t_{23}\ ,\ ET_1 + t_{12}) = Max\ (6 + 3\ ,\ 0 + 2) = 9$ لأنه يصل هذا الحدث سهمان

$ET_4 = ET_2 + t_{24} = 6 + 3 = 9$ لأنها يصل هذا الحدث سهم واحد

$ET_5 = ET_2 + t_{25} = 6 + 5 = 11$ لأنها يصل هذا الحدث سهم واحد

$ET_6 = ET_3 + t_{36} = 9 + 4 = 13$ لأنها يصل هذا الحدث سهم واحد

$ET_7 = Max\ (ET_4 + t_{47},\ ET_5 + t_{57},\ ET_3 + t_{37}) = MAX(9 + 2,\ 11 + 3,\ 13 + 2) = 15$ يصل هذا الحدث 3 أسهم

$ET_8 = ET_7 + t_{78} = 15 + 2 = 17.$ لأنها يصل هذا الحدث سهم واحد

2. ب. حساب الأوقات المتأخرة كل نشاط (الحسابات الخلفية) (LT_j) Latest Time: الزمن بالأسابيع

$LT_8 = ET_8 = 17$ معطى من آخر الحسابات الأمامية

$LT_7 = LT_8 - t_{78} = 17 - 2 = 15$ لأنه ينطلق من هذا الحدث سهم واحد

$LT_6 = ET_7 - t_{67} = 15 - 2 = 13$ لأنه ينطلق من هذا الحدث سهم واحد

$LT_5 = ET_7 - t_{57} = 15 - 3 = 12$ لأنه ينطلق من هذا الحدث سهم واحد

$LT_4 = LT_7 - t_{47} = 15 - 2 = 13$ لأنه ينطلق من هذا الحدث سهم واحد

$LT_3 = LT_6 - t_{36} = 13 - 4 = 9$ لأنه ينطلق من هذا الحدث سهم واحد

$LT_2 = Min\ (LT_4 - t_{24},\ LT_5 - t_{25},\ LT_3 - t_{23}) = Min\ (13-3,\ 12-6,\ 9-3) = 6$ ينطلق من هذا الحدث 3 أسهم

$LT_1 = Min\ (LT_2 - t_{12},\ LT_3 - t_{13}) = Min\ (6-6,\ 9-2) = 0$ لأنه ينطلق من هذا الحدث سهمان

ملاحظة:

تم وضع الأوقات المبكرة والمتأخرة لكل نشاط في مستطيلين تحت حدث بداية أو نهاية النشاط، بحيث يكون المستطيل الأيسر مخصص للوقت المبكر، والمستطيل الأيمن مخصص للوقت المتأخر.

3. الأنشطة الحرجة:

من شبكة الأعمال نستنتج أن الأنشطة الحرجة هي: A، B، E، H، I وj، وهذا لأنه يتساوى لكل نشاط زمن البداية المبكرة مع زمن البداية المتأخرة، ويتساوى لكل نشاط زمن النهاية المبكرة مع زمن النهاية المتأخرة.

يوجد مسارين حرجين وهما:

- المسار الحرج الأول: B←H ←I ← J= 2+ 4+ 2+ 2 =10 أسبوع.
- المسار الحرج الثاني: A←E ←H ← I ← J= 6+ 3+ 4+ 2+ 2= 17 أسبوع.

المسار الحرج المقبول هو الثاني، لأنه يعطى أطول مدة زمنية للمشروع (برنامج تسويق المنتج الجديد عصير الفاكهة).

