الفصل الاول
مراحل تنفيذ المشاريع الهندسية

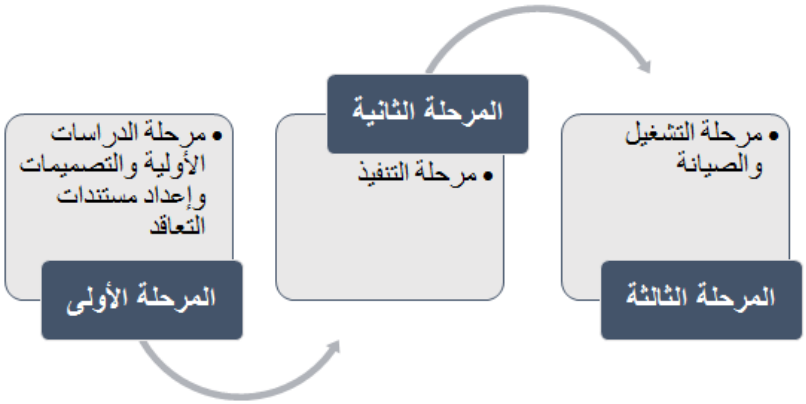
مقدمة:

لأي مشروع هندسي مطلوب تنفيذه طبقاً للأصول الفنية والهندسية للأعمال فإنه يتطلب تكاتف مجموعات من المهندسين والفنيين والعمال خلال مراحل إعداد المشروع وتنفيذ ابتداءً من بداية الفكرة التصميمية وانتهاء بالتسليم النهائي والتشغيل. وتنقسم مراحل حياة المشروع الهندسي إلى ثلاث مراحل أساسية هي:

أولا: المرحلة الأولى: مرحلة الدراسات الأولية والتصميمات وإعداد مستندات التعاقد.

ثانيا: المرحلة الثانية: مرحلة التنفيذ.

ثالثا: المرحلة الثالثة: مرحلة التشغيل والصيانة.



المراحل الأساسية للمشروع

وتتميز كل مرحلة من المراحل السابقة بخصائص تميزها من غيرها طبقاً لطبيعة الأعمال المطلوب إنجازها ونوعيتها.

1- **المرحلة الأولى:**

تعد هذه المرحلة الفنية الأولى في إعداد مستندات المشروع داخل المكاتب الاستشارية ودراستها وتحتوي هذه المرحلة على مجموعة من المراحل.

1-1- مرحلة الدراسات الأولية:

في هذه المرحلة يتم عمل الكثير من الدراسات الأولية الاستكشافية بهدف توفير بيانات ومعلومات فنية او بيئية أو اجتماعية ومن هذه المعلومات المطلوب بياناتها:

دراسة المشروعات من ناحية الجدوى الاقتصادية (Feasibility study):

قبل البدء في عمل مشروع هندسي يجب دراسته من الناحية الاقتصادية بتحديد التكاليف وتقدير العائد سواءً أكان هذا العائد ماديا أم من عائد الخدمات العامة (المرافق) وهو ما يطلق علية دراسة الجدوى ويجري الاختيار بين حلول مختلفة يقيم كل حل منها طبقا للتكاليف في المراحل المختلفة وعلى وجه التحديد تكاليف الإنشاء، تكاليف التشغيل ,تكاليف الصيانة، مدة الانتهاء من التنفيذ ووضع المشروع في حال الأداء الكامل، تكاليف تمويل الإنشاء ومدة السداد للقرض إن وجدت.

وهي تهدف بصفة أساسية للإجابة عن تساؤل هل المشروع سيحقق العائد المطلوب منه أو لا سواء كان هذا العائد اجتماعياً أو ثقافياً أو تعليمياً أو اقتصادياً...الخ وما الفترة الزمنية للاسترداد. ويمكن تلخيصها كالآتي:

1) الجدوى الفنية (وهي امكانية تنفيذ المشروع الانشائي ودراسة المعوقات من موقع ومواد وعمالة ومناخ).
2) الجدوى المالية (وهي إمكانية توفير الموارد المالية وتقلبات سوق العملات)
3) الجدوى الاقتصادية (وهي دراسة التكاليف المباشرة وغير المباشرة لتنفيذ المشروع ومقارنتها بالفوائد الناتجة عن تنفيذ المشروع).

