- خطة إدارة المشروع
- العوامل المتعلقة ببيئة المؤسسة
- إجرائية تنظيم الموجودات.

- الأدوات والتقنيات
  - التجزيء
  - قوالب
  - تخطيط تموّج التدريج (Rolling Wave Planning)
  - أحكام وآراء الخبراء
  - عنصر التخطيط (Planning Component).
- الخرج
  - قائمة الفعاليات (Activity List)
  - واصفات الفعاليات (Activity Attributes)
  - قائمة المعالم (Milestone List)
  - التغييرات اللازمة

تسلسل الفعاليات

بعد إنشاء قائمة الفعاليات، نكون قد حصلنا على قائمة شاملة لكل الفعاليات التي يجب أن تجري خلال المشروع.الخطوة التالية هي استكشاف الترتيب الذي يجب أن تنفَّذ وفقه هذه الفعاليات. سنوضح ذلك من خلال النقاط التالية:

- توجد دوماً، باستثناء المشاريع الصغيرة، اعتمادية بين الفعاليات المختلفة ضمن المشروع
- جرى تحديد هذه الاعتمادية من خلال إجرائية تعريف الفعاليات
- نريد الآن أن نبني نموذجاً ما يمثِّل تدفق فعاليات المشروع كما توحي به الاعتمادية بين الفعاليات.

- **إجرائية تسلسل الفعاليات**
  - **الدخل**
    - بيان نطاق المشروع
    - قائمة الفعاليات
    - واصفات الفعاليات
    - قائمة المعالم
  - **الأدوات والتقنيات**
    - طريقة الأسبقية (Precedence Diagramming Method, PDM)
    - طريقة (Arrow Diagramming Method)
    - قوالب شبكة الجدول الزمني (Schedule Network Templates)
    - تحديد الاعتمادية (Dependency Determination)
    - تطبيق الدلائل (Leads) والفترات الفاصلة بين الفعاليات (Lags)

- **الخرج**
  - مخططات الشبكية للجدول الزمني للمشروع (Project Schedule Network Diagrams)
  - قائمة الفعاليات (بعد التعديل)
  - واصفات الفعاليات (بعد التعديل)
  - التغييرات اللازمة

ملاحظات على تعريف الفعاليات

هناك مجموعة من الملاحظات يجب الانتباه إليها عند تعريف الفعاليات:

- نبدأ بتقسيم كل عنصر عمل من المستوى الأدنى لبنية تقسيم العمل إلى مهام أكثر وضوحاً
- يجب أن يكون مستوى حبيبية الفعاليات (Activities Granularity) مناسباً لتمثيل وتتبّع هذه الفعاليات ضمن جدول زمني
- غالباً ما يكون المستوى الأدنى من بنية تقسيم العمل مناسباً ليصبح قائمة فعاليات (Activity List)
- غالباً ما يجري تمثيل قائمة الفعاليات جدولياً (Tabular Form)
- عادةً، كل فعالية ستشكّل خطاً في أداة الجدولة (مثل MS Project)

واصفات الفعالية

يجب أن ترافق كل فعالية من قائمة الفعاليات مجموعة من الواصفات (Attributes)، والتي ستساعد في بناء الجدول الزمني. بمعنى آخر، توفِّر الواصفات معلومات تتعلق بالجدول الزمني، مثل:

- الاعتماديات (Dependencies)
- الفترات الزمنية بين الفعاليات (Lags) وإرشادات أو دلائل (Leads)
- متطلبات المورد (Resource Requirements)
- قيود (Constraints)
- افتراضات (Assumptions)
- تواريخ مفروضة (Imposed Dates)

قائمة المعالم

- **المعلم (Milestone)**

هو فعالية فترتها الزمنية صفر. يستخدم المعلم كأداة مفيدة للإشارة إلى أحداث هامة في المشروع، مثل:

- إتمام سلسلة من المهام المرتبطة (مثلاً، جميع الفعاليات الخاصة بعنصر ضمن بنية تقسيم العمل)

- إطلاق (Releasing) أحد المخرجات الهامة
- إتمام معاينة أساسية (Gate Review)

