الفصل الثاني

إعداد نموذج شبكة الأعمال

(Developing a Network Model)

obeikandl.com

محتويات الفصل:

٢-١ مقدمة.

٢-٢ خطوات بناء نموذج شبكة الأعمال.

(Steps in Building a Network Model)

٢-٢-١ دراسة مستندات العقد (Contract Documents Study).

٢-٢-٢ إعداد طريقة التنفيذ المقترحة.

(Construction Method Statement)

٢-٢-٣ التخطيط العام للموقع (Site Layout Planning).

٢-٢-٤ التخطيط وإعداد البرنامج الزمني للأعمال باستخدام طريقة المسار الحرج.

(Planning CPM)

٢-٢-٤-١ تحديد جميع الأنشطة وإعداد هيكل تجزئة الأعمال التي يتكون منها المشروع.

٢-٢-٤-١-١ هيكل تجزئة العمل.

(Work Breakdown Structure (WBS))

٢-٢-٤-١-١-١ أسباب استخدام هيكل تجزئة العمل (WBS).

٢-٢-٤-١-١-٢ خصائص هيكل تجزئة العمل (WBS).

٢-٢-٤-١-١-٣ مستويات هيكل تجزئة العمل (WBS).

٢-٢-٤-١-١-٤ طرق إنشاء هيكل تجزئة العمل(WBS) .

٢-٢-٤-١-١-٥ خطوات تكوين هيكل تجزئة الأعمال.

٢-٢-٤-١-١-٦ إعتبارات هامة يجب مراعاتها في هيكل تجزئة الأعمال.

٢-٢-٤-١-٢ تعريف النشاط (Activity Definition).

٢-٢-٤-١-٣ أنواع الأنشطة (Activities Type).

٢-٢-٤-١-٤ أمور هامة يجب أن تراعى عند تحديد أنشطة شبكة المشروع.

٢-٢-٤-١-٥ جدول الأنشطة (Activities List).

٢-٢-٤-٢ ترتيب أنشطة المشروع(Activities order).

٢-٢-٤-٢-١ طرق تمثيل العلاقات بين الأنشطة (Activities Relations).

٢-٢-٤-٢-٢ القيود التي تتحكم في ترتيب أنشطة المشروع.

(Project Activities Constraints)

٢-٢-٤-٢-٣ اعتبارات عامة عند التعرض لقيود المشروع.

(Constraints Comments)

٢-٢-٤-٣ رسم المخطط الشبكي للأنشطة.

(Drawing a Network Diagram)

٢-٢-٤-٣-١ مخطط الأسهم (Arrow Diagram).

٢-٢-٤-٣-٢ مخطط التتابع (Precedence Diagram).

٢-٢-٤-٣-٣ الاختيار بين مخطط الأسهم و مخطط التتابع.

(Arrow Diagram vs. Precedence Diagrams)

* * *

obeikandi.com

٢-١ مقدمة:

إن الفكرة الأساسية لعملية التخطيط والجدولة باستعمال شبكة الأعمال، هي أن الشبكة تمثل نموذجاً زمنياً للمشروع يمثل أنشطة المشروع وعلاقتها ببعضها البعض والمدد الزمنية المقدرة لكل نشاط، ولذا يعتبر إعداد نموذج شبكة الأعمال من أهم خطوات الجدولة الزمنية، والنموذج الغيرمعد جيدا لا يخدم عملية الإنشاء بل قد يعوق تقدم إنشاء المشروع.

يجب أن يعد النموذج بطريقة دقيقة وبخطوات مماثلة للخطوات الفعلية التي يجب أن تتبع لإنجاز عملية الإنشاء، ويجب أن يتم فهم تسلسل الأعمال والعلاقات بين الأعمال والأنشطة المختلفة المطلوبة لإنشاء المشروع فهماً تاماً،ويجب أن يبين ذلك في الشبكة النهائية حتى تصبح الشبكة نموذجاً زمنياً مماثلاً لما هو متوقع حدوثه بالمشروع، وإلا سيصبح مغايراً لما ينفذ على الطبيعة وبالتالي لن يتم الأخذ به كأداة للتحكم في المشروع حتى يتم تعديله تعديلا جوهريا بحيث يتماشى مع أسلوب وتسلسل الأعمال بالمشروع وعندئذ يمكن الاستفادة منه.

وعادة يكون المسئول عن إعداد النموذج الشبكي مهندس التخطيط والبرامج الزمنية (Planning and Scheduling Engineer) الذي يجب أن يكون ذا خبرة عالية بعملية الإنشاءات وطرق التنفيذ المختلفة، ويتولى مسئولية الإعداد والتنسيق مع مهندسي التخصصات المختلفة من معماري وإنشائي وكهرباء وميكانيكا في تجميع البيانات والمعلومات اللازمة لعملية التخطيط والجدولة الزمنية. ويوجد العديد من الخطوات المطلوبة لبناء وإتمام وتوظيف النموذج الشبكي كما سيتم ذكره لاحقاً.

٢-٢ خطوات بناء نموذج شبكة الأعمال:

((Steps in Building A Network Model

المرحلة الأولى في بناء النموذج الشبكي في طريقة المسار الحرج هي مرحلة إعداد خطة العمل وتشتمل على الخطوات الآتية :

١- دراسة دقيقة لمستندات العقد (Contract Documents Study).

٢- إعداد طريقة التنفيذ المقترحة (Construction Method).

٣- عمل التخطيط العام للموقع (Site Layout Planning).

٤- التخطيط (Planning) يحتوي على ثلاث خطوات أساسية هي:

أ- تحديد جميع الأنشطة التي يتكون منها المشروع (Activities List).

ب- تحديد التسلسل أو الترتيب المنطقي الذي يجب أن تنفذ الأنشطة طبقاً له (Dependency List).

ج - رسم المخطط الشبكي بين الأنشطة حسب الترتيب الذي يتم التوصل إليه في الخطوة السابقة.

٥- الجدولة (Scheduling) وتشمل:

أ- حساب الزمن اللازم لتنفيذ كل نشاط (Activity Duration).

ب- إجراء حسابات المسار الحرج (Critical Path Calculation).

٦- الإستقرارعلى الأزمنة الخاصة بكل نشاط وزمن المشروع الكلي (Activity & Project Duration).

٧- حساب الموارد اللازمة لتنفيذ المشروع (Resource Scheduling).

٨- عمل توزيع للموارد وتعديل البرنامج للأخذ في الاعتبار الموارد المحدودة (Resource Allocation).

٩- عمل البرنامج الأمثل اقتصادياً "تسوية" للموارد في حالة توافر الموارد (Resource Leveling).

١٠- الاستقرار على عناصر التخطيط الثلاثة " وقت – تكلفة – موارد" (Project Plan Adjustment).

١٣- ضغط وقت المشروع عند الاحتياج (Time Reduction when Needed).

١٢- إعداد الموازنة التخطيطية للعقد (Contract Budget).

١٣- حساب التدفقات النقدية للعقد (Cash Flow Plan).

١٤- القيام بالرقابة ومتابعة الخطة (Schedule Control).

وسوف يتم تناول ذلك بالتفصيل في هذا الكتاب ابتداء من الخطوة الرابعة وهى التخطيط.

٢-٢-١ دراسة مستندات العقد (Contract Documents Study) :

إن أول مرحلة من مراحل التخطيط هي دراسة جميع مستندات التعاقد من الشروط العامة والخاصة والمواصفات الفنية العامة والخاصة للأعمال والرسومات العامة والتفاصيل وقائمة الكميات والأسعار والعقد والملاحق والإضافات وفهم جميع الأوجه الفنية والتعاقدية للمشروع، حتى يمكن إعداد طريقة التنفيذ المقترحة. وقد يشترك في هذه الدراسة إلى جانب رب العمل أو الجهاز الفني الذي يمثله كل من المقاول الرئيسي ومقاول الباطن والموردين للمواد والمعدات للتعرف على إمكانيات كل الأطراف وتصورهم لكيفية إتمام العمل والإطار الزمني المناسب لكل منهم.

