أسلوب المسار الحرج CPM

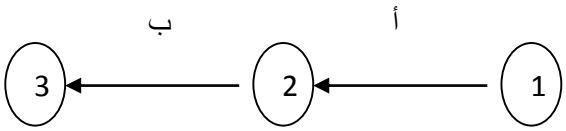
يعتبر أسلوب المسار الحرج أحد أدوات وأساليب شبكات العمل، ويستخدم في التخطيط ومتابعة تنفيذ المشاريع المختلفة، وقد تم اشتقاق اسم هذا الأسلوب من الحروف الأولى من المصطلح Critical Path Method، وقد تم تطوير هذا الأسلوب من قبل Dupont وشركة Remington-Rand لا يستخدم الاحتمالات في تقدير الزمن المتوقع لكل نشاط وقد استخدم هذا الأسلوب في المشروعات الصناعية ذات الحالات المتكررة والتي يمكن من خلالها تقدير الوقت بدقة معقولة.

المصطلحات المستخدمة في أسلوب المسار الحرج: لتوضيح طريقة استخدام أسلوب المسار الحرج، لا بد من التعرف على بعض المصطلحات وأهمها ما يلي:

- **الحدث (Event)**: وهو إنجاز معين يحدث في نقطة زمن معينة ولا يحتاج إلى وقت أو موارد بحد ذاته، ويرمز له بدائرة ◯
- **النشاط (Activity)**: هو مجهود يحتاج إلى نقطة بداية ونهاية وموارد لتنفيذه، ويرمز له بسهم ⟵ .
- **النشاط الوهمي (Activity Dummy)**: هو النشاط الذي لا يحتاج إلى زمن أو موارد لإتمامه ويستعمل فقط للدلالة على تتابع الأنشطة منطقيا، ويرمز له بسهم متقطع ⟵ .
- **النشاط الحرج(Activity Critical)**: هو النشاط الذي إذا تم تأخير انتهائه فإنه يتسبب في تأخير المشروع.
- **المسار الحرج (Path Critical)**: هو مجموعة من الأنشطة الحرجة، تمتد من بداية المشروع إلى نهايته.
- **المشروع (Project)**: عبارة عن مجموعة من الأنشطة والأحداث مرتبة حسب تسلسل منطقي.
- **شبكة الأعمال (Network)**: مجموعة من الأنشطة والأحداث مرتبة بطريقة منطقية لتسلسل الأنشطة.

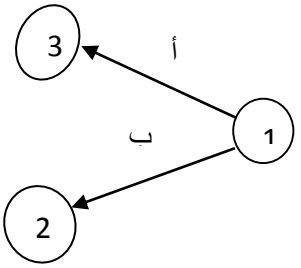
وتنقسم الأنشطة أيضا إلى مجموعتين رئيسيتين:

1- أنشطة متعاقبة: وهي الأنشطة التي تحدث في ترتيب متعاقب ففي الشكل التالي نجد أن النشاط (أ) يسبق النشاط (ب) لاحق للنشاط (أ)، وعلى هذا الأساس لا يجوز البدء بتنفيذ النشاط (ب) إلا بعد إنجاز النشاط (أ).



أنشطة متعاقبة

2- أنشطة متوازية: هي الأنشطة التي يتم تنفيذها في نفس الوقت بحيث يتم تنفيذ نشاطين أو أكثر في وقت واحد والشكل التالي يبين أن النشاطين (أ) و (ب) ينفذان بنفس الوقت.



1

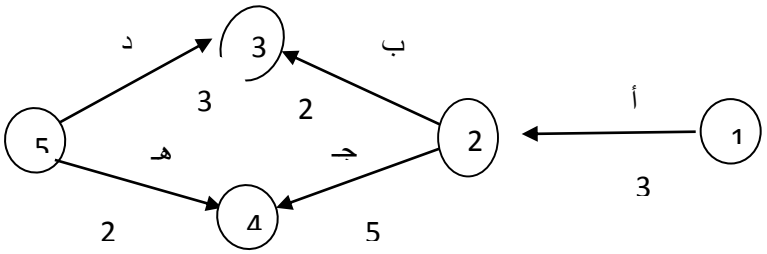
مثال: المعلومات التالية تخص بناء مشروع معين:

المسار	النشاط	الوقت اللازم لإنجاز النشاط
2-1	أ	3
3-2	ب	2
4-2	جـ	5
5-3	د	3
5-4	هـ	2

المطلوب:

رسم شبكة العمل لبناء هذا المصنع حسب تعاقب العمليات المار إليها أعلاه

الحل:



نلاحظ أن الحدث رقم (1) يبين بداية النشاط (أ) والحدث رقم (2) يبين نهاية نشاط (أ) وبنفس الوقت يكون بداية نشاطين هما النشاط (ب) والنشاط (جـ) كما أن الحدث رقم (3) يبين نهاية النشاط (ب) وبداية النشاط (د) وكذلك الحال بالنسبة للحدث رقم (4)، لذا نلاحظ عند بداية الشبكة أن الحدث رقم (1) يشير فقط إلى بداية نشاط (أ) ولم يكن هذا الحدث نهاية لنشاط سابق، وعند نهاية الشبكة كما نلاحظ في الحدث رقم (5) فإنه يشير إلى نهاية نشاط أو أنشطة فقط ولكن لم يكن بداية لنشاط لاحق وذلك لأن فعاليات هذه الشبكة قد انتهت: كما يبدو واضحاً أن الوقت اللازم لإنجاز المشروع ككل هو الوقت المحسوب في أطول مسار من البداية إلى النهاية حيث نلاحظ من الشبكة أعلاه أن هناك مسارين هما:

الأول: (1-2)، (2-3)، (3-5).

الثاني: (1-2)، (2-4)، (4-5).

كما نلاحظ أيضاً أن المسار الأول يستلزم (8) شهور (3+2+3).

والمسار الثاني يستلزم (10) شهور (3+5+2) ولكون المسار الثاني هو أطول مسار فهو يسمى بالمسار الحرج لإنجاز المشروع والأنشطة الواقعة عليه يطلق عليها بالأنشطة الحرجة. حيث نلاحظ أن المسار الحرج هو المسار الذي يحتاج إلى الوقت الأطول لإتمام مجموعة الأنشطة الموجودة فيه وهذا المسار هو الذي يحدد الوقت اللازم لإنجاز هذا المشروع.

ويتم تطوير شبكة المشروع باستخدام أسلوب المسار الحرج CPM بإتباع الخطوات التالية:

1- تحديد البداية المبكرة لكل نشاط ES (Earleist Start): يكون هذا الوقت بالنسبة للأنشطة الأولى صفرا، كما قد تكون البداية المبكرة لأي نشاط تساوي النهاية المبكرة للنشاط السابق EF، وفي حالة وجود أكثر من ايةً مبكرة EF تسبق أي نشاط فإنه يتم أخذ النهاية المبكرة EF، لأنه لا يمكن البدء بأي نشاط قبل الانتهاء من الأطول زمنا كل الأنشطة السابقة المرتبطة به.

2- تحديد النهاية المبكرة لكل نشاط EF (Earleist Finish): وتكون النهاية المبكرة لأي نشاط تساوي البداية المبكرة لذلك النشاط + الزمن اللازم لإنجاز هذا النشاط.

3- تحديد النهاية المتأخرة LF (Latest Finish): وهي عبارة عن أقصى تأخير في زمن أية نشاط دون أن يؤدي ذلك إلى تأخير زمن تنفيذ المشروع ككل، وتكون النهاية المتأخرة للنشاط هي نفسها البداية المتأخرة للنشاط اللاحق، وفي (البداية المتأخرة حالة وجود أكثر من نشاط لاحق (أي أكثر من بداية متأخرة) فإنه يتم اختيار النشاط الأقصر زمنا الأقل) من أجل حساب النهاية المتأخرة للنشاط الحالي، كما تجدر الإشارة إلى أن النهاية المتأخرة LF لآخر نشاط في المشروع هي نفسها النهاية المبكرة .

4- تحديد البداية المتأخرة LS (Latest Start): والتي تمثل أقصى تأخير في زمن بداية النشاط دون أن يؤدي ذلكً إلى تأخير المشروع ككل، وتكون البداية المتأخرة منها زمن إنجاز لأي نشاط تساوي النهاية المتأخرة للنشاط اللاحق مطروحا النشاط الحالي.