- **تحديد المعالم**

يمكن إتباع المعيار SMART لتحديد المعالم. حيث يجب أن يكون المعلم:

- محدَّد (**S**pecific)
- قابل للقياس (**M**easurable)
- قابل للتعيين (**A**ssignable)
- حقيقي (**R**ealistic)
- يعتمد على فترة زمنية معينة(**T**ime-Framed)

- **قائمة المعالم (Activity List)**

يجب تضمين المعالم ضمن قائمة الفعاليات، بالرغم من أنها ليست فعاليات من الناحية العملية

الاعتمادية بين الفعاليات

- **أنواع الاعتمادية**

يبيّن الجدول التالي أنواع الاعتمادية كما يجري تمثيلها في الأداة (MS Project):

نوع الاعتمادية	توصيف
Finish-to-Start (FS)	لا يمكن أن تبدأ المهمة (B) قبل نهاية المهمة (A).
Start-to-Start (SS)	لا يمكن أن تبدأ المهمة (B) حتى تبدأ المهمة (A).
Finish-to-Finish (FF)	لا يمكن أن تنتهي المهمة (B) حتى تنتهي المهمة (A).
Start -to-Finish (SF)	لا يمكن أن تنتهي المهمة (B) قبل بداية المهمة (A).

- **من جهةٍ أخرى، تكون الاعتمادية ضمن أحد الأصناف التالية:**
  - اعتمادية إجبارية (Mandatory Dependency)

    تنتج من طبيعة العمل، أو ما يعرف بالمنطق الصعب (Hard Logic)
  - اعتمادية اختيارية (Discretionary Dependency)

    يجري تحديدها من قبل غريق المشروع، أو ما يدعى بالمنطق السهل (Soft Logic)
  - اعتمادية خارجية (External Dependency)

    تتضمن علاقات بين فعاليات من المشروع وأخرى من خارجه

المخططات الشبكية للمشروع

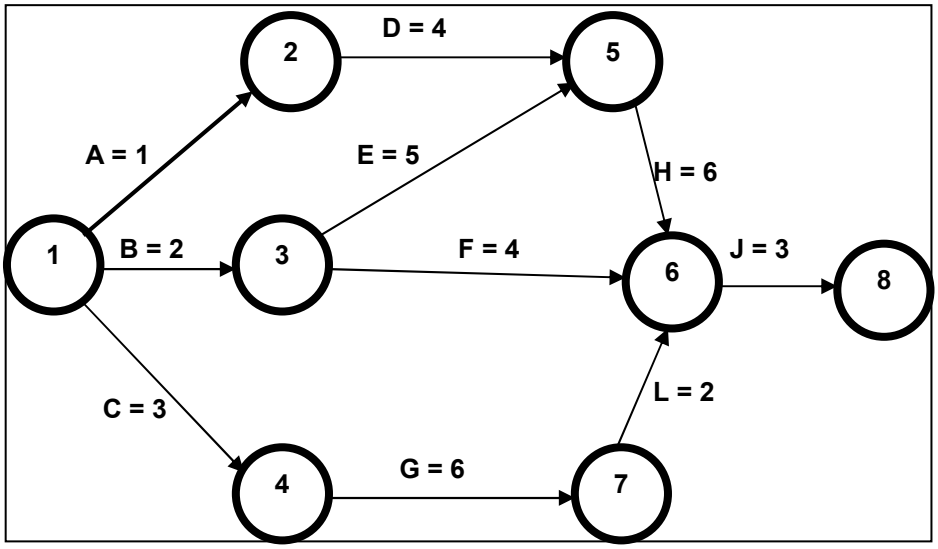
تُعتبر المخططات الشبكية الوسيلة المفضلة لبناء وعرض تسلسل فعاليات المشروع.

- **المخطط الشبكي (Network Diagram)**

هو عرض تخطيطي (Schematic Display) للعلاقات المنطقية بين فعاليات المشروع أو لتسلسل هذه الفعاليات.