٢-٢-٢ إعداد طريقة التنفيذ المقترحة:

(Construction Method Statement)

إن طريقة التنفيذ هي عملية تسجيل كامل لإنجاز المشروع لتنفيذه على طريقة الإنشاء (Construction Method)، وعلى شكل الموقع وبيان المعدات المستخدمة وكل ما يتعلق بالمشروع ومراحل تنفيذه المختلفة. وأهمية تحديد طريقة التنفيذ المقترحة من حسابات تقدير تكلفة المشروع أثناء دراسة المشروع في مرحلة المناقصة، وكذلك الأنشطة اللازمة للتنفيذ وتسلسلها تبنى كلها على أساس الطريقة التي سينفذ بها المشروع وتحديد جداول الإنتاجية، وكل مجموعة لها معدل إنتاج للعمل المطلوب وبالتالى يتم تحديد المدة اللازمة للأنشطة بصفة مبدئية.

٢-٢-٣ التخطيط العام للموقع (Site Layout Planning):

هي عبارة عن وضع تخيل لما سيكون عليه شكل الموقع خلال مراحل التنفيذ المختلفة وطرق الدخول والخروج من الموقع وأماكن التخزين وأماكن المكاتب المؤقتة للإدارة وما هى المواد التى يتم استيرادها والمواد اللازمة للتصنيع وخلافه.

٢-٢-٤ التخطيط وإعداد البرنامج الزمني للأعمال باستخدام طريقة المسار الحرج:) CPM Planning):

وكما ذكرنا سابقا فإن التخطيط يحتوي على النقاط الآتية:

١- تحديد جميع الأنشطة التي يتكون منها المشروع (Name,Type, Code, ID, Duration).

٢- تحديد التسلسل أو الترتيب المنطقي الذي يجب أن تنفذ الأنشطة طبقاً له (Activity Relationships).

٣- رسم المخطط الشبكي بين الأنشطة حسب الترتيب الذي يتم التوصل إليه في الخطوة السابقة.

٢-٢-٤-١ تحديد جميع الأنشطة وإعداد هيكل تجزئة الأعمال التي يتكون منها المشروع:

لكي نتمكن من رسم مخطط شبكي لمشروع ما لابد أولاً من تحليل (Breakdown) المشروع إلى حزم أعمال (Work Package) والتي تقسم بدورها إلى الأعمال الجزئية التي تتكون منها كل حزمة والتي تسمى أنشطة (Activities).

٢-٢-٤-١-١ هيكل تجزئة العمل:

Work Breakdown Structure (WBS)

الإدارة الناجحة لمشروعات التشييد تتطلب تعريفاً لمجال عمل المشروع بتفصيلات كافية لدعم الإدارة الفعالة للمشروع أثناء مرحلة التنفيذ. ومن طرق التخطيط اللازمة لذلك طريقة هيكل تجزئة العمل

Work Breakdown Structure (WBS) وهو تحليل تدرجي للعمل يوثق ويحدد وينظم النطاق الإجمالي للمشروع طبقاً لأهداف المشروع Objectives ولاستخدام هذا الهيكل في إدارة المشروع حتى إكمال نطاق العمل به وتحقيق أهدافه وإتمامه بنجاح.

يقسم هيكل تجزئة العمل WBS نطاق عمل المشروع إلى أجزاء عمل أصغر قابلة للإدارة بصورة أكثر سهولة، حيث يمثل كل مستوى تنازلي تعريفاً مفصلاً بصورة متزايدة لعمل المشروع، بحيث يمكن جدولة العمل المخطط المتضمن في مكونات أقل المستويات في الهيكل وتقدير تكلفته وتعيين المسئول عنه ومراقبته ومتابعته حيث يمكن ربط هيكل تجزئة الأعمال WBS ب بهيكل المسئوليات "OBS" Organization Breakdown Structure من خلال مصفوفة المسئوليات"RAM" Responsibility Assignment Matrix، وتساعد المكونات التي تضم هيكل تجزئة العمل أصحاب المشروع في متابعة المشروع.

٢-٢-٤-١-١-١ أسباب استخدام هيكل تجزئة العمل WBS :

١- للتأكد من أن المشروع يحتوي على جميع الأعمال اللازمة لإتمامه ضمن نطاق الأعمال المحدد.

٢- للتأكد من أن المشروع لا يحتوي على أي أعمال غير ضرورية أو أي أعمال تخرج عن نطاق العمال المحدد.

٣- لتسهيل عملية إدارة المشروع وذلك بتقسيمه إلى مستويات أقل يمكن إحالة مسئوليتها إلى أعضاء فريق المشروع.

٤- تساعد في إعداد التقارير الفعالة عن المشروع حيث يمكن تقديم التقارير الخاصة بكل مرحلة (في حالة تقسيم مراحل دورة عمل المشروع في هيكل تجزئة الأعمال) أو حزم العمل المختلفة في حالة التقسيم إلى حزم عمل.

٢-٢-٤-١-١-٢ خصائص هيكل تجزئة العمل (WBS) :

١- تمثل الأعمال التي لها نتائج ملموسة (tangible result).

٢- يتم ترتيبها بطريقة هرمية (hierarchical structure).

٣- الهدف النهائي منها يكون له نتائج ملموسة ويمثل الإنجازات المطلوبة للمشروع (project deliverable).

٤- مجموعها يمثل كامل نطاق العمل للمشروع project scope of work

٢-٢-٤-١-١-٣ مستويات هيكل تجزئة العمل (WBS) :

هيكل تجزئة الأعمال يجب أن يحتوي على كامل نطاق الأعمال، وتتوقف عدد مستويات تجزئة الأعمال الهرمية على حجم المشروع ومستوى صعوبته، فيمكن أن تكون ثلاث أو أربع مستويات أو أكثر من ذلك، وتتوقف أيضاً على مستوى التفصيل المطلوب لتخطيط وإدارة المشروع. ويتضح ذلك في النماذج المعروضة في آخر هذا الباب.

٢-٢-٤-١-١-٤ طرق إنشاء هيكل تجزئة العمل (WBS):

١-استخدام نماذج هيكل تجزئة الأعمال من مشاريع مماثلة:

مع أن لكل مشروع خصائصه الفريدة، إلا أنه يمكن استخدام هيكل تجزئة الأعمال من مشروع سابق يتشابه مع المشروع كهيكل للمشروع محل الدراسة ثم تعديله ليتماشى كلياً مع المشروع الجديد، فمثلا مشروعات الفنادق الفاخرة تحتوى غالباً على نطاق أعمال متشابه مع إمكانية تغيير عدد المباني وخلافه – ومشروعات المستشفيات يمكن أن تستخدم كنماذج لأي مشروع مستشفى مستقبلي ومشروعات الطرق تستخدم كقالب لمشروع طرق جديد إلى أخره.

٢-أسلوب التحليل لإنشاء هيكل تجزئة الأعمال:

التحليل هو تقسيم فرعي لمكونات المشروع إلى مكونات أصغر قابلة للإدارة بصورة أكثر سهولة إلى أن يتم تعريف العمل وتسليمات المشروع حتى أقل مستوى ممكن وهو النقطة التي يتم عندها تقدير التكلفة والمدة لمكونات هذا المستوى بصورة يعتمد عليها.

يمكن أن يبدأ تحليل المستويات الأعلى في هيكل تجزئة الأعمال في مراحل مبكرة من المشروع ثم يتم التفصيل كلما اتضحت معالم المشروع وحتى الوصول للتحليل التفصيلي بعد اكتمال التصميم النهائي للمشروع.

هيكل تجزئة الأعمال يعتمد على نطاق عمل المشروع والتسليمات المطلوبة ومتطلبات الأداء والمتطلبات الفنية للمشروع ومراحل التصميم والتنفيذ، ويجب التفكير في الأمور التالية عند إنشاء هيكل تجزئة الأعمال :

١- التفكير خلال المشروع ككل بتقسيمه إلى مستويات عليا لمكوناته طبقاً لطبيعته ولمراحله ومكوناته.

٢- التفكير في توريدات المشروع الرئيسية ومكوناتها ومتطلباتها

٣- التفكير في المنتجات النهائية للمشروع ومكوناتها وكيف تعمل مكوناتها معا متكاملة.