وان كانت هذه الدراسة اقتصادية في أساسها إلا أن المهندس مسؤول في هذه المرحلة عن اختيار موقع المشروع وعن تقدير تكاليف كل من الحلول المقترحة أو المتاحة ودراسة مدة التنفيذ وتكاليف صيانة المشروع وكذلك تكاليف التشغيل حتى يمكن تحليل هذه المعلومات لاختيار أفضل المشاريع للغرض المطلوب .

وهذا يتطلب دراسة استكشافية من حيث:

- تحليل العينات المأخوذة. اجتماعياً، ثقافياً،...الخ
- إعداد الخرائط المساحية لموقع المشروع وبيان شكل التضاريس.
- دراسة استكشافية لخصائص التربة ومكوناتها لموقع المشروع.

- دراسة بيئية عن المناخ، درجات الحرارة، الرطوبة واتجاهات الرياح السائدة.

2-1- مرحلة التصميم:

1-2-1 مرحلة التصاميم الأولية :

- **عداد التصميمات الابتدائية(Preliminary Design)**

عند الانتهاء من دراسة الجدوى واختيار أحد الحلول يقوم المهندس المستشار بمراجعة برنامج المالك والميزانية المرصودة وتقييمها ويناقش خيارات متعددة للتصميم والتنفيذ بناءً على تلك المعطيات، وحسبما يتم الاتفاق عليه يقوم المستشار بإعداد التصاميم الأولية وقد تتضمن هذه التصاميم مخططات أولية بمقياس صغير، وواجهات، ومنحنيات، ووثائق أخرى عديدة تصف عموماً الأعمال، والعلاقة بين أجزاء المشاريع بعضها ببعض كما تصف نوع الإنشاءات والمعدات المقترحة عموماً، وخلال هذه المرحلة يحدد مخطط الموقع العام كما تحدد المساحات وعلاقاتها ببعض كما يتم تحديد طرق التصميم الإنشائية والمعمارية والميكانيكية والكهربائية، إضافة إلى ما سبق تعد بعض الوثائق التي تتضمن وصفاً ابتدائياً للمشروع وكذلك تقدير الكلفة الأولية للمشروع والأطر العامة لمواصفات المواد التي ستستخدم ويشكل عادة 30% من الجهد الكلي للتصميم.

- **مرحلة تطوير التصاميم (استخدام أساليب الهندسة القيمية:**

تبدأ هذه المرحلة بعد موافقة المالك على التصاميم الأولية وأية تعديلات ضرورية على برنامج العمل أو الميزانية المطروحة، وفي هذه المرحلة تتحول العلاقة من العمومية إلى التفصيل والتعديلات.

تلخص هذه المرحلة وتصف بشكل دقيق طبيعة المشروع وحجمه بما في ذلك مكوناته الإنشائية والمعمارية والميكانيكية والكهربائية من خلال المخططات والتفاصيل والمقاطع والجداول والمنحنيات، كما يتم وضع المواصفات الأولية للمشروع ويتم تطوير تقدير الكلفة على قدر أكبر من الدقة وبهذا تكون فكرة المشروع قد وصلت لدرجة 70% من الجهد الكلي للتصميم.

ملاحظة

المقصود من الهندسة القيمية هو عمل دراسة بوساطة منهج قيمي مدروس لتحقيق أهداف المشروع بجودة أعلى وتكلفة أقل في آن واحد.

2-2-1 **التصميمات النهائية ومستندات التعاقد** (Final Design & Tendering)

بعد الانتهاء من دراسة التصميمات الابتدائية يعد المهندس التصميمات النهائية شاملة جميع التفاصيل اللازمة للإنشاء وتركيب المعدات الخاصة بالمنشاة سواءً كانت صناعية أو تجارية أو خدمات عامة ويعد أيضاً مواصفات مواد الإنشاء وطرقه وكذلك جداول الكميات في العقود ذات الكميات المحددة.... وبذلك نكون قد وصلنا الى 90% من الجهد.

(بمعنى تجهيز جميع وثائق العطاء وإعدادها)

وحتى يكتمل 100% تأتي مرحلة التدقيق والمراجعة في المخططات وجداول الكميات والمواصفات نهائياً قبل تسليمها للمالك لطرحها ولهذه المرحلة أهمية كبيرة.