- **طريقة التمثيل بالأسهم (Arrow Diagramming Method, ADM)**

تُسمى كذلك بالمخطط الشبكي للمشروع فعالية–على–سهم (Activity-on-Arrow, AOA)، حيث تمثَّل الفعاليات كأسهم، وتمثِّل العقد أو الدوائر نقاط بداية ونهاية الفعاليات. يمكن أن تظهر هذه الطريقة الاعتمادية من النوع نهاية–إلى–بداية (Finish-To-Start) فقط. لاحظ المثال التالي مع الانتباه إلى أن فترة الفعالية تقدَّر بالأيام، فعندما نضع (A=1)، هذا يعني أن الفترة الزمنية للفعالية (A) هي 1:



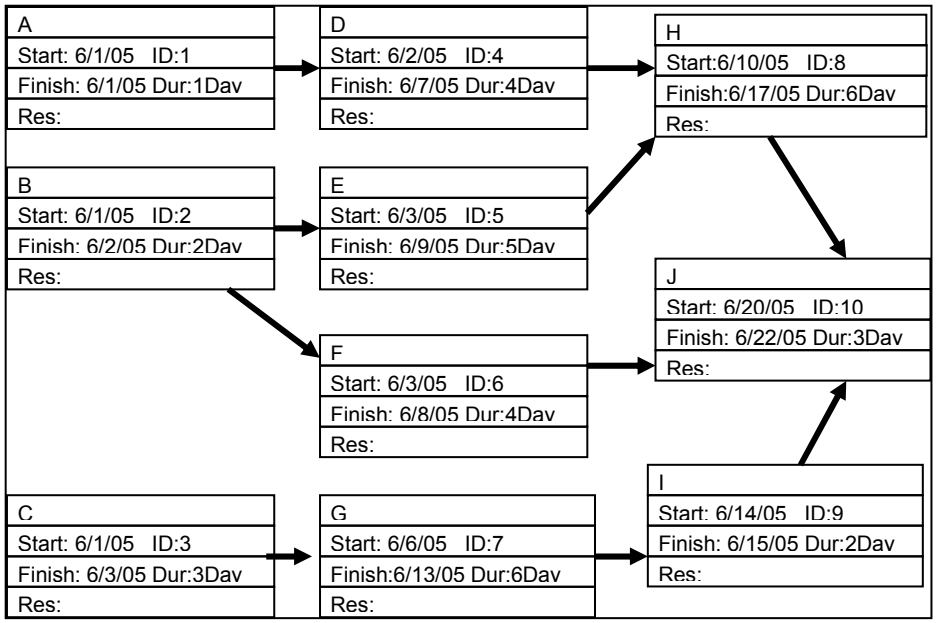
- **إجرائية بناء المخطط الشبكي AOA**
  - حدّد كل الفعاليات التي تبدأ عند العقدة 1، ارسم عقد النهاية لهذه الفعاليات وارسم أسهماً بين العقدة 1 وعقد النهاية هذه. ضع اسم الفعالية (حرف في المثال السابق) وتقدير الفترة الزمنية لهذه الفعالية على السهم الممثِّل لها
  - تابع رسم المخطط الشبكي، من اليسار إلى اليمين. لاحظ الانقسامات (Bursts) والاندماجات (Merges)، يحصل الانقسام عندما يتبع فعالية واحدة فعاليتين أو أكثر، ويحصل الاندماج عندما تسبق فعاليتين أو أكثر فعالية واحدة
  - تابع رسم المخطط الشبكي حتى يجري تضمين جميع الفعاليات ضمن هذا المخطط
  - كقاعدة عملية ناتجة عن خبرة، يجب أن تتجه رؤوس الأسهم نحو اليمين، ويجب أن لا يحصل تقاطع بين الأسهم

المخططات الشبكية للمشروع (متابعة)

- **طريقة تمثيل الأسبقية (Precedence Diagramming Method, PDM)**

يجري في هذه الطريقة تمثيل الفعاليات باستخدام صناديق (Boxes)، بينما تمثِّل الأسهم علاقات بين الفعاليات. تُعتبر هذه الطريقة أكثر شيوعاً من طريقة التمثيل بالأسهم وأكثر استخداماً ضمن برمجيات إدارة المشاريع. كذلك تُعتبر أفضل من ناحية إظهار أنماط مختلفة للاعتمادية بين الفعاليات.