٤- التفكير في المستويات المطلوبة لعمل التقارير، فمثلا في حالة مشروع يحتوي على أكثر من مبنى يمكن وضع المستوى الأول هو مستوى المشروع ثم المستوى الثاني مستوى المباني التي يحتوي عليها المشروع وبالتالي يمكن إيجاد التكاليف الكلية لكل مبنى بسهولة من المستويات التالية لمستوى المبنى حتى أكثر مستوى تفصيلاً.

٢-٢-٤-١-١-٥ خطوات تكوين هيكل تجزئة الأعمال:

الخطوة ١ : تحديد المنتج النهائي للمشروع، وما الذي يجب توريده لتحقيق نجاح المشروع، ويتطلب ذلك مراجعة لمستندات المشروع الرئيسية (Project Statement) والشروط المرجعية للمالك (Term of Reference) أو متطلبات المالك للتأكد من تجانس مكونات المستويات العليا مع تلك المتطلبات.

الخطوة ٢ : تحديد التوريدات الرئيسية اللازمة لإنجاز المشروع والتي يمكن أن لا تكون جزءاً من المنتج النهائي للمشروع ولكنها هامة جدا لإنجازه ولا يمكن إنجازه بدونها كأعمال إعداد التصميمات واستخراج التراخيص وخلافه.

الخطوة ٣ : تحليل المستويات الناتجة في ١ & ٢ إلى مستويات أكثر تفصيلاً تناسب الإدارة وعمليات المتابعة والتحكم.

الخطوة ٤ : مراجعة هيكل تجزئة العمال الناتج من الخطوات ١ إلى ٣ من فريق المشروع للتأكد من صلاحيته لتخطيط ومتابعة المشروع وقابليته لأي تغييرات مستقبلية نتيجة التغييرات المتوقعة في نطاق المشروع.

٢-٢-٤-١-١-٦ إعتبارات هامة يجب مراعاتها في هيكل تجزئة الأعمال :

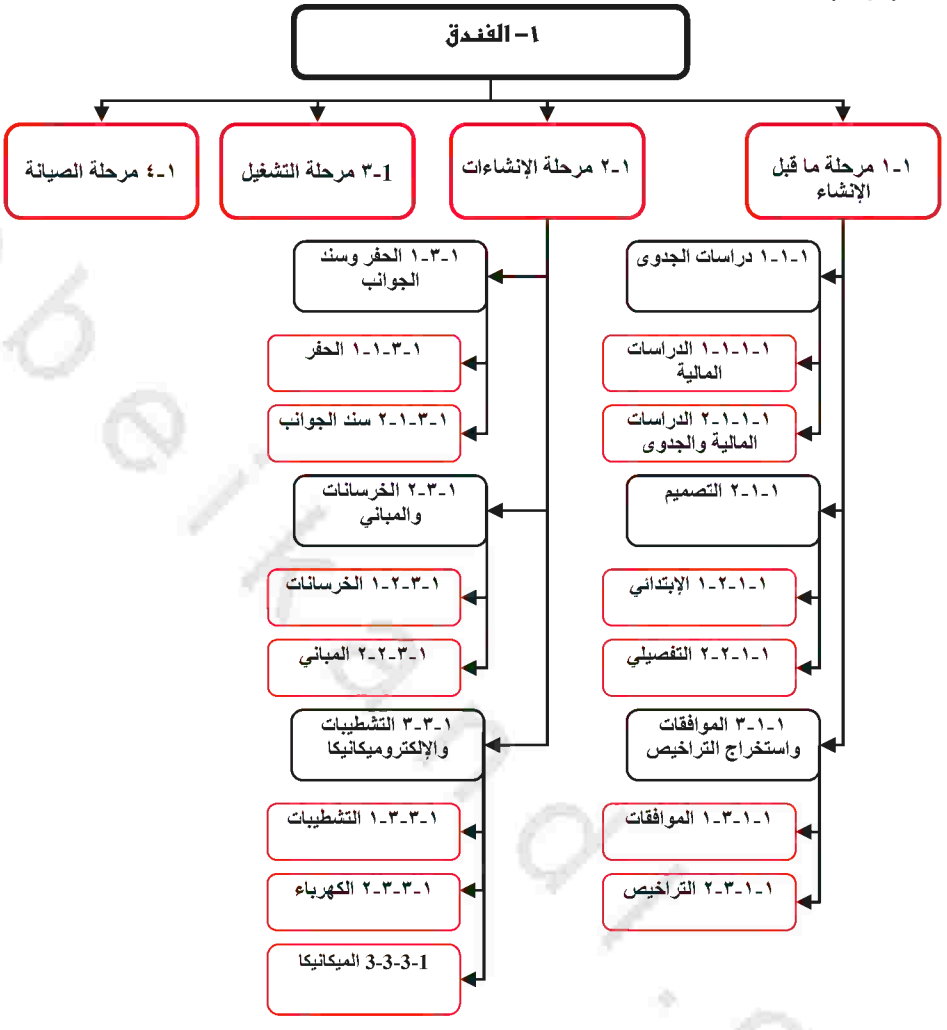
١- كل عنصر في هيكل تجزئة الأعمال يمثل نشاط أو عملاً وحيداً (أي غير متكرر) محدد ومعلوم من توريدات المشروع.

٢- كل عنصر يمثل مجموع العناصر التابعة له مباشرة في المستويات الأقل.

٣- كل عنصر تابع يجب أن يتبع عنصر أم واحد فقط في المستوى الأعلى منه مباشرة.

٤- يجب إتباع نظام لتحديد كود الأنشطة يظهر مستوى هيكل تجزئة الأعمال. فمثلا أعلى مستوى يعطى كود ١. والمستوى التالي له مباشرة ١,١ & ١,٢ & ١,٣ ثم ١,١,١ & ١,١,٢ & ..... وهكذا كما سيتضح من الأمثلة التالية.

مثال رقم ١ :



شكل (٣-٤)

هيكل تجزئة الأعمال WBS لمشروع إنشاء فندق

من المثال السابق يتبين أن مستويات هيكل تجزئة الأعمال هي كما يلي:

مستوى رقم ١ (المشروع) أي الفندق ويعطى رقم كودي قيمته .1

مستوى رقم ٢ (مراحل المشروع) وكل مرحلة تأخذ رقم كودي كما هو موضح (مرحلة الإنشاءات تعطى رقم كودي١-٣)

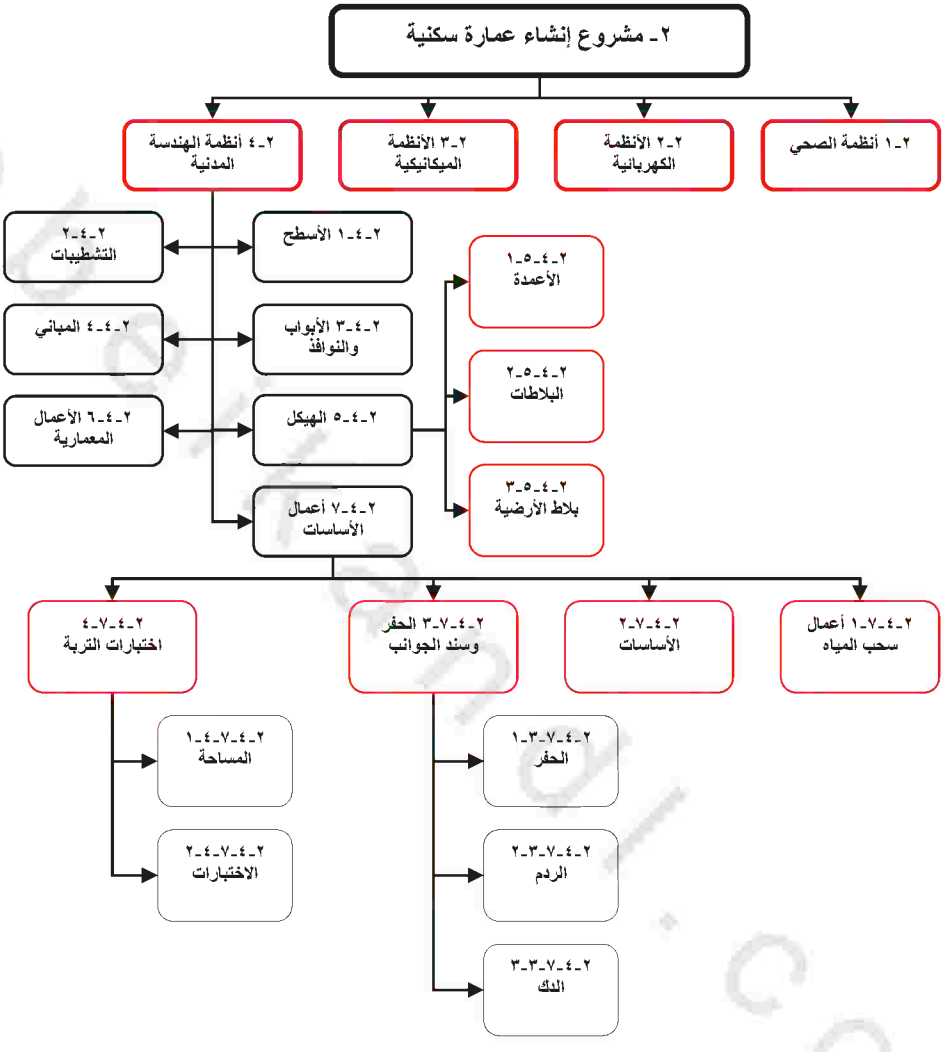
مستوى رقم ٣ وهو حزمة العمل Work Package مثل حزمة الحفر وسند الجوانب بمرحلة الإنشاءات ١-٣-١