تعتبر هذه المرحلة ذات أهمية خاصة إذ يتم الدخول إلى دراسة المشروع بعمق من خلال المهندسين والاستشاريين طبقاً لنوعية العمال والمستندات المطلوب إنجازها من كل فريق عمل وهي كالآتي:

1-2-2-1 الرسومات التنفيذية للمشروع:

وتنقسم هذه الرسومات التنفيذية لأي مشروع الى رسومات الأعمال الآتية:

- الرسومات التنفيذية المعمارية
- الرسومات التنفيذية الإنشائية
- الرسومات التنفيذية الصحية
- الرسومات التنفيذية الميكانيكية
- الرسومات التنفيذية الكهربائية

2-2-2-1 كتابة المواصفات الفنية للأعمال:

يقوم المهندس المختص في هذه المرحلة بهذه العملية بدراسة جميع مستندات المشروع دراسة دقيقة وتحليلها وتبويبها الى مجموعات من الأعمال المختلفة، وعموماً فإن الأجزاء الرئيسة المكونة للمواصفات هي:

- مواصفات الأعمال الاعتيادية (المعمارية والإنشائية)
- مواصفات الأعمال الصحية
- مواصفات الأعمال الميكانيكية

- مواصفات الأعمال الكهربائية

ويجب أن تتحقق في جميع هذه الأعمال متطلبات الجودة والأمن والسلامة لحياة الإنسان.

تعد المواصفات الفنية للأعمال أحد الوسائل الفنية التي تستخدم في المشروعات الهندسية لتنفيذ بنود الأعمال ويعد الأسلوب اللفظي هو الأساس في وصف خواص المواد المستخدمة كيميائياً أو فيزيائياً أو تحديد نوعية الأعمال المطلوب تنفيذها أو الأسلوب المستخدم "طريقة التنفيذ" التي يجب اتباعها لتنفيذ الأعمال.

والمواصفات الفنية مكملة للرسومات فبينما تقوم الرسومات بوضع التصميم في شكل رسومات تنفيذية كاملة الأبعاد والمناسيب وبيان المواد المستخدمة وجميع التفاصيل المطلوبة لتنفيذ المشروع التي لا يمكن كتابتها في المواصفات، فإن المواصفات تقوم بدور تكميلي للرسومات المختلفة من خلال شرحها وتوصيفها لبنود الأعمال أو وصفها لمواد البناء المستخدمة وخصائصها الكيميائية والفيزيائية والاختبارات المطلوب إجراؤها قبل التوريد أو بعده.

فما لم نستطع إظهاره على الرسومات يتم بيانه تفصيلاً في المواصفات الفنية للأعمال.

عند كتابة المواصفات يجب تحديد نوعية المواد بصياغة سليمة وواضحة بعيدا عن استخدام ألفاظ غير عملية مثل (من أحسن نوع)، أو (من أصناف جيدة).

فمثل هذه التعبيرات تمثل إرباكاً لكل من المالك والمقاول في تفسيرها.

يجب على كاتب المواصفات توخي الدقة في اختيار الكلمات التي تؤدي إلى المطلوب مباشرة حيث استخدام كلمات لها أكثر من مدلول تحتاج إلى تفسير من المهندس أو المالك للمقاول وهو مايؤدي إلى استهلاك كثير من الوقت.

ومن هنا تأتي أهمية كتابة المواصفات بطريقة دقيقة لا تحتمل التأويل ومحددة الألفاظ والمعاني بعيدة عن الهوى الشخصي حتى تقلل من نسبة الخلافات والتأويل في تفسير المواصفات، وهو مايحتاج إلى خبرة وتمرس في كتابة المواصفات.