4. مدة برنامج طرح المنتج الجديد= مجموع أزمنة المسار الحرج الثاني= 17 أسبوع

5. حساب الوقت الفائض أو الراكد الكلي Total Slack Time لكل الأنشطة:

الوقت الراكد أو الفائض الجمالي= النهاية المتأخرة- البداية المبكرة- زمن النشاط

طبيعة النشاط	الراكد الاجمالي	النهاية المتأخرة LF_j	النهاية المبكرة EF_j	البداية المتأخرة LT_i	البداية المبكرة ET_i	الزمن	النشاط
A يقع على المسار حرج	0	6	6	0	0	6	A
B لا يقع على المسار الحرج	7	9	9	0	0	2	B
C نشاط غير حرج	4	13	9	6	6	3	C
D نشاط غير حرج	1	12	9	6	6	5	D
E يقع على المسار حرج	0	9	9	6	6	3	E
F نشاط غير حرج	4	15	15	13	9	2	F
G نشاط غير حرج	1	15	15	12	11	3	G
H يقع على المسار حرج	0	13	13	9	9	4	H
I يقع على المسار حرج	0	15	15	13	13	2	I
J يقع على المسار حرج	0	17	17	15	15	2	J

نلاحظ من الجدول أن الأنشطة التي تقع على المسار الحرج (A, E, H, I, J)، يكون الوقت الفائض أو الراكد الإجمالي لكل منها معدوم، وبالتالي لا يمكن تأخير تلكالأنشطة، وإلا سيتأخر المشروع ككل، أما الأنشطة الأخرى (B, C, F, D, G)، فلا تقع على المسار الحرج، وبالتالي فهناك مرونة في تحديد وقت بدء هذه الأنشطة، فيمكن تأخيرها في حدود معينة (بالفائض الإجمالي)، خاصة عند عدم جاهزية الموارد اللازمة للنشاط (أفراد، مواد، معدات)، أو الرغبة في تخصيص تلك الموارد للأنشطة الملحة (التي تقع على المسار الحرج).

حل التمرين الثالث:

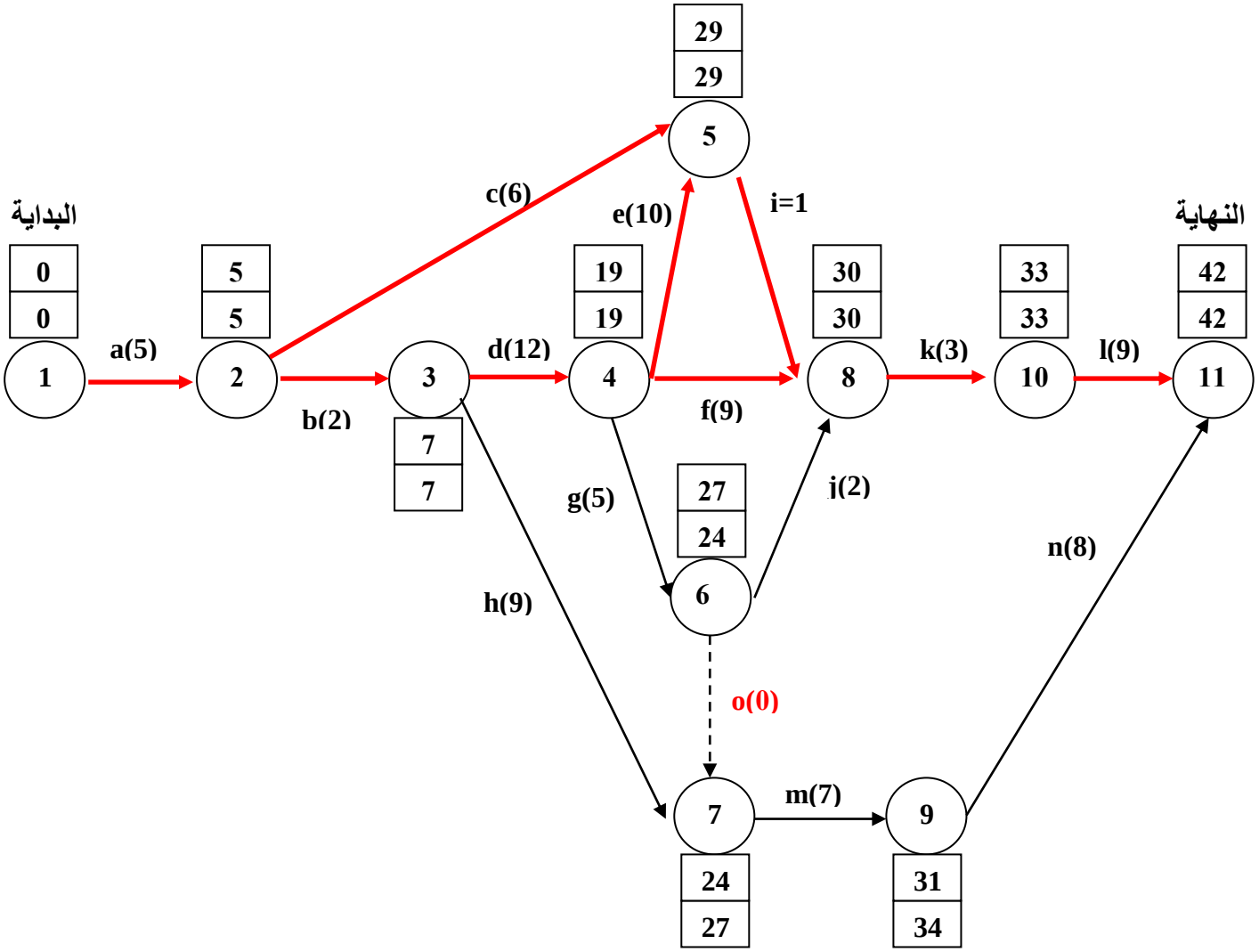
1. رسم شبكة الأعمال لبرنامج حملة الإعلان:

من أجل تسهيل رسم الشبكة وتجنب الأخطاء والتقاطع في الأسهم نقوم أولا بـ:

- نحدد الأنشطة ليس قبلها أنشطة (هي الأنشطة التي ليس لها نشاط سابق): a: ينطلق من حدث البداية 1 .
- نحدد الأنشطة التي ستندمج مع بعضها في حدث تلاقي واحد، حتى نجعلها قريبة من بعضها في الرسم، حتى لا يحدث تقاطع بين أسهمها وأسهم الأنشطة الأخرى، وهي: أولا: c وe، وثانيا: f وj، وثالثا: i وf، ورابعا: l وn.
- نحدد الأنشطة التي ينتهي بها البرنامج (لا تذكر في الأنشطة السابقة): l وn.

ملاحظة هامة:

إن إعطاء حدث البداية والنهاية لكل نشاط في التمرين (عمود الأحداث)، يسهل إنشاء شبكة الأعمال بشكل كبير، لكم مع ذلك يمكن رسم الشبكة من دون عمود الأحداث والاكتفاء بعمود النشاط السابق.



من شبكة الأعمال نجد أن **الأنشطة الحرجة هي:** a، b، c، d، e، f، i، k، l، وهذا لأن: البداية المبكرة= البداية المتأخرة؛ وكذلك: النهاية المبكرة= النهاية المتأخرة.

المسار الحرج: a ← b ← d ← e ← i ← k ← l؛ وهذا لأنه أطول المسارات التي تتكون من أنشطة حرجة من حيث الزمن.

مدة برنامج الحملة الإعلانية= إجمالي مدة أنشطة المسار الحرج= 5 + 2 + 12 + 10 + 1 + 3 + 9 = 42 يوم.

حل التمرين الرابع:

1. رسم شبكة الأعمال ووضع الأزمنة المبكرة والمتأخرة للأنشطة عليها.