مستوى رقم ٤ وهو مستوى تقسيمات الأعمال طبقا لنظام

(CSI Code Divisions) مثل أعمال المباني (Division 4) وتعطى كود ١,٣,٢,٤ التابعة لحزمة الخرسانات والمباني بمرحلة الإنشاءات.

مستوى الأنشطة التفصيلية يكون بعد المستوى رقم ٤ مباشرة.

مثال رقم ٣ :



شكل (2–2)

هيكل تجزئة الأعمال WBS لمشروع إنشاء عمارة سكنية

٢-٢-٤-١-٢ تعريف النشاط (Activity Definition):

النشاط هو أي عمل من المشروع يستغرق فترة زمنية وبالتالي له بداية ونهاية، وقد يمثل النشاط أي مهمة أو عمل يقوم به مجموعة من العمال أو المعدات أو أي عمل مكتبي أو موافقة أو اعتماد أو دراسة، وقد يتم عمل النشاط بواسطة المقاول أو مقاول الباطن أو المالك أو الاستشاري، بحيث يؤدي إلى إنجاز المشروع.

وقد يكون النشاط جزءا من بند الأعمال، فعلى سبيل المثال إذا أردنا دراسة بند "الخرسانة المسلحة للسقف"، فسوف نجد هذا البند يحتوي على الأنشطة الآتية: توريد المواد الخام، النجارة المسلحة، قطع وتشكيل وتركيب حديد التسليح، صب الخرسانة المسلحة، عمل معالجة للخرسانة بعد الصب، فك الشدات الخشبية. وقد يمثل النشاط أكثر من بند فمن الممكن أن يمثل نشاط المباني بند أعمال المباني سمك ١٢ سم بالإضافة إلى بند أعمال المباني سمك ٢٥ سم.

٢-٢-٤-١-٣ أنواع الأنشطة (Activities Type):

يوجد عدة أنواع من الأنشطة تمثل في مجملها إكمال إنجاز المشروع على الوجه الأكمل، وكل نوع يلعب دوراً حيوياً في عملية الإنشاء وهذه الأنواع كما يلي :

١- أنشطة التشييد (Construction Activities):

هي الأنشطة التي تستخدم الموارد (الأيدي العاملة والمعدات والمواد والمال)، وترتبط مباشرة بالمجهود العملي والمادي لإنشاء المشروع، وهى أكثر الأنشطة إدراكاً حيث أنها تحتوى على المجهود العضلي والعمالي الذي ينتج عنه إتمام المشروع، ومن الأمثلة على أنشطة الإنشاء أعمال الخرسانة المسلحة وأعمال المباني.

٢- أنشطة التوريد (Procurement Activities):

هي أنشطة تدبير وجلب المال والمواد والمعدات والقوى البشرية في الوقت المطلوب للإنشاء لإنجاز هذه الأنشطة، ولذا فهي تؤثر وتتحكم في توقيت أنشطة الإنشاء، وأخذ عناية خاصة لأنشطة التوريد بالنسبة للموارد الهامة والأساسية، والتي قد تتطلب وقتا كبيرا لتوفيرها (Long Lead Items)، وإدراج أنشطة

التوريد في شبكة الأعمال يفيد بعمل تحليل مناسب في حالة وجود أي تغيير أو تأخير لها لتلافي أي تأخير للمشروع ككل.

٣- الأنشطة الإدارية والهندسية:

(Management /Engineering Activities)

من المهام الأخرى التي يجب أن يحتويها جدول المشروع التصاريح والتراخيص والموافقات الرسمية والحكومية وإعداد تقارير المعاينة الرسمية ومتابعة اعتمادات الرسومات التصميمية والتنفيذية وإصدار شهادات الاختبارات التي أجريت من الجهات المختصة وهذه الأنشطة تؤثر عادة على البرنامج الإنشائي للمشروع، لذا يجب أن تحتوي شبكة الأعمال على الأنشطة الإدارية المتوقعة والمطلوبة في المشروع ويجب ربط هذه الأنشطة بأنشطة الإنشاء للبرنامج المعد.

٢-٢-٤-١-٤ أمور هامة يجب أن تراعى عند تحديد أنشطة شبكة المشروع:

١- هدف شبكة الأعمال (Objective of the Model):

عندما يكون نموذج شبكة الأعمال معداً بطريقة مدروسة لمجرد الوفاء بمتطلبات العقد فإنها لا تكون ذات جدوى كأداة إدارة، وفى هذه الحالة ليس من الضرورة إضاعة الوقت في إعداد شبكة الأعمال بكثير من التفاصيل، ولكن عندما يكون نموذج شبكة الأعمال معد بغرض إدارة المشروع، بطريقة صحيحة وتحديد مواعيد احتياج الموارد والعمالة والمعدات التي يحتاجها المشروع فمن الضروري أن تكون الأنشطة مفصلة بطريقة تسمح باستخراج المعلومات المطلوبة والاستفادة منها في أعمال التخطيط والمتابعة وإنجاز الأعمال.

٢- المستخدمين (Users):

إذا كان نموذج شبكة الأعمال معدا لإعطاء الإدارة العليا نظرة عامة عن المشروع لذا فيجب أن تعرف الأنشطة بإيجاز ونظرة عامة وشمولية. أما إذا

كانت ستستخدم من قبل القائمين على تنفيذ هذا المشروع مباشرة فيجب إضافة التفاصيل اللازمة لتوضيح الأنشطة واحتياجاتها بغرض متابعته والتحكم به.

٣- مناسبة المدد الزمنية مع مدة المشروع وفترة التحديث :

Frequency of Use

الوحدة الزمنية للنشاطات يجب أن تكون متناسبة مع الفترات المقررة لتحديث البرنامج الزمني للمشروع المنفذ، فإذا كان العقد ينص على عمل تحديث نصف شهري للبرنامج المخطط فليس من المعقول أن تكون الوحدة الزمنية للأنشطة بالشهور، وغالبا ما تكون الوحدة بالنسبة للمشاريع الإنشائية بالأيام.

٤- المخرجات (Products):

بعض المخرجات المحتملة مثل تقارير التكلفة أو طلبات الدفعات المالية تتطلب أن تُعرف الأنشطة بطريقة تسمح بذلك للمعلومات الضرورية أن تجمع و تسجل وتسترجع عند اللزوم،ففي تقارير التكلفة يجب أن نربط الأنشطة بوحدات نظام تقدير التكلفة أو وحدات النظام المحاسبي المستخدم في تقدير التكلفة . ولقياس نسبة الإنجاز المطلوبة للدفعات المالية من الممكن أن يتطلب أن تربط الأنشطة ببنود الدفع في قوائم الكميات والأسعار للبنود بحيث تسمح لقياس الإنجاز، بطريقة مقبولة من قبل المالك والمقاول، كمثال لذلك يمكن الاتفاق على توزيع تكلفة بند الخرسانة المسلحة الموجود في قائمة الكميات على أنصبة النجارة والحدادة والصب بنسبة ٢٠ %، : ٢٠ %، : ٦٠، % بالترتيب وذلك لقياس نسبة الإنجاز ولغرض صرف الدفعة المالية نستخدم النسب السابقة عند عمل تحديث للبرنامج الزمني (Update).