لاحظ المثال التالي الذي يظهر مخططاً شبكياً لمشروع باستخدام طريقة تمثيل الأسبقية:



تقدير موارد الفعاليات

- **تخطيط الموارد (Resource Planning)**

تُعتبر متطلبات المشروع من الموارد وتوفّر هذه الموارد ذات أثر كبير وحرج على الجدولة الزمنية للمشروع، لهذا السبب نحتاج إلى إجراء تخطيط للموارد كجزء من إجراءات تخطيط الوقت. قد تكون الموارد أشخاصاً أو تجهيزات (Equipments) أو مواد (Materials)، ولا بد من الانتباه إلى أن طبيعة المشروع والمنظمة لها أثراً كبيراً على تخطيط الموارد. يوجد مجموعة من الأسئلة يجب طرحها في هذه المرحلة:

- ما مدى صعوبة القيام بمهام محددة في المشروع؟
- هل هناك أي شيء مميَّز في بيان هذا المشروع، سيؤثّر على الموارد؟
- هل لدى المنظمة الأشخاص والتجهيزات والمواد القادرة والمتوفرة للقيام بالعمل المطلوب؟ أو هل بإمكانها الحصول على ذلك؟

- **إجرائية تقدير موارد الفعاليات**
  - الدخل
    - قائمة الفعاليات
    - واصفات الفعالية
    - توفّر الموارد (Resource Availability)
    - خطة إدارة المشروع
    - العوامل المتعلقة ببيئة المؤسسة
    - إجرائية تنظيم الموجودات
  - الأدوات والتقنيات
    - أحكام وآراء الخبراء
    - تحليل البدائل
    - معطيات التقديرات المعلنة (Published Estimating Data)
    - برمجيات إدارة المشاريع
    - التقدير من الأسفل إلى الأعلى (Bottom-Up Estimating)
  - الخرج
    - متطلبات موارد الفعاليات
    - واصفات الفعاليات (بعد التعديل)
    - بنية تقسيم الموارد (Resource Breakdown Structure)
    - لائحة الموارد (Resource Calendar) (بعد التعديل)
    - التغييرات اللازمة

متطلبات موارد الفعاليات

يجري تحديد متطلبات الموارد لجميع الفعاليات. يجب أن نقوم بطرح مجموعة من الأسئلة من اجل كل فعالية ضمن قائمة الفعاليات. من هذه الأسئلة:

- من سيقوم بهذه الفعالية؟
  - نذكر الأسماء إذا كان ذلك ممكناً، وإلاّ نذكر الأدوار
- هل تحتاج أكثر من شخص؟
- هل تتطلب أكثر من اختصاص؟

بنية تقسيم الموارد

توفّر بنية تقسيم الموارد (Resource Breakdown Structure) قائمة بكل الموارد المطلوبة للمشروع، وذلك من خلال الأدوار.
لاحظ المثال البسيط التالي:

1- Project Manager
2- Engineering
    2-1- Engineering Manager
        2-1-1- Technical Requirement Specialist
        2-1-2- Architect
        2-1-3- Engineer
    2-2- Quality Assurance Manager
        2-2-1- Quality Assurance Engineer
    …

تقدير فترات الفعاليات

بعد أن نقوم بتحديد الفعاليات والتسلسل المناسب لهذه الفعاليات، نقوم بإجراء تقدير للفترات الزمنية اللازمة لها. يجب أن يساعد الأشخاص الذين يقومون بالعمل على إجراء هذه التقديرات، ومن ثم على الخبراء معاينة ذلك.