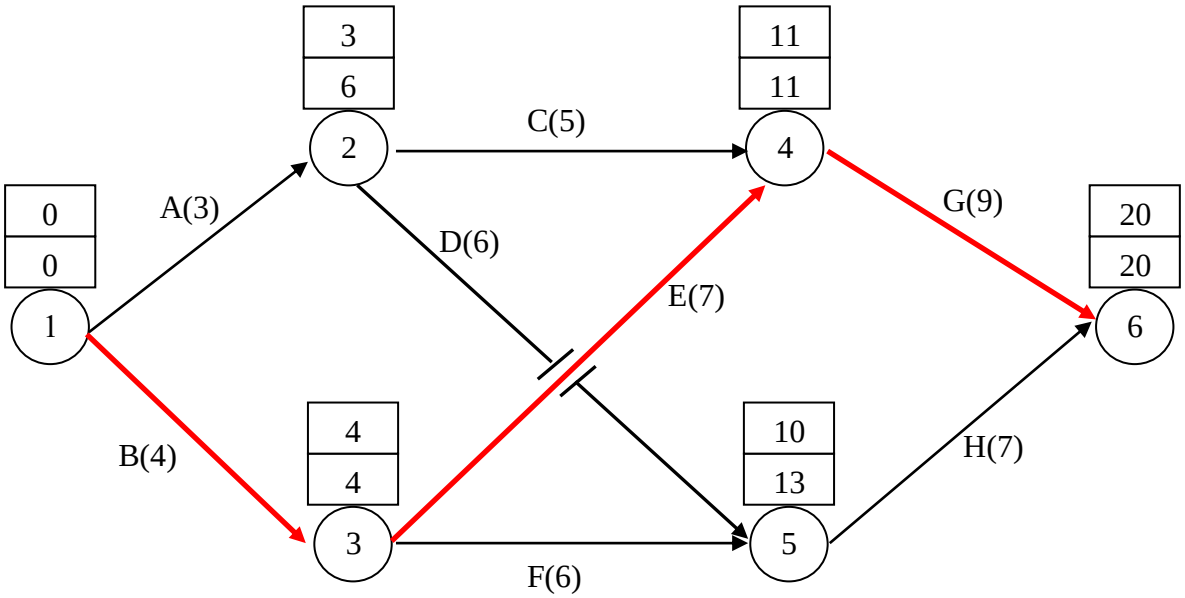
ملاحظة:

تم وضع الزمن المبكر والزمن المتأخر في مربعين فوق دائرة الحدث، لأن وضع الكثير من الأرقام داخلها سيجعلها كبير ولا تكفي الصفحة للرسم، وهنا جعلنا الزمن المبكر في مربع علوي، والزمن المتأخر في مربع سفي فوق كل دائرة.

من أجل تسهيل رسم الشبكة وتجنب الأخطاء والتقاطع في الأسهم نقوم أولا بـ:

- نحدد الأنشطة ليس قبلها أنشطة (هي الأنشطة التي ليس لها نشاط سابق): A وB: ينطلقان من حدث البداية 1.
- نحدد الأنشطة التي ستندمج مع بعضها في حدث تلاقي واحد، حتى نجعلها قريبة من بعضها في الرسم، حتى لا يحدث تقاطع بين أسهمها وأسهم الأنشطة الأخرى، وهي: أولا: C وE، وثانيا: D و F.
- نحدد الأنشطة التي ينتهي بها البرنامج (لا تذكر في الأنشطة السابقة): G وH.

وبعد رسم الشبكة، تم حساب ووضع الأزمنة المبكرة والأزمنة المتأخرة لكل نشاط من أنشطة المشروع على الشبكة.



إذن: الأنشطة الحرجة هي الأنشطة: B، E، G، لأنه يساوى زمن البداية المبكرة مع زمن البداية المتأخرة، ويتساوى زمن النهاية المبكرة مع زمن النهاية المتأخرة لكل نشاط من أنشطة المشروع.

المسار الحرج (واحد فقط): B ← E ← G.