ويتم التقيد بكتابة المواصفات بأسلوب التصنيع أو الاختبارات المطلوبة أو خواص المواد المستخدمة طبقاً لمواصفات رسمية محددة مثل:

- المواصفات القياسية السورية م ق س
- مواصفات الهيئة العالمية للتوحيد القياسي ISO
- مواصفات الجمعية الأمريكية لاختبارات المواد ASTM
- مواصفات المعهد البريطاني للمواصفات القياسية BSI
- مواصفات المعهد الألماني للتوحيد القياسي Din

3-2-2-1 إعداد قوائم الكميات التنفيذية (المقايسات):

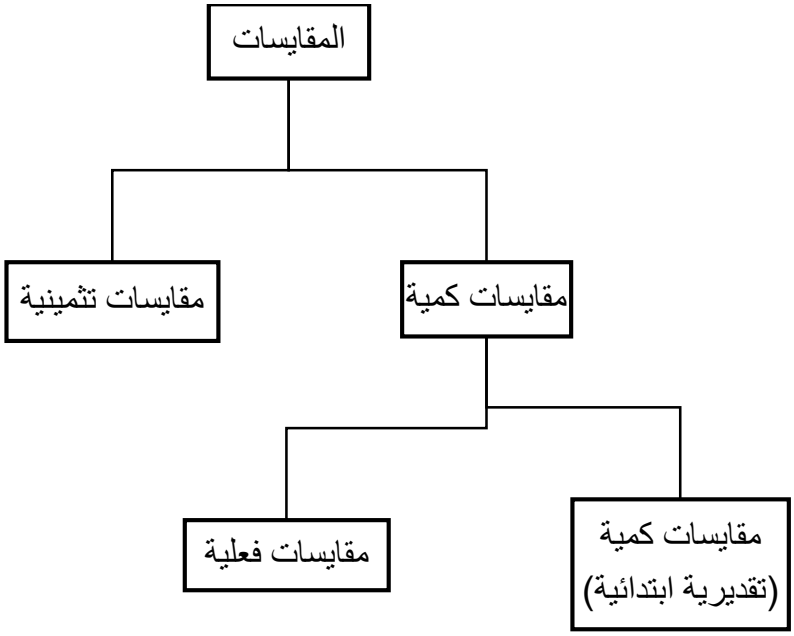
يقوم المهندس في هذه المرحلة بدراسة جميع الرسومات التنفيذية وتصنيف بنود الأعمال الموجودة في كل عمل من الأعمال بالمشروع وقياس كميات الاعمال الموجودة بها وحصرها وتفريغها في قائمة كميات تقديرية يتم تفريغها بعد ذلك في قائمة الكميات التثمينية أو المقايسة التثمينية للأعمال وتتم هذه الخطوة داخل المكاتب الاستشارية تمهيداً لطرح المشروع للعطاء.

أما خلال مرحلة التنفيذ في الموقع فيتم قياس جميع بنود الأعمال وحصرها من على الطبيعة وهو ما يسمى بالكميات الفعلية التي يتم بيانها في المستخلصات الدورية أو المستخلص النهائي وفي هذا المجال نبين أن نسبة التفاوت المسموح بها بين قائمة الكميات التقديرية المحصورة من على الرسومات التنفيذية بالنسبة للكميات الفعلية المحصورة على الطبيعة في المستخلصات يجب ألا تزيد أو تنقص عن ±٥% من نوعية الأعمال أو إجمالي العطاء.

لكي يتم إعداد هذه المرحلة بصورة جيدة يجب أن يكون المهندس ملماً بالمراحل السابقة لها كل في تخصصه ولديه القدرة العالية على قراءة الرسومات والتفاصيل المختلفة للأعمال، واستنتاج البنود وحصرها على هذه الرسومات.

تنقسم مقايسات الأعمال إلى نوعيين أساسيين.

وكما هو مبين في الجدول (1-1) فانه يتم رصد جميع الاطوال والارتفاعات والعروض والسماكات ويتم رصد نتائج هذه العمليات بالضرب في خانة الإضافة او الخصم للحصول على إجمالي كمية كل بند.



جدول(1-1) المقايسات الكمية (التقديرية)

م	بيان بنود الاعمال	الوحدة	العدد	الابعاد			اجمالي كمية الاعمال	
				طول	عرض	ارتفاع	جزئية	
							اضافة	خصم
مهندس المالك								
مهندس المقاول								
المهندس المراجع								

ويبين الجدول (1-2) نموذجاً لجداول المقايسات التثمينية حبت نجد الجدول مقسماً الى عدة خانات.