٥- حجم النشاط ومستوى تفصيل الأنشطة: (Activities Level of Details)

قد يشكل النشاط الواحد جزءاً كبيراً من المشروع أو خطوة صغيرة من خطوات العمل حسب مستوى الدقة المطلوبة الذي يتبع عند تحليل المشروع، ولتحديد التفاصيل المناسبة للأنشطة يجب على الشخص المعد لنموذج شبكة الأعمال أن يفكر في كيفية استخدام هذا النموذج، ويجب أن يضع هدفاً واضحاً لاستخدام البرنامج الزمني الناتج من نموذج شبكة الأعمال كأداة إدارية لإدارة المشروع والتحكم فيه طبقاً للموارد البشرية المتاحة وبالتالي تحديد مستوى التفصيل طبقاً لهذه الموارد بدلاً من الخوض الزائد في التفاصيل التي من الممكن

أن تصعب من عملية المتابعة وتشكل عبئاً على الإدارة وتزيد من تكاليفها وقد تحول دون تمييز الأمور الهامة ولا تعدو من كونها وصفا مفصلا لكيفية إنجاز الأعمال. والمبالغة في الإنجاز تقلل من فعالية الخطة ومن ثم فعالية جهود المتابعة للتحكم في سير العمل.

لكن على أي حال فإن الخوض في التفاصيل بصورة زائدة أفضل من التقليل الزائد من التفاصيل، لأنه مع تطور استخدام برامج الحاسب الآلي لإدارة المشروعات أصبح من الممكن تجميع شبكة الأنشطة إلى درجة فرعية أقل في التفصيل (Sub Network) أو درجة إجمالية (Super Network) باستخدام نظام تبويب للأنشطة.

وكمثال على مستوى التفصيل فإذا كان لدينا مشروع يحتوي على أعمال الأساسات، فإنه بإمكاننا أن نعتبر أعمال الأساسات نشاطاً واحداً ضمن المخطط الزمني للمشروع، وبإمكاننا أن نقسم أعمال الأساسات إلى الأنشطة التفصيلية الآتية : أعمال الحفر – أعمال الإحلال للتربة – أعمال الخرسانة العادية للأساسات – أعمال الخرسانة المسلحة للأساسات ورقاب الأعمدة – أعمال عزل الرطوبة للأساسات – أعمال مباني قبل الردم – أعمال الردم حول الأساسات.

ويعتمد اختيار مستوى التفصيل على اعتبارات عملية وعلى طبيعة المشروع، فما هو مناسب لمشروع ما قد يكون غير مناسب لغيره من المشاريع، وكذلك يعتمد مستوى التفاصيل على من سيستعمل الخطة فقد نجد نشاطا موجزاً في برنامج المقاول العام إلا أن مقاول الباطن الذي سينفذ هذا النشاط يحتاج إلى خطة تفصيلية لما سيقوم بإنشائه، وقد نجد في مواصفات بعض المشروعات قيودا على ألا تزيد فترة أي نشاط عن فترة محددة مثلاً خمسة عشر يوماً وبالتالي في حالة تواجد أنشطة تزيد عن الفترة المحددة بالمواصفات يجب أن يتم تحليلها إلى أنشطة أكثر تفصيلاً.

وفي بداية العمل في إعداد المخطط الشبكي لأي مشروع عادة ما يتم عمل برنامج ابتدائي عام (Preliminary Schedule) لا يحتوي على كثير من التفاصيل يتم عرضه على الإدارة العليا لاعتماد الخطوط العريضة له، لأن

الإدارة العليا غالباً ما تكون غير معنية بالتفاصيل، وبعد اعتماد هذا البرنامج الابتدائي الموجز يمكن تطويره وتفصيله بالتعاون مع المعنيين بالتفاصيل.

٦- مسئولية تنفيذ الأعمال: (Execution Work Responsibilities)

يجب الفصل بين الأعمال التي يعود مسئولية تنفيذها إلى جهات مختلفة، فالأعمال التي ينفذها مقاول من الباطن مثلاً تفصل عن الأعمال التي ينفذها المقاول الرئيسي بنفسه، وكذلك يجب الفصل بين أنشطة الأعمال التي تقع تحت مناطق مسئولية مختلفة، بمعنى أنه إذا كان هناك أكثر من مبنى في مشروع واحد وكانت مسئولية الإشراف على هذه المباني موزعة على أكثر من مهندس فإن بنود الأعمال التي تقع تحت مسئولية كل مهندس تعتبر أنشطة مستقلة، كذلك يجب الفصل بين الأعمال التي تحتاج إلى اختصاصات حرفية أو فنية مختلفة، فأعمال التمديدات الكهربائية يجب أن تفصل عن أعمال السيراميك وأعمال الدهانات وهكذا.

وهناك مجموعة أمور إضافية يجب أيضاً مراعاتها عند تحديد الأنشطة مثل ضرورة الفصل بين الأعمال التي تحتاج إلى معدات من أنواع مختلفة، والفصل بين الأعمال التي تستخدم مواد مختلفة للإنشاء، فأعمال المباني تفصل عن أعمال الردم مثلاً، وكذلك يجب الفصل بين الأعمال التي تنفذ في أماكن مختلفة من المشروع في أوقات مختلفة أو بواسطة فرق عمال مختلفة.

ويراعى أن يكون حجم العمل المشمول في النشاط قابل للقياس (بالطن أو المتر المكعب ...إلخ)، مما يمكن استخدامه لاحقاً في تقدير مدة النشاط، ويراعى أيضاً أن يكون من الممكن لاحقاً الربط بين كمية العمل المنجز وبين أعداد العمال والمعدات وكميات المواد المستعملة.

٢-٢-٤-١-٥ جدول الأنشطة (Activities List):

بعد مراعاة كل ما سبق ذكره من الأمور عند تحديد الأنشطة يتم إدراج جميع الأنشطة واحداً بعد الآخر في قائمة بسيطة حتى تغطي كل ما يشمله المشروع من أعمال ويتم إعطاء كل نشاط رقماً محدداً له (Activity Identification) ويجب ملاحظة أنه من الضروري أن يكون جدول الأنشطة كاملاً بمعنى أنه يغطي جميع نواحي العمل في المشروع، فإذا جاء ناقصاً فإن المخطط الشبكي لن يعكس الصورة الصحيحة للمشروع وبالتالي

سيكون البرنامج الزمني غير واقعي، وعندما يتم دراسة جدول الأنشطة والتأكد من أنه يحتوي على جميع الأنشطة اللازمة لإنجاز المشروع، يمكن ربط هذه الأنشطة ببعضها وبيان علاقة التسلسل بينها وترتيبها طبقاً لطريقة التنفيذ المقترحة للمشروع.

٢-٢-٤-٢ ترتيب أنشطة المشروع (Order (Activities:

إن ترتيب الأنشطة يعتمد على توقيت بعض الأنشطة بالنسبة إلى النشاطات الأخرى، ويجب أن يحدد لكل نشاط معروف في جدول الأنشطة السابق ذكره ما يلي:

أي الأنشطة يجب أن تسبقه ؟ أي الأنشطة يجب أن تتبعه ؟ ما هي الأنشطة التي يمكن أن تكون متزامنة معه ؟

ويتم عمل قائمة العلاقات بين الأنشطة (Dependency List)، لتحديد العلاقة بين الأنشطة وأي منها يسبق الآخر ونوع واعتماد كل نشاط على الآخر وهل يعتمد على بدايته أو على نهايته. وما إذا كانت هناك فترة زمنية بينهما ، ويمكن أن تكون هذه الفترة سالبة (lead Time) أي أن الأنشطة متداخلة أو موجبة (Lag Time) بمعنى انتظار النشاط اللاحق فترة بعد انتهاء النشاط السابق(كما سوف يتم شرحه لاحقا).

