تمهيد:

تعتبر شبكات الاعمال من الطرق المهمة في ادارة المشاريع حيث تساعد مسير المشروع في تخطيط و جدولة العمليات المختلفة اللازمة لأداء عملية معينة بحيث تسمح بالتحكم في وقت مختلف أنشطة المشروع و بالتالي في وقت انجازه، وكذا العمل على تخفيض تكاليفه.

من الناحية التاريخية، لم تتطور شبكات الاعمال بشكل مفاجئ في أواخر الخمسينات و انما سبقتها محاولات عديدة من خلال استخدام اساليب اقل تعقيدا كمخططات جانت و مخططات المعلمات .فكانت هذه المخططات البداية الاولى التي استندا اليها التطوير اللاحق للنماذج الشبكية، حيث طورت طريقتي المسار الحرج و مراجعة و تقييم المشروع في كل من بريطانيا و و.م.أ في الوقت نفسه تقريبا و باتجاهين متوازيين، الأول صناعي و الثاني عسكري.

I. مفهوم وبناء شبكة الاعمال:

1. مفهوم شبكة الاعمال:

تعرف شبكة الاعمال بأنها عبارة عن بيان تخطيطي يتألف من أسهم و عقد توضح العلاقات بين الأنشطة التي يتكون منها المشروع ، وذلك من أجل معرفة :[1]

- ✓ الوقت اللازم لإنجاز المشروع.
- ✓ تواريخ بداية و نهاية كل نشاط.
- ✓ الأنشطة الحرجة للمشروع التي لا تقبل التأخير
- ✓ الحد الأقصى الذي يسمح به للأنشطة غير الحرجة بالتأخير دون أن يؤثر ذلك على مدة انجاز المشروع.
- ✓ الموارد اللازمة لإنجاز المشروع.
- ✓ البدائل الممكنة لتقليص الفترات الزمنية الطويلة و مقايضتها عند الحاجة بالتكاليف.

لذا، فان أهميتها تتجسد في أنها:

- ✓ تعتبر قاعدة يتم الاعتماد عليها في عمليات التخطيط للمشاريع.
- ✓ تمثل وسيلة لرقابة المشاريع.
- ✓ تمثل اساسا مهما من أسس اتخاذ القرارات.
- ✓ تساعد الادارة في التعامل مع الاخطاء المصاحبة لأي مشروع يتم تنفيذه.

كما يستخدم أسلوب شبكات الأعمال في مجالات عديدة منها:[2]

[1] محمد راتول، ***بحوث العمليات***، ط2، ديوان المطبوعات الجامعية، الجزائر، 2006 ، ص ص 290، 291

[2] صبحي المحمد، ابراهيم نائب، ***بحوث العمليات*** ، منشورات جامعة حلب، سوريا، 2008، ص302

- ✓ مشاريع الانشاء و المباني.
- ✓ مشروعات الأبحاث و التطوير في مجال التكنولوجيا أو الادارة.
- ✓ جدولة عملية بناء السفن و الطائرات.
- ✓ جدولة برامج الصيانة.
- ✓ تنفيذ حملات الدعاية و الاعلان لتسويق المنتجات.

2. بناء شبكة الاعمال:

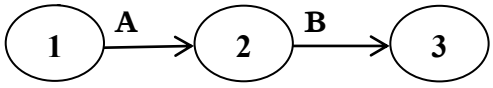
أولا: المصطلحات المستخدمة في بناء الشبكة

توجد مجموعة من المصطلحات التي يتم استخدامها في بناء الشبكات و المتمثلة في: [1]

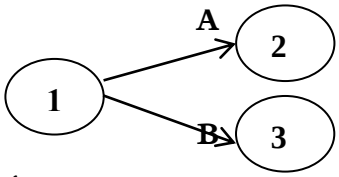
- **الحدث:** هو انجاز معين يحدث في نقطة زمن معينة ولا يحتاج لوقت أو موارد بحد ذاته، يمثل الانتهاء من الانشطة السابقة و بداية الأنشطة اللاحقة، و يعبر عنه في غالب الأحيان بدائرة أي : ○
- **النشاط:** هو جزء من المشروع يحتاج الى امكانيات و يأخذ وقتا لأدائه، حيث يمثل بسهم موجه يكتب فوقه أو تحته اسم النشاط و مدة انجازه. أي: ⟶