الأولى لرقم البند، والثانية لكتابة مختصرة لمواصفات البند، ثم خانة لكمية الأعمال التي تم حسابها من المقايسة التقديرية ثم خانة أخرى تبين فيها قئة البند وسعره تليها خانة ثمن الإجمالي للبند (نتيجة الضرب):

الثمن الإجمالي للبند = كمية الاعمال × سعر الوحدة

جدول (1-2) المقايسات التثمينية

م	بيان الاعمال	الكمية	الواحدة		شعر الوحدة	الثمن الاجمالي للبند	ملاحظات
					ل.س	ل.س	

3-1- طرح الأعمال في المناقصة(invitation to tendering)

بمجرد الانتهاء من مرحلة التصميم في المشاريع الهندسية، فإنه يجب على المالك الحصول على شركة مقاولات لتنفيذ أعمال المشروع، وعليه فإن المناقصات في مجال هندسة الإنشاءات وخاصة في المشاريع الحكومية – هي إحدى الأساليب لاختيار مقاول من قبل المالك أو من ينوب عنه، وبذلك يمكن تعريف المناقصة على أنها:

محاولة الحصول على أفضل العروض مقدمة من مقاولين لتنفيذ مشروع ما في صورة عطاءات.

يعلن عن طرح المشروع سواءً في مناقصة عامة أو محدودة بين عدد من الشركات المتخصصة وتشمل مستندات التعاقد نموذج العقد والرسومات ومواصفات الأعمال والكميات ونوع العقد المطلوب وموعد فتح المظاريف الخاصة بالعطاء التي تفتح فيها علناً المظاريف التي تحتوي على نماذج العطاءات المقدمة من المقاولين ويكون الموعد عادة محدد الساعة والتاريخ.

1-3-1 مرحلة طرح المناقصة:

خلال هذه المرحلة يتم الإعلان عن طرح المناقصة إما عن طريق الدعوة المباشرة للمقاولين أو عن طريق استدراج العروض التفاوضية، يتم توزيع نسخ وثائق المناقصة بوساطة المالك أو عن طريق المستشار، وقد يقوم المستشار بإصدار ملحق أو ملحقات.

2-3-1 التقدم بالعطاء (Bidding) :

عندما يحصل المقاول المهتم بتقديم العطاء عن المشروع المعلن عنه يقوم بدراسة إمكانية التنفيذ وتكاليف كل بند والتكاليف الإجمالية ويقدم عطاءه في الموعد المحدد في مظاريف مغلقة. وهناك حالات يطلب من المقاول فيها تقديم طرق التنفيذ ووسائله قبل النظر في اسعاره وفي هذه الحال يتقدم المقاول بعطائه من جزأين:

الجزء الأول–العطاء الفني: ويشمل التفاصيل عن الأسئلة الفنية المطروحة في العطاء ووسائل التنفيذ والحلول المرادفة إن وجدت. وعادة يفتح هذا الجزء أولا ويتم التقييم الفني لها بملاحظات المالك عليه وقد يستبعد المقاول نهائياً ولا ينظر في الجزء الثاني من عطائه.

الجزء الثاني–العطاء المالي: ويقدم مع الجزء الأول ويشمل الجزء الخاص بالأسعار والفئات ولكن لا ينظر فيه إلا بعد التقييم الفني ولكن يسمح له بإجراء تعديلات في أسعاره بالزيادة أو النقص طبقاً لما يسفر عنه التقييم الفني للعطاء.

3-3-1 الممارسة بعد العطاء :

قد يرى كل من المالك أو المقاولين إجراء ممارسة أو مفاوضات لمناقشة الشروط والأسعار وإيضاح بعض النقاط أو الحصول على شروط أفضل قبل توقيع العقد النهائي بين الطرفين وتجري هذه المفاوضات بين المالك وأقرب المقاولين للفوز بالعطاء وذلك بغرض إجراء المفاضلة.