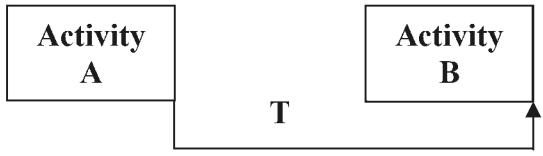
ونظراً لأن العلاقات بين الأنشطة تعبر عن طريقة تنفيذ المشروع، ونظراً لطبيعة المشروعات الإنشائية والتي تحتم تداخل تنفيذ العديد من الأنشطة معاً لذا، فمن الممكن التعبير عن العلاقات المختلفة بين الأنشطة كما يلي:

٢-٢-٤-٢-١ طرق تمثيل العلاقات بين الأنشطة (Activities Relations):

١- العلاقة الأولى (نهاية – بداية) ("Finish to Start "F.S):

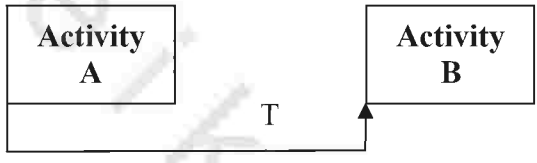
- بمعنى أن النشاط (B) لا يمكن أن يبدأ إلا بعد انتهاء النشاط (A) بفترة (T).

٢- العلاقة الثانية (نهاية – نهاية) ("Finish to Finish "F.F):



- بمعنى أن النشاط (B) يجب أن ينتهي بعد فترة زمنية (T) من نهاية النشاط (A).

٣- العلاقة الثالثة (بداية – بداية) ("Start to Start "S.S):



- بمعنى أن النشاط (B) يمكن أن يبدأ بعد فترة زمنية (T) من بداية النشاط (A).

٤- العلاقة الرابعة (بداية – نهاية) ("Start to Finish "S.F):

- بمعنى أن النشاط (B) يجب أن ينتهي بعد فترة زمنية (T) من بداية النشاط (A).

وقد تكون الفترة (T) موجبة، أي أن هناك انتظار كالأمثلة السابقة، أو سالبة أي أن هناك تداخل كما في حالة علاقة نهاية – بداية بفترة تداخل سالبة، أي أن النشاط (B) يبدأ قبل انتهاء النشاط (A) بفترة زمنية (T).

وبالنظر للعلاقات الأربعة السابقة، فهي تستخدم لتسهيل التعبير عن العلاقات بين الأنشطة، خصوصا إذا كان هناك تداخل في تنفيذ نشاطين ولتسهيل عملية الرقابة على تنفيذ الأنشطة فبالقطع إنه في العلاقة الأولى فإن أي تأخير في نهاية النشاط (A) يتبعه تأخير في بداية النشاط (B) أما في العلاقة الثانية فإن التأخير في نهاية النشاط (A) يتبعه تأخير في نهاية النشاط (B) وهكذا في باقي العلاقات.

ويجب ملاحظة أنه عند عمل حسابات شبكة الأعمال، سنفترض أن جميع العلاقات نهاية لبداية F.S، وأن فترة التداخل تساوي صفرا،وذلك لتسهيل فهم شبكة الأعمال والحسابات.

٢-٢-٤-٢-٢ القيود التي تتحكم في ترتيب أنشطة المشروع:

(Project Activities Constrains)

نلاحظ أن السبب الأساسي لوجود علاقات محددة بين الأنشطة هو القيود المفروضة على هذه الأنشطة، نتيجة أسباب معينة وإلا فمن الممكن نظريا أن تبدأ جميع الأنشطة في أول يوم من المشروع، ويجب أن توضع هذه القيود في الاعتبار للوصول لشبكة قابلة للاستخدام. ويوجد أنواع متعددة من القيود التي تتحكم في ترتيب أنشطة المشروع وهى:

١- القيود الطبيعية (Physical Constraints):

هناك قيود طبيعية تتحكم بعملية الإنشاء،مثل الحاجة لإقامة شدات الخشب قبل صب الخرسانة والحاجة لأعمال الحفر قبل إنشاء الأساسات، وهي قيود منطقية تتضمن ما يعرف بكيفية تنفيذ المشروع " طرق التشييد " (Construction Methods Statement).

٢- قيود الموارد (Resource Constraints):

تظهر هذه القيود في حالة وجود موارد محددة لا تكفي احتياجات أكثر من نشاط في نفس التوقيت لعدم وجود موارد كافية، كمثال وجود رافعة واحدة تستخدم في نشاطين مستقلين مما يتطلب ترتيب الأنشطة بالتتابع نظراً لعدم إمكانية إنجازهما في نفس الوقت نظراً لوجود رافعة واحدة فقط، وكذلك كمية

الخرسانة التي من الممكن أن تصب يوميا تتوقف على أقصى كمية من الخرسانة يمكن إنتاجها في محطة الخلط.

٣- قيود السلامة (Safety Constraints):

إن متطلبات السلامة قد تفرض أن لا يتم العمل في بعض الأنشطة معا في وقت واحد، أو تفرض تسلسلاً معيناً للنشاطات (مثل إقامة أسوار قبل البدء في العمل)، واعتبارات السلامة أيضا قد تفرض عدم العمل في أيام معينة، سواء لشدة الحرارة أو البرودة أو سوء الأحوال الجوية مثل الرياح العاتية.

٤- قيود مالية (Financial Constraints):

إن القيود المالية من الممكن أن تفرض تأخيراً أو تقديماً لبعض الأنشطة تبعاً للسيولة النقدية المتوفرة، ويمكن أن تؤدي أيضاً إلى شرط الحصول المسبق على التمويل اللازم لبعض الأعمال قبل الشروع فيها.

٥- قيود بيئية (Environmental Constraints):

إن القيود البيئية من الممكن أن تضع قيوداً مثل عدم العمل في أوقات معينة نظراً للإزعاج الناتج عن المعدات أو حظر خلط الخرسانة بالموقع لتجنب الأتربة المتصاعدة، ومن الممكن أن تتطلب بعض الأنشطة بالشبكة التقيد بلوائح المحافظة على البيئة.

٦- قيود إدارية (Management Constraints):

يمكن تعريفها ببساطة بأنها قيود تعكس قرارات الإدارة التي تعتقد أنها أكثر اقتصادية كإلزام فريق المشروع بالقيام بالأعمال في تسلسل معين .

٧- قيود تعاقدية (Contractual Constraints):

من الممكن أن يضع المالك قيوداً على عملية الإنشاء كأن يكون أحد متطلبات المالك أن يتم إنجاز مرحلة بعينها في المشروع وتشغيلها قبل البدء في إنشاء المرحلة التي تليها أو إنجاز أعمال معينة في تاريخ معين.

٢-٢-٤-٢-٣ إعتبارات عامة عند تناول قيود المشروع:

(Constrains Comments)

في التعريف المبدئي للشبكة من المفضل تقليل عدد القيود التي تتحكم في ترتيب أنشطة الشبكة، وذلك لأن الإفراط في القيود من الممكن أن يقلل من مرونة الجدول ويطيل مدة المشروع ويرفع التكلفة بشكل عام ويمكن كذلك أن يؤدي إلى إرباك الجدول الأساسي.

إن القيود الطبيعية فقط هي الوحيدة التي يجب أن توضع في الاعتبار خلال المراحل المبكرة في تطوير وإنشاء النموذج الشبكي للمشروع وفي تحديد العلاقات بين الأنشطة، أما القيود الأخرى فمن الممكن أن تؤجل بعد عمل الحسابات على الشبكة ويتم بعد ذلك اختبار برنامج الأعمال من حيث احترام وتماشي هذه القيود مع برنامج الأعمال المحسوب ثم يتم الاختبار من حيث إمكانية ترحيل (Shifting) بعض الأنشطة في حدود فترة السماح المتوافرة بالشبكة، أو محاولة دراسة الموارد المطلوبة للإنجاز في المدة المحددة مع دراسة تأثير ذلك على التكلفة الإجمالية للمشروع.