كما تنقسم الانشطة الى : [2]

- **الأنشطة المتعاقبة:** هي الأنشطة التي تحدث في ترتيب متعاقب كما في الشكل التالي:



- **الانشطة المتوازية:** هي التي يتم تنفيذها بوقت واحد .تظهر كما يلي:



- **النشاط الوهمي:** هو نشاط يستخدم لتحديد اعتمادية نشاط معين على بقية الأنشطة ، لكنه لا يحتاج أي زمن أو مواد أو تكاليف .أي له أهمية في اظهار تتابع منطقية العلاقات بين أنشطة المشروع الشبكة ،و يمثل عادة بسهم متقطع أي : ⟶----------

- **المسار** : هو سلسلة من الأنشطة و الأحداث المتعاقبة التي تبدأ ببدأ المشروع و تنتهي بإنجازه. وهو نوعان:

- **المسار الحرج:** هو المسار الذي يمثل مجموعة النشاطات الحرجة وتبدأ من بداية المشروع وتستمر حتى نهايته، ويمثل أطول مسار لإتمام المشروع.

---

[1] دلال صادق الجواد، حميد ناصر الفتال، مرجع سابق، ص 209.

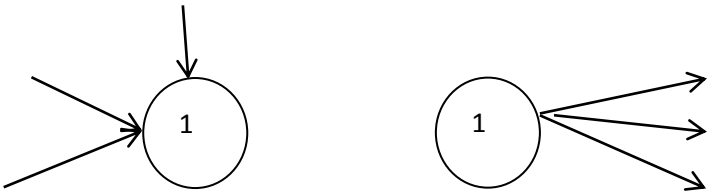
[2] نجم عبود نجم ، ***مدخل الى ادارة المشروعات*** ، ط1، دار الوراق ، الاردن، 2013، ص 389

- **المسار غير الحرج:** وهو ذلك المسار الذي يمكن تأجيل انشطته دون التأثير على وقت انجاز المشروع بالكامل.

ثانيا. قواعد بناء شبكات الأعمال:

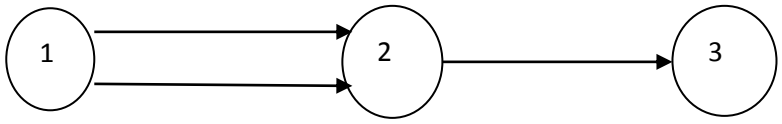
يجزء المشروع الى مجموعة من الأنشطة ، ثم يحدد حدثي البداية و النهاية ليتم تحديد ترتيب الأنشطة التي تسبق الأخرى بحيث توضع الأنشطة بتتابع منطقي مع الأخذ بعين الاعتبار قواعد رسم المخطط الشبكي و المتمثلة في: [1]

- ✓ لكل مخطط شبكي حدث بداية واحد وحدث نهاية واحد.
- ✓ قبل البدء بأي نشاط يجب انجاز الانشطة السابقة له .
- ✓ كل نشاط يكون محصورا بين حدث البداية و حدث النهاية .
- ✓ يمكن لكل حدث ان يخرج منه اكثر من نشاط واحد أو أن يستقبل أكثر من نشاط واحد كما في الشكلين التاليين:

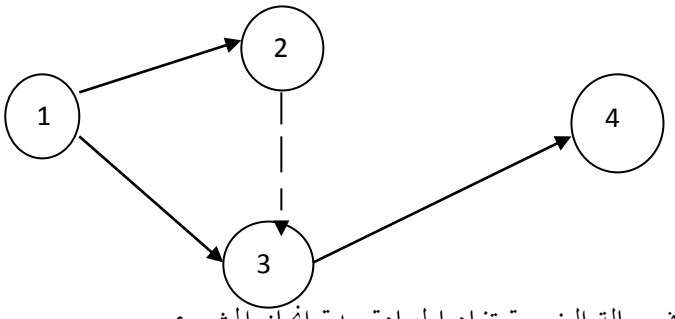


- ✓ عدم تكرار رقم الحدث من مرة واحدة في شبكة المشروع بحيث يكون الترقيم من اليسار الى اليمين ومن الأعلى الى الأسفل.
- ✓ كل حدثين متتابعين لا يمكن ربطهما بأكثر من نشاط واحد , ويمكن معالجة ذلك باستخدام الانشطة الوهمية كما في الشكل الاتي:

هذا التمثيل غير صحيح



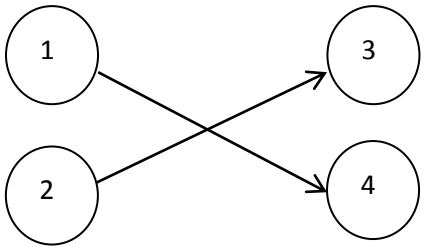
التمثيل الصحيح يكون كالاتي:



- ✓ عدم استخدام الانشطة الوهمية الا في حالة الضرورة تفاديا لزيادة مدة انجاز المشروع.

[1] سهيلة عبد الله سعيد، مرجع سابق، ص ص 228، 230

- ✓ الانشطة يجب ان تكون باتجاه واحد من حدث بداية المشروع الى حدث نهاية المشروع ولا يجوز رسم سهمين متعاكسين.
- ✓ تجنب تقاطع الانشطة تفاديا لعدم وضوح و فهم الشبكة، أي بالشكل التالي:.



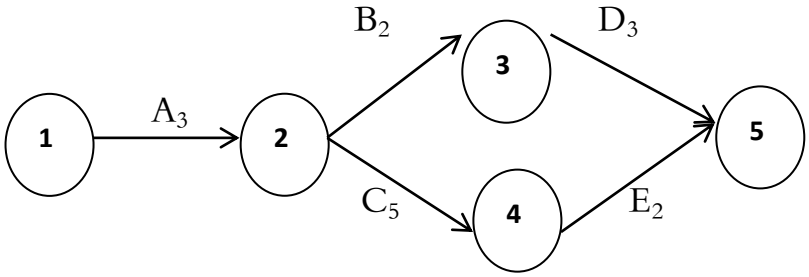
ولغرض توضيح كيفية رسم شبكة الأعمال نأخذ المثال التالي:

مثال: تخص المعلومات المبينة في الجدول التالي مشروع معين ، و المطلوب رسم شبكة الأعمال له :

النشاط	الأحداث	زمن النشاط(يوم)
A	(2-1)	3
B	(3-2)	2
C	(4-2)	5
D	(5-3)	3
E	(5-4)	2

الحل:

بتطبيق قواعد بناء شبكة الأعمال نتحصل على المخطط الشبكي التالي:



نلاحظ أن الحدث رقم (1)يبين حدث البداية بحيث لم يسبقه أي شيء، كما أن هذا الحدث يبين بداية النشاط A الذي مدة انجازه 3أيام و الحدث (2) يمثل نهاية النشاط A ، وهو في نفس الوقت يبين بداية كل من النشاطين C.B اللذين مدة انجازهما على التوالي هما 2، 5 أما نهايتهما فتمثلت في الحدثين (3) و (4) على الترتيب .في حين يمثل الحدث رقم (5) نهاية النشاطين D، E اللذين مدة انجازهما على التوالي هما 3، 2 يوم ،وهو في نفس الوقت يمثل حدث نهاية الشبكة .

بالإضافة الى ذلك ، نلاحظ أن لهذه الشبكة مسارين هما :

- ✓ المسار الأول يضم: (1،2) – (2،3) – (3،5) بحيث يستلزم 8أيام(3، 2، 3).
- ✓ المسار الثاني يضم: (1،2) – (2،4) – (4،5) بحيث يستلزم 10ايام (3، 5، 2).

ويعد المسار الثاني هو أطول مسارات الشبكة ، لذا فهو يمثل المسار الحرج الذي يحدد زمن انجاز هذا المشروع بحيث الأنشطة الواقعة عليه و المتمثلة في A .C.E تدعى بالأنشطة الحرجة أي الأنشطة التي لا تقبل التأخير في تنفيذها .