4-3-1 ترسية العطاء :

تتم ترسية العقد خلال 45 يوماً بعد فتح العطاءات إلى المقاول الكفؤ صاحب العطاء الأقل سعراً والذي يتقيد بكل المواصفات والشروط المحددة في الوثائق وسوف يبلغ المقاول الفائز كتابة بأن عطاءه قد تم قبوله، وبالتالي تمت الترسية عليه. يخطر المقاول الفائز بنتيجة الاختيار بعد ذلك لبدء مرحلة التنفيذ. إن نموذج إشعار البدء في العمل يعد من قبل لجنة هندسية متخصصة والشكل (2-1) نموذج بدء العمل في احد المشروعات العامة.

إشعار بدء العمل

التاريخ _____

اسم المقاول: _____

العنوان: _____

_____

اسم المشروع _____

رقم عقد المالك _____

اسم العقد _____

(اسم العقد كما هو موضح في وثائق المناقصة)

هذا إشعار منا بأن العقد الموضح أعلاه يبدأ بتاريخ _____ وبهذا التاريخ أنتم مكلفون لبدء العمل بناء على وثائق العقد. وبناء على الفقرة رقم _____ الواردة في العقد فإن موعد تسليم المستحقات النهائية بناء على تنفيذ كلي للمشروع يكون بتاريخ_____

قبل البدء بأية أعمال داخل الموقع وبناء على الفقرة رقم _____من الشروط العامة للعقد والتي تنص على تزويد طرفي العقد بشهادات ضمان.

كذلك قبل البدء بأعمال داخل الموقع يجب عليكم

_____

_____

_____

(إضافة متطلبات أخرى من المقاول)

المالك: _____

التوقيع: _____

اسم الشركة: _____

قبول العرض

المقاول: _____

التوقيع : _____

التاريخ : _____

اسم الشركة: _____

الشكل (2-1) نموذج بدء العمل في احد المشروعات العامة

2- **المرحلة الثانية:**

مرحلة التنفيذ: تبدأ مرحلة تنفيذ المشروع بعد توقيع الاتفاقية بين المالك والمقاول، وتتضمن هذه المرحلة جميع نشاطات المقاول المتعلقة بالإعداد للمشروع، شراء المواد والتجهيزات، تصنيع المواد وإعدادها داخل الموقع وخارجه سواء تم تنفيذها من قبل المقاول

الرئيسي أم من قبل مقاولين فرعيين، وكذلك جميع النشاطات المتعلقة بتنفيذ المشروع حتى تسليمه للمالك.

وخلال هذه المرحلة يقوم المقاول بإعداد قدر كبير من الوثائق مثل برامج سير العمل، المخططات التنفيذية، المطالبات المالية، السجلات، طلبات العمل، دليل الصيانة، إذ إن كل هذه الوثائق المذكورة تصبح جزءاً من السجلات الإدارية ويجب أن تحفظ في ملف المشروع.

ومن الشائع أن يقوم المستشار خلال هذه المرحلة بإعداد بعض التعديلات على وثائق العقد مثل الأوامر التغييرية الناتجة عن الحاجة الماسة لإجراء بعض التعديلات على طبيعة العمل أو مدته أو قيمته.

تمثل هذه المرحلة موضوع الكتاب الحالي لذلك ستتم دراستها بالتفصيل في الفصول القادمة بالنسبة لمشاريع إمداد مياه الشرب والصرف الصحي.

3- **المرحلة الثالثة:**

مرحلة التشغيل والصيانة:

بعد انتهاء المشروع واستخدام المالك للمنشآت قد يكون المستشار والمقاول وبعض الموردين ملتزمين مع المالك في بعض الفعاليات وذلك حسب العقد الموقع بين المالك وهذه الأطراف.

وتتضمن مثل هذه الفعاليات صيانة المعدات وتعديلها والمساعدة في تشغيلها وتدريب كوادر المالك على استخدامها وإزالة أية عيوب مصنعيه تظهر خلال فترة الصيانة.

تمثل هذه المرحلة موضوع الكتاب الحالي لذلك ستتم دراستها بالتفصيل في الفصول القادمة بالنسبة لمشاريع إمداد مياه الشرب والصرف الصحي.

نظراً لأهمية العقود الهندسية وتأثير بنودها في مرحلة التنفيذ والصيانة وما تحتوي من مصطلحات فنية سيتم فرد الفصل الثاني من هذا الكتاب لشرح (مفهوم العقد وبنوده – المناقصة وطرق اختيار المقاول – تعريفات عامة).