بما أن عملية الحسابات للشبكة تتم باستخدام الحاسب الآلي، فإن تأثير أي قيد معين من الممكن أن يقاس ويقيم بسهولة، وإذا وجد أن تأثير قيد معين على برنامج الأعمال سيكون كبيراً فعلى القائم على الجدولة أن يعيد تقييم هذه القيود وأن يكيف هذه القيود لتلافي تأخير إنهاء إنجاز المشروع.

مثال على ذلك قد يكون المهندس الذي يضع البرنامج الزمني على علم بأن المعدات والأيدي العاملة اللازمة لتنفيذ بعض الأنشطة محدودة ولن يكون بالإمكان تنفيذ نشاطين مستقلين عن بعضهما في آن واحد، مما يتطلب تنفيذهما على التوالي، فيربط بين تنفيذ النشاطين على التوالي وكأن المنطق يتطلب ذلك التوالي، ولكن يفضل في هذه الحالة إرجاء قرار تحديد أيهما ينفذ أولاً بعد إجراء الحسابات، وقد يتبين أحياناً على ضوء نتائج الحسابات أنه لا يوجد أي تضارب

بين النشاطين، وإذا بقى هناك تضارب فإن نتائج تحليل البرنامج سوف تعطي أفضل طريقة للحل.

وهكذا فإن تسلسل الأنشطة في المخطط الشبكي لا يجب أن يتقيد إلا بما تمليه تصميمات المشروع ومواصفاته، وطريقة تنفيذ العمل التي يتم اعتمادها، ويفترض أن الموارد اللازمة للتنفيذ ستكون متوفرة بأعداد كافية،. فإن لم يكن فإنه يمكن إيجاد الحلول المناسبة كما سوف يتم شرحه لاحقاً في فصل دراسة الموارد.

٢-٢-٤-٣ رسم المخطط الشبكي للأنشطة:

(Drawing a Network Diagram)

بعد الانتهاء من إعداد جدول الأنشطة وبيان العلاقات المختلفة بينها وترتيبها كما سبق شرحه يمكن بعد ذلك البدء في إعداد خطة تنفيذ المشروع وتطويرها، وتبين الخطة بصورة مخطط شبكي، وهو طريقة لتمثيل العلاقة بين الأنشطة المختلفة في شكل مرسوم يستعمل لإجراء حسابات البرنامج الزمني عليه، ويوجد نوعان شائعان من المخططات الشبكية وهما مخططات الأسهم (Arrow Diagrams)، ومخططات التتابع (Precedence Diagrams).

٢-٢-٤-٣-١ مخطط الأسهم (Arrow Diagram):

في مخطط الأسهم يتم رسم الأنشطة على شكل أسهم، ويمثل كل نشاط بسهم واحد وتكون بداية النشاط من ذيل السهم و النهاية عند رأس السهم، ويقع كل من طرفي السهم (ذيله ورأسه) عند دائرة صغيرة تسمى عقدة Node، والعقدة تمثل الأحداث (Events)، وتمثل العلاقات بين الأنشطة في مخطط الأسهم بأسهم تبدأ وتنتهي بالعقدة وليس من الضروري أن يكون طول السهم دالاً على مدة النشاط رغم أن السهم يدل على مرور الوقت في نفس اتجاهه، ويتم كتابة وصف كل نشاط على السهم الذي يمثله، وهكذا على التوالي حتى يتم رسم أسهم تمثل جميع الأنشطة.

كما ذكرنا في الباب السابق فإنه يوجد اختلاف بين الأنشطة و الأحداث، الأنشطة تستغرق فترة زمنية ولها زمن بداية وزمن نهاية، أما الأحداث فهي

تمثل نقاط زمنية، بمعنى أن إقامة جدار هو نشاط بينما اللحظة التي تم فيها إقامة الجدار هي الحدث ويقع في تاريخ معين بعد أن يتم إنجاز جميع الأنشطة المؤدية لهذا الحدث، وإن النقطة المعينة التي يبدأ فيها النشاط، من الممكن النظر إليها على أنها حدث، وكذلك تعتبر اللحظة أو النقطة التي ينتهي فيها النشاط هي حدث .

لنفترض أن لدينا مشروعاً مكونا من ثلاثة أنشطة متتابعة هم الأنشطة أ، ب، ج . وبداية كل نشاط تتوقف على انتهاء النشاط الذي يسبقه فيمكن رسم مخطط الأسهم لهذا المشروع كما في شكل(٢-3) :

شكل(٢-٣)

مخطط الأسهم

والشكل السابق يبين الحدث رقم(١) والذي يمثل نقطة بداية المشروع والحدث (٤) الذي يمثل نقطة نهاية النشاط (ج .) ونهاية المشروع ككل، وكل حدث يبين نقطة زمنية كما سبق ذكره، كما أن الحدث(٢) يبين إتمام النشاط (أ) والحدث(٣)، يبين إتمام النشاط(ب)، والنشاط (ب) لا يمكن أن يبدأ قبل وقوع الحدث (٢) وكذلك النشاط (ج .) لا يمكن أن يبدأ قبل وقوع الحدث(٣) وهكذا.

٢-٢-٤-٣-٢ مخطط التتابع (Precedence Diagram):

إن مخطط التتابع يصور الأنشطة على هيئة خانات و يظهر العلاقات بين الأنشطة بخطوط ربط توضح العلاقات بين الأنشطة، وفى مخطط التتابع لا توضع الأحداث (Events)، وإنما توضع الأحداث الهامة (Milestones) في مخطط التتابع بخلق نشاطات افتراضية ذات مدة زمنية تساوى صفراً تمثل الحدث الهام المطلوب إيضاحه.

ولنفترض أن لدينا نفس المشروع الذي تم تمثيله بواسطة مخطط الأسهم والذي يتكون من ثلاث أنشطة متتابعة هم الأنشطة أ، ب، ج . وبداية كل نشاط

تتوقف على انتهاء النشاط الذي يسبقه، وكما سبق ذكره يمكننا إضافة حدث بداية المشروع كنشاط بداية ذو فترة زمنية تساوي صفراً وحدث نهاية المشروع كنشاط نهاية ذو فترة زمنية تساوي صفراً.

ويمكن رسم مخطط التتابع لهذا المشروع كما في شكل (٢-٤).

شكل (٢-٤)

مخطط التتابع

ولعمل تحليل شبكي بطريقة مخطط التتابع بطريقة سليمة يجب إتباع الآتي:

١- مراعاة أن يمثل كل نشاط بمربع وبداخل كل مربع يكتب وصف مختصر للنشاط أو الرقم المميز له ويقسم هذا المربع إلى مربعات صغيرة حسب الحاجة سيبين فيها نتيجة التحليل الزمني كما سنرى فيما بعد.

٢- مراعاة أن يكون لكل نشاط علاقتين على الأقل تربطه بباقي الأنشطة، إحداهما علاقة توضح النشاط السابق، وأخرى تمثل النشاط التالي. وفي حالات خاصة يسمح بوجود علاقة واحدة فقط للنشاط كحالة نشاطي بداية المشروع ونهاية المشروع.

٣- طول السهم أو الخط الواصل بين المربعات لا يمثل أي مده زمنية.

٤- يجب أن ترسم المربعات في مستويات أفقية واحدة وكذلك في مستويات رأسية واحدة وذلك لتسهيل عملية الحساب وللعرض الجيد.

٥- يجب أن يبدأ كل تحليل شبكي بمربع (نشاط) يسمى البداية وينتهي بمربع آخر (نشاط آخر) يسمى النهاية وذلك حتى تكون جميع مسارات الشبكة مغلقة ومستمرة من البداية إلى النهاية.

٦- يتم رسم نموذج التحليل الشبكي من اليسار لليمين أو العكس، طبقاً لما هو معتاد عليه.

مثال عملي:

ويوضح المثال التالي التسلسل الزمني لمشروع إنشاء جراج من هيكل معدني مسقوف والمدخل من الخرسانة المسلحة.

العلاقات التي تحكم التسلسل الزمني للأنشطة.