II-.أساليب تحليل المخططات الشبكية:

بعد أن يتم بناء المخطط الشبكي بشكل منطقي ، تأتي الخطوة الموالية و المتمثلة في تحليله التي يقصد بها ايجاد أقل وقت ممكن لإنهاء تنفيذ المشروع وأقل كلفة ممكنة له ، بالإضافة الى الاستخدام الأفضل للموارد .ويتم ذلك باستخدام احدى الاسلوبين التاليين:

- ✓ أسلوب المسار الحرج (critical path method).
- ✓ أسلوب مراجعة و تقييم المشروع (program evaluation and review technique).

1. أسلوب المسار الحرج (CPM):

يعد أسلوب المسار الحرج من بين أساليب التحليل الشبكي المستخدمة في تخطيط و جدولة المشاريع التي تتسم بالتأكد ، اذ يرى بأن زمن انجاز النشاط (D_{ij}) له صفة كمية واحدة مؤكدة يتم تقديره بناءا على خبرة و معرفة القائمين على المشروع أو بالاعتماد على بيانات سابقة لمشروع مماثل . لذا فان الهدف الأساسي لهذا الأسلوب في تحديد المدة الزمنية لإنهاء المشروع تكمن في تحديد الزمن اللازم لتنفيذ الأنشطة الحرجة الموجودة في مسار واحد في شبكة العمل ، و التي تتميز بأنها لا تتحمل أي تأخير أثناء عملية انجازها لأن هذا سوف يؤدي الى زيادة المدة اللازمة للمشروع وبالتالي تأخير تسليمه للهيئة المستخدمة.

أولا. أزمنة نشاط المشروع :

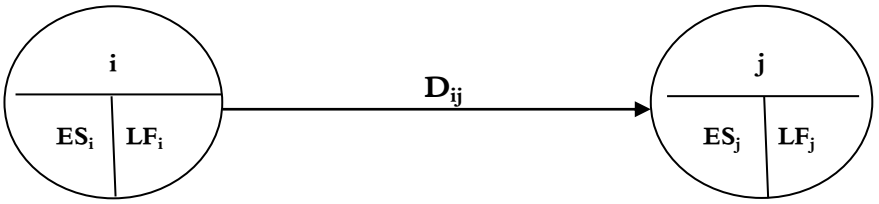
يحسب لكل نشاط أربعة أزمنة و هي :[1]

- ❖ **زمن البداية المبكرة(Earliest start time)**: هو الزمن المبكر الذي يفترض أن يبدأ فيه النشاط، حيث يرمز له بالرمز ES_{ij} .
- ❖ **زمن النهاية المبكرة (Earliest finish time)**: هو الزمن المبكر الذي يفترض أن ينتهي فيه النشاط، حيث يرمز له بالرمز EF_{ij} .
- ❖ **زمن البداية المتأخرة(Latest start time)**: يمثل أخر وقت يمكن أن يبدأ فيه النشاط دون أن يؤثر ذلك على مدة انجاز المشروع، حيث يرمز له بالرمز LS_{ij}.

[1] عبد الستار أحمد محمد الالوسي، مرجع سابق، ص ص 274، 275

❖ **زمن النهاية المتأخرة (Latest finish time)**:): يمثل أخر وقت يمكن أن ينتهي فيه النشاط دون أن يؤثر ذلك على مدة انجاز المشروع، حيث يرمز له بالرمز EF_{ij}.

ويمكن تمثيل الازمنة المبكرة والمتأخرة في شبكة الاعمال بالشكل الاتي:



ثانيا. تحديد المسار الحرج:

يعتمد تحديد المسار الحرج للشبكة على حساب عدد من الأزمنة لأنشطة المشروع و التي يعتمد عليها في التسيير الزمني لكامل المشروع ، اذ يمكن حساب تلك الأزمنة على ثلاث مراحل وهي :

المرحلة الأولى: مرحلة الحسابات الأمامية

هي المرحلة المخصصة لحساب وقت البداية المبكرة للنشاط ، حيث يتم حسابه بدءا من الحدث الأول في الشبكة وفقا لتسلسل منطقي منظم باتجاه نهاية الشبكة بافتراض أن الوقت المبكر لأول نشاط يكون صفرا ، ثم يتم بعد ذلك حساب الأوقات المبكرة للأنشطة المتبقية حسب تسلسلها بجمع زمن البداية المبكرة للنشاط السابق مع مدة النشاط ، أما في حالة في كون النشاط مسبوقا بنشاطين أو أكثر فانه يؤخذ بأكبر زمن مبكر .و يعبر عن ذلك بالعلاقات الرياضية التالية : [1]