- **إجرائية تقدير فترات الفعاليات (Activity Duration Estimating Process)**
    - الدخل
        - بيان نطاق المشروع
        - قائمة الفعاليات
        - واصفات الفعالية
        - متطلبات موارد الفعاليات
        - لائحة الموارد
        - خطة إدارة المشروع
        - العوامل المتعلقة ببيئة المؤسسة
        - إجرائية تنظيم الموجودات
    - الأدوات والتقنيات
        - أحكام وآراء الخبراء
        - التقدير بالتشابه الجزئي (Analogous Estimating)
        - التقدير بالوسطء (Parametric Estimating)
        - تقديرات ثلاثية النقط (Three-Point Estimates)
        - التحليل المعكوس (Reverse Analysis)
    - الخرج
        - تقدير فترات الفعاليات

- واصفات الفعاليات (بعد التعديل)

- **تقدير الفترات الزمنية للفعاليات في المشاريع البرمجية**

يعتبر تقدير الفترات الزمنية للفعاليات في المشاريع البرمجية أحد الأمور التي يصعب البت فيها(Problematic). فالأشخاص الذين يعرفون ما يتطلبه العمل، عادةً ما:

- تكون لديهم معرفة/خبرة فقيرة في هندسة البرمجيات عموماً وفي تقدير الجهد المطلوب خصوصاً
- لا يقدّرون أهمية التقديرات الجيدة
- يكونون تحت ضغط لتضييق الجدول الزمني
- لا يكون لديهم أي اهتمام بتخطيط الفعاليات
- يقاومون إجراء التزامات
- لا يعلمون الكثير عن العمل الذي يشاركوا فيه

طرق مختلفة لتقدير الفترة الزمنية

يُعتبر تقدير الوقت اللازم للفعاليات أحد العناصر الحرجة في تخطيط المشروع، ولكن عندما لا يكون لدينا الثقة التامة بان مهمة ما تتطلب الوقت المحدّد لها، يستحسن أن لا نغامر ونحدّد ذلك، وهذا غالباً ما يجري بهدف ضمان أن نكون في وضع آمن. على سبيل المثال، قد تكون لدينا مهمة تحتاج على الأقل أسبوع، ولكننا لنضمن الوضع الآمن نحدّد لها فترة أسبوعين. تُسمى هذه الظاهرة بالحشو (Padding). يستحسن أن نتعامل مع مثل هذه الحالات على أنها مخاطر أمام المشروع.

- **الجهد والفترة الزمنية**
  - **الجهد (Effort)**

هو عدد أيام العمل (Workdays) أو ساعات العمل اللازمة لإتمام مهمة ما.

  - **الفترة الزمنية (Duration)**

هو الوقت المقطوع من أجندة الأيام

وبالتالي، الجهد اللازم لإتمام المهمة يختلف عن الفترة الزمنية اللازمة لإتمام هذه المهمة. وعادةً، الجهد لا يساوي الفترة الزمنية.

- **التقدير الأحادي للوقت (One-Time Estimation)**

يجري في التقدير الأحادي للوقت تحديد تقدير زمني واحد لكل فعالية، وهذا يتطلب أشخاصاً يمكن الاعتماد عليهم لتقدير الوقت اللازم للفعاليات. إلا أن هذا الأسلوب له بعض السلبيات:

- إخفاء المخاطر
- لا يعد هناك ثقة بالجدول الزمني للمشروع
- تتضارب اهتمامات المقدِّرين (ضمان الوضع الآمن) مع اهتمامات مدير المشروع (الحصول على تقديرات صحيحة)

- **التقدير بالتشابه الجزئي (Analogous Estimation)**

نحاول في هذه الطريقة الاعتماد على معلومات تاريخية (معلومات عن مشاريع سابقة)، وذلك لإيجاد نقاط تشابه بين المشروع السابق والمشروع الحالي. على سبيل المثال، "قمنا في العام الماضي بمشروع مشابه لهذا المشروع، وقد تطلّب ذلك 7 أشهر، لذلك من المنطقي أن نتوقع أن يتطلب المشروع الحالي 7 شهور أيضاً (تقريباً)".

طرق مختلفة لتقدير الفترة الزمنية (متابعة)

- **التقدير بالوسطاء (Parametric Estimation)**

نستخدم في هذه الطريقة مقاييس رقمية، كعدد أسطر الترميز

- **التقدير ثلاثي النقط (Three-Point Estimation)**

بدلاً من تحديد تقدير وحيد لكل فعالية، يمكن تحديد ثلاثة تقديرات:

  - تقدير تفاؤلي (Optimistic Estimate)
  - تقدير تشاؤمي (Pessimistic Estimate)
  - التقدير الأكثر احتمالاً (Most Likely Estimate)

يمكن بعد ذلك، أن نستخدم صيغة رياضية (Formula) معينة لحساب تقدير وسطي.