في هذه الحالة يمكن أن يتزامن تنظيف وتجهيز الموقع مع إحضار المواد في أي وقت بعد بداية المشروع. ويجب الانتهاء من كلا النشاطين تماما قبل الشروع في إنشاء الأرضية الخراسانية للجراج. أما تصنيع الحائط و جمالون السقف يمكن أن يتم في أي وقت بعد إحضار المواد ولا تعتمد على إنشاء أرضية الجراج الخرسانية ولا يمكن تركيب الحائط حتى تتم معالجة أرضية الجراج الخراسانية ويجب أن يكون تركيب الحائط سابقاً لتركيب جمالون السقف.

تقرر في هذا المشروع أن يتم الفصل بين إنشاء أرضية الجراج والمدخل المؤدي إليه بسبب عدم إمكانية دخول عربات الخرسانة الى الموقع إذا كانت

الشدات الخشبية للمدخل قد شيدت، لهذا يجب الانتهاء من أرضية الجراج قبل الإنتهاء من خرسانة المدخل.

بعد تركيب الحائط يتم الابتداء بتركيب الجوانب والنوافذ والأبواب والتي يمكن أن تتزامن مع تركيب جمالون السقف والسقف نفسه، و بعد الانتهاء تماما من هذه التركيبات تبدأ عملية الدهانات، و في النهاية وبعد الانتهاء من معالجة المدخل الخراساني للجراج، تتم عملية تنظيف الموقع للانتهاء من هذا المشروع.

يوضح الجدول(٢-١) قائمة الأنشطة المطلوبة لإنشاء هذا الجراج مع بيان المدد المطلوبة لكل نشاط.

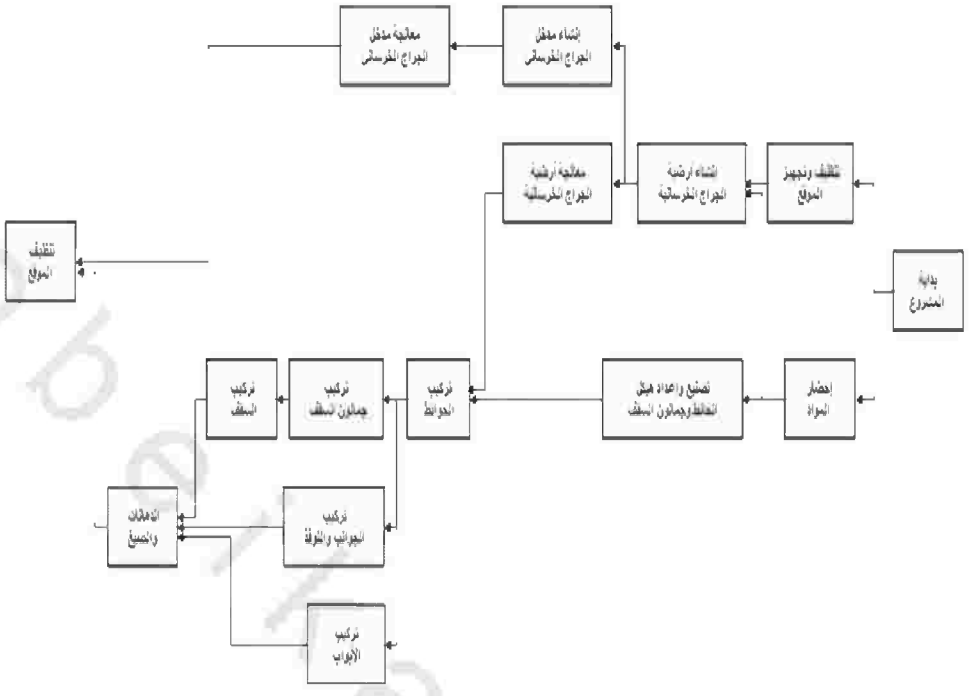
رقم	النشاط	المدة المطلوبة (الساعة)	النشاط السابق
	بداية المشروع	٠	-
١	تنظيف و تجهيز الموقع	١٠	-
٢	إحضار المواد	٨	-
٣	إنشاء أرضية الجراج الخراسانية	٦	١,٢
٤	تصنيع وإعداد هيكل الحائط وجمالون السقف	١٦	٢
٥	معالجة أرضية الجراج الخراسانية	٢٤	٣
٦	تركيب الحوائط	٤	٤,٥

٧	تركيب جمالون السقف	٤	٦
٨	تركيب الجوانب والنوافذ	١٠	٦
٩	تركيب الأبواب	٤	٦
١٠	تركيب السقف	١٢	٧
١١	الدهانات والصبغ	١٦	٨,٩,١٠
١٢	إنشاء مدخل الجراج الخراساني	١٨	٣
١٣	معالجة مدخل الجراج الخراساني	٢٤	١٢
١٤	تنظيف الموقع	٤	١١,١٣

جدول(٣-١)

قائمة الأنشطة لمشروع إنشاء جراج

وسوف نستعرض كيفية تقدير المدة الزمنية لتنفيذ الأنشطة في الباب التالي، وسنستخدم المثال السابق كمثال توضيحي في المراحل المختلفة لعملية الجدولة الزمنية.



شكل (٢-٥)

مخطط تسلسل الأنشطة لمشروع الجراج

ويمثل الشكل السابق (٢-٥) رسم نموذج التحليل الشبكي للمثال التوضيحي السابق الخاص بإنشاء جراج طبقاً لقائمة العلاقة بين الأنشطة والمبينة له سابقاً وذلك بواسطة مخطط التتابع.

٢-٢-٤-٣-٣ الاختيار بين مخطط الأسهم و مخطط التتابع:

(Arrow Diagram vs. Precedence Diagram)

لقد تم استعمال مخطط الأسهم في الستينات والسبعينات. وتم إعداد العديد من الجداول باستخدام مخطط الأسهم ويعتبر من أول الأشكال التي اتخذتها الشبكات واستخدم بكثافة عالية في صناعة الإنشاء، وبما أنها الأولى في الاستخدام كان بعض القائمين على الجدولة يجدون سهولة في استخدامها.

وبمرور السنين نال مخطط التتابع شعبية وأصبح الأوسع في الاستخدام كشكل من أشكال نماذج الشبكات ويعتبر من أشهر أنواع الشبكات المستخدمة

اليوم. وعموما فإن مخطط التتابع يعتبر أسهل نسبياً من مخطط الأسهم وأغلب مهندسي البرامج الزمنية سيكون اختيارهم هو مخطط التتابع، وهذا الاتجاه لم يخف على شركات البرامج الجاهزة للجدولة وإدارة المشروعات لذا فإن الكثير من برمجيات الجدولة الحديثة تمثل عرض العلاقات بين الأنشطة عن طريق مخطط التتابع فقط .

وبغض النظر عن نوع الشبكة المستخدمة فإن المعلومات التي تستنتج والقيمة العامة للمعلومة واحدة، ويجب ملاحظة أن مصطلح طريقة المسار الحرج ط.م.ح" CPM " يستخدم دائما لوصف الشبكات، ويسمى كلاً من مخطط التتابع ومخطط الأسهم بمخطط ط.م.ح "CPM diagrams".

ونظراً للتطور السريع لبرمجيات البرامج الزمنية وإدارة المشروعات فإن محاولة رسم أياً من مخطط الأسهم أو التتابع لا يعتبر عملياً مختلفاً بالنسبة للوقت والجهد المبذول، ولكن الذي يتم الآن هو إمداد هذه البرامج الجاهزة بالمعلومات الأساسية للجدولة السابق بيانها في جدول الأنشطة ويتم عمل الحسابات باستخدام الكمبيوتر وبيان البرنامج الزمني بصورة مبسطة على هيئة جدول الخطوط الشريطية ويوجد العديد من شاشات العرض لعرض مخطط التتابع ويستخدم هذا المخطط في هذه الحالة لمراجعة العلاقات الأساسية بين أنشطة الشبكة وكأداة لبيان خطة المشروع.

وسوف نتطرق في الأبواب القادمة لبيان الطريقة الحسابية للجدولة لمعرفة النظريات المبني عليها جميع البرمجيات الخاصة بالجدولة الزمنية وإدارة المشروعات، وسنستعرض باقي خطوات التخطيط باستخدام مخطط الأسهم أو التتابع.

* * *