- ✓ في الحدث الأول من أي مخطط شبكي يكون: $ES_i = 0$.
- ✓ اذا كان الحدث (j) يرتبط بنشاط واحد فقط فان: $ES_j = ES_i + D_{ij}$.
- ✓ اذا كان الحدث (j) يرتبط بأكثر من نشاط واحد فان: $ES_j = Max\ [ES_i + D_{ij}]$.

المرحلة الثانية: مرحلة الحسابات الخلفية

هي مرحلة مخصصة لحساب وقت النهاية المتأخرة للنشاط، حيث يتم حسابه من حيث انتهت الحسابات الأمامية و بالتحديد من الحدث الأخير ثم يتم بعد ذلك حساب أزمنة النهايات المتأخرة للأنشطة الباقية بطرح زمن النهاية المتأخرة للنشاط اللاحق من مدة النشاط ، أما في حالة كون النشاط ملحوقا بنشاطين أو أكثر فانه يؤخذ بأقل زمن. و يعبر عن ذلك بالعلاقات الرياضية التالية :[2]

- ✓ في الحدث الأخير في الشبكة يكون لدينا ما يلي: $ES_j = LF_j$.
- ✓ اذا كان الحدث (i) يرتبط بقاعدة نشاط واحد فقط فان : $LF_i = LF_j - D_{ij}$.

[1] محمود العبيدي، مؤيد عبد الحسين الفضل، مرجع سابق، ص 231

[2] مرجع سابق، ص 232

✓ اذا كان الحدث (i) يرتبط بأكثر من قاعدة نشاط فان: $LF_i = Min\ [LF_j - Dij]$.

المرحلة الثالثة: جدولة المشروع

هي مرحلة تدوين مختلف أزمنة أنشطة المشروع (البدايات والنهايات المبكرة و المتأخرة) ،بالإضافة الى ما يعرف بزمن السماح الكلي الذي يمثل مقدار الزمن الذي يمكن للنشاط أن يستهلكه على المدة المقدرة التي يحتاجها النشاط دون أن يتسبب ذلك في زيادة مدة انجاز المشروع ، وهذا في جدول يدعى بجدول أزمنة المشروع الذي يأخذ الشكل التالي:

اسم النشاط	مدة النشاط	الأوقات المبكرة		الأوقات المتأخرة		زمن الفائض الكلي	النشاط الحرج
		للبداية	للنهاية	للبداية	للنهاية		

ويتم حساب بقية الأزمنة التي لم تحسب على الشبكة بالعلاقات الرياضية التالية:[1]

✓ زمن النهاية المبكرة للنشاط يساوي: $EF_i = ES_i + D_{ij}$.

✓ زمن البداية المتأخرة للنشاط يساوي: $LS_i = LF_i - D_{ij}$.

✓ زمن الفائض الكلي للنشاط يساوي: $Tt = LS_i - ES_i = LF_i - EF_i$.

المرحلة الرابعة : ايجاد المسار الحرج

هي مرحلة تعيين المسار الحرج الذي هو سلسلة الأنشطة التي يساوي الفائض الكلي لكل منها صفرا ، وذلك من حدث بداية المشروع الى حدث نهاية المشروع ، وهو الذي على أساسه يتم تحديد زمن انجاز المشروع. ويعبر عن النشاط الحرج بالعلاقة الرياضية التالية:

$$Tt = LS_i - ES_i = LF_i - EF_i = 0$$

قاعدة :

تحدد الأنشطة الحرجة على الشبكة و نميزها عن غيرها بمسار مزدوج الخطوط

ملاحظة 1:

في الحسابات الأمامية و لغرض تحديد عدد الأنشطة المرتبطة بالحدث ، يؤخذ بعين الاعتبار رأس السهم ، أما في حالة الحسابات الخلفية و لغرض تحديد عدد الأنشطة المرتبطة بالحدث فانه يؤخذ بعين الاعتبار قاعدة السهم

[1] محمد راتول، مرجع سابق، ص 302