- **تقنية معاينة وتقييم البرنامج (Program Evaluation and Review Technique)**

تُسمى هذه الطريقة (PERT) اختصاراً، وهي طريقة تحليل شبكية تستخدم التقدير ثلاثي النقط. تستخدم هذه الطريقة لتقدير الفترة الزمنية اللازمة للمشروع عندما يكون هناك درجة عالية من الشك أو عدم اليقين (Uncertainty) بخصوص تقدير الفترات الزمنية اللازمة للفعاليات. تستخدم هذه الطريقة تقديرات احتمالية للوقت (Probabilistic Time Estimates) وذلك اعتماداً على التقديرات المتفائلة والمتشائمة والأكثر احتمالاً للفترة الزمنية للفعالية.

تطوير الجدول الزمني للمشروع

لتطوير الجدول الزمني للمشروع، نستخدم نتائج الإجراءات الأخرى الخاصة بإدارة الوقت لتحديد تاريخ بداية ونهاية المشروع وكذلك تاريخ بداية ونهاية كل فعالية من فعالياته.

- **الهدف من تطوير جدول زمني للمشروع**

إنشاء جدول زمني عملي أو حقيقي للمشروع، والذي يوفر الأساس لمراقبة تقدم المشروع من ناحية الوقت.

- **الأدوات والطرق المستخدمة**

توجد الكثير من الأدوات المفيدة في هذه المرحلة، مثل مخططات غانت (Gantt Charts) وتحليل بيرت (PERT Analysis) وتحليل المسار الحرج (Critical Path analysis) أو ما يُعرف بالجدولة المتسلسلة الحرجة (Critical Chain Scheduling).

- **إجرائية تطوير الجدول الزمني**
  - الدخل
    - قائمة الفعاليات
    - واصفات الفعالية
    - المخططات الشبكية للجدول الزمني للمشروع
    - متطلبات موارد الفعاليات
    - لائحة الموارد
    - تقدير فترات الفعاليات
    - خطة إدارة المشروع

- ❖ سجل المخاطر (Risk Register)
  - العوامل المتعلقة ببيئة المؤسسة
  - إجرائية تنظيم الموجودات
- الأدوات والتقنيات
  - تحليل شبكة الجدول الزمني
  - طريقة المسار الحرج (Critical Path analysis)
  - ضغط الجدول الزمني (Schedule Compression)
  - تحليل سيناريو ماذا–إذا (What-If Scenario Analysis)
  - ترتيب الموارد (Resource Leveling)
  - طريقة التسلسل الحرج (Critical chain Method)
  - برمجيات إدارة المشاريع
  - استعمال الأجندات (Applying Calendars)
  - ضبط الدلائل والفترات الفاصلة بين الفعاليات (Adjusting Leads and Lags)
  - نموذج الجدول الزمني (Schedule Model)
- الخرج
  - الجدول الزمني للمشروع
  - معطيات نموذج الجدول الزمني
  - المقياس الأساسي للجدول الزمني (Schedule Baseline)
  - متطلبات الموارد (بعد التعديل)
  - واصفات الفعاليات (بعد التعديل)
  - أجندة المشروع (بعد التعديل)
  - خطة إدارة المشروع (بعد التعديل)
    - ❖ خطة إدارة الجدول الزمني (بعد التعديل)
  - التغييرات اللازمة

مخططات غانت

توفّر مخططات غانت صيغة معيارية لعرض معلومات الجدول الزمني للمشروع، وذلك من خلال وضع قائمة بفعاليات المشروع وتاريخ بداية ونهاية كل منها على شكل أجندة.

- **الرموز المستخدمة في مخططات غانت**
  - **معين أسود (Black Diamond)**

    يمثِّل معلم (Milestone) أو حدث هام في المشروع، الفترة الزمنية له هي صفر
  - **خطوط سوداء ثخينة (Thick Black Bars)**

    تمثِّل مهام تلخيصية (Summary Tasks)
  - **خطوط أفقية أرفع (Lighter Horizontal Bars)**