5- تحديد الوقت الفائض ST (Slike Time): وهو الوقت الفائض بين الوقت المخطط له لتنفيذ النشاط ووقت التنفيذ الفعلي على الأرض، ويمثل الحد الأقصى لتأخير النشاط دون أن يؤثر ذلك على انجاز المشروع.

6- يتم حساب كافة المسارات واختيار المسار الأطول فيكون هو المسار الحرج CPM، وللتأكد من صحة النتيجة يجب أن يكون وقت المسار الحرج مساويا LF للنشاط الأخير في المشروع.ً لوقت النهاية المتأخرة.

أسلوب بيرت PERT

أسلوب بيرت (Project Evalution and Review Technique)هو عبارة عن اسلوب بياني ورياضي يتعلق بتخطيط وجدولة الفعاليات لإنتاجية وإحكام الرقابة على سير الاعمال في المشاريع، وتحليل وتنسيق جميع الفعاليات وتحديد التسلسل الزمني والمنطقي لإنجاز الأنشطة المختلفة، وتعد هذه الطريقة إحدى الطرائق التي تعتمد في أساسها على طريقة المسار الحرج ، غير أنها تختلف عن طريقة المسار الحرج في طبيعة أوقات الأنشطة، اذ انها تعتمد ثلاثة أوقات للوصول إلى الوقت الكلي لإنجاز المشروع وهذه الاوقات هي :

- **الوقت المتفائل optimistic time**: هو أقصر قيم الوقت، ويقدر هذا الوقت في الظروف الجيدة والمناسبة لإنهاء العمل، ويرمز له بالحرف a.
- **الوقت الاكثر احتمالا time likley most**: هو القيمة المحتمل حدوثها في ظروف العمل الاعتيادية، ويرمز له بالحرف b.

➢ **الوقت المتشائم time pessimistic** : هو اطول قيمه في الاوقات الثلاثة، ويقدر على أساس أسوء ظروف في العمل، ويرمز له بالحرف m.

يعتمد أسلوب بيرت في تقدير الوقت المتوقع للأوقات الثلاثة (m,b,a) بتطبيق المعادلة الآتية:

$$D = \frac{a + 4b + m}{6}$$

ولأجل توضيح درجة التأكد المرتبطة بهذه العملية نستخرج التباين الذي يحسب كمايلي:

$$V = \left(\frac{b - a}{6}\right)^2$$

مثال: أعطيت لك البيانات التالية التي تخص الأنشطة اللازمة لتنفيذ مشروع معين والوقت اللازم لذلك.

	الزمن اللازم بالأشهر			
النشاط	a	b	m	**النشاط السابق**
أ (1-2)	4	5	12	-
ب (1-3)	1	1.5	5	-
ج (2-4)	2	3	4	أ
د (2-5)	3	4	11	أ
هـ (2-3)	2	3	4	أ
و (4-7)	1.5	2	2.5	ج
ي (5-7)	1.5	3	4.5	د
ل (3-6)	2.5	3.5	7.5	د/ هـ
ن (6-7)	1.5	2	2.5	ل
ح (7-8)	1	2	3	و / ي/ ن

المطلوب: احسب الوقت المتوقع لكل نشاط.

الحل: احتساب الوقت المتوقع لكل نشاط:

النشاط	**الوقت المتوقع**

	$D = \frac{a + 4b + m}{6}$
أ	6
ب	2
ج	3
د	5
ه	3
و	2
ي	3
ل	4
ن	2
ح	2
المجموع	32

بعض المراجع:

هيثم عبد الله ذيب، **أصول التخطيط الاستراتيجي**.

محمد الفاتح محمود بشير المغربي، **بحوث العمليات في المحاسبة**.

إبراهيم المحمد الفرج، **أسلوب مراجعة وتقييم البرامج بيرت**.

نجيب عبدالمجيد نجم، **استراتيجية استخدام أساليب جدولة المشروع، بيرت والمسار الحرج في المفاضلة بين الوقت والتكلفة لانجاز المشاريع**.