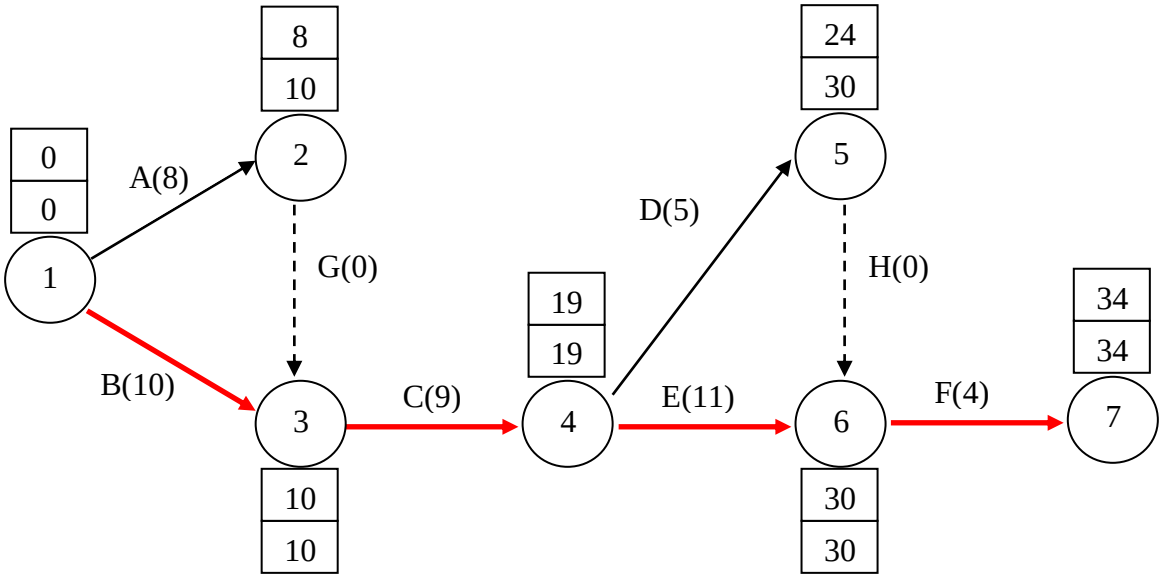
زمن المشروع (الدراسة التسويقية)= 4 + 7 + 9 = 20 يوم.

حساب الوقت الفائض أو الراكد الإجمالي للأنشطة Total Float Time:

نشاط	زمن t_{ij}	ET_i بداية مبكرة	LT_i بداية متأخرة	ET_j نهاية مبكرة	LT_j نهاية متأخرة	الوقت الفائض الإجمالي= وقت النهاية المتأخرة – وقت البداية المبكرة- زمن النشاط: $F= LT_j – ET_i - t_{ij}T$
A	3	0	0	3	6	يمكن تأخير A 3 أيام. 6-3-0=3
B	0	0	4	4	4	B نشاط حرج. 4-0-4= 0
C	5	3	6	11	11	C يمكن تقديمه 3 أيام. 11- 5-3= 3
D	6	3	6	10	13	D يمكن تقديمه 3 و/أو تأخيره 3 أيام: 13-6-3=6
E	7	4	4	11	11	E نشاط حرج. 11- 4- 7= 0
F	6	4	4	10	13	F يمكن تأخيره 3 أيام. 13 – 6 – 4= 3
G	9	11	11	20	20	G نشاط حرج. 20- 11-9= 0
H	7	10	13	20	20	H يمكن تقديمه 3 أيام 20 – 7 – 10 = 3

حل التمرين الخامس:

1. رسم شبكة الأعمال ووضع الزمن المبكر والزمن المتأخر لكل نشاط عليها:



ملاحظة: المربع العلوي للزمن المبكر والمربع السفلي للزمن المتأخر.

2. الأنشطة الحرجة هي: B، C، E، F. لأن الوقت المبكر والتأخر لحدثي البداية والنهاية لكل منها متساويان.

المسار الحرج يمر بأنشطة حرجة، وهو وحيد: B ← C ← E ← F.
مدة المشروع تساوي مجموع أزمنة نشاطات المسار الحرج= 10+ 9+11+ 4= 34.
ملاحظة:
النشاطان H وG وهميان، لأن زمنهما معدوم، وتم إضافتها حتى لا يبقى الحدثان (2) و(5) معلقان، حيث أن الحدث (2) قبله نشاط A، لكن ليس بعده نشاط، لذا نظيف نشاط وهمي يربط الحدث (2) بالحدث (3). كما أن الحدث (5) معلق، لأنه ليس بعده نشاط، لذا نظيف نشاط وهمي يربط الحدث (5) بالحدث (6).