JAUES

Journal Of Al Azhar University Engineering Sector

Vol. 12, No. 44, July, 2017, 1166-1181

العوامل المؤثرة علي تكلفة المشروعات خلال مراحل التصميم المعماري

الجندي شاكر عبد الغني و فاطمة عبد الكريم محمد

قسم هندسة العمارة - كلية الهندسة (بنين) – جامعة الأزهر

قسم هندسة العمارة -كلية الهندسة (بنات) – جامعة الأزهر

ABSTRACT

The issue of increasing the cost of construction projects is of great importance in the field of architecture where construction projects are considered as engineering projects with long-term investment value and are governed by the theories and methods that control the economics of any project. Architecture deals with the human side, which does not measure the success of projects only with the Financial return . in return for the cost of the project. As well as the satisfaction of the needs and requirements of the client, which called for work on this paper, where the search for a design approach in the field of architectural design achieves the quality of design and cost control .

Costing plays an important role throughout the design process. Marketing studies are conducted to see the available cost limits that directly affect the marketing process and then the selling price. It is a key determinant of the selection of project elements and an effective influence in the design process .Where it sets the separation solutions to meet the value based on their relationship with the requirements and needs through the range of economic capacity .

The study deals with the study of the relationship between the stages of architectural design and the cost component in order to reach a proposed approach, which highlights some factors affecting the cost of the project. Projects during these phases.

The research has led to the formulation of a proposed methodology for the architectural design process, which is governed by a set of Factors that establish the proposed approach, formulate a set of considerations and criteria that achieve this methodology, and then produce some conclusions and recommendations for reaching them in order to improve the cost performance of the project.

Keywords : Cost control , Architectural design stages , Feasibility study .

ملخص البحث

تحتل قضية زيادة تكلفة بعض المشاريع الإنشائية أهمية كبيرة في مجال العمارة حيث تعتبر ذات قيمة إستثمارية بعيدة المدي وتتعامل العمارة مع الجانب الإنساني الذي لا يقيس نجاح المشروعات فقط بالعائد المادي في مقابل تكلفة المشروع ولكن كذلك بمدي إشباع إحتياجات ومتطلبات العميل وهو ما إستدعي العمل علي هذه الورقة البحثية حيث البحث عن منهج عملي في مجال التصميم المعماري يحقق جودة التصميم مع التحكم في التكلفة ، وتلعب التكاليف جزءا هاما في كافة مراحل العملية التصميمية ويتم عمل دراسات تسويقية لرؤية حدود التكلفة المتاحة التي تؤثر بصورة مباشرة في عملية التسويق ومن ثم سعر البيع وتعتبر محدد أساسي لإختيار عناصر المشروع ومؤثر فعال في العملية التصميمية .

ويتناول البحث بالدراسة والتحليل مشكلة زيادة التكلفة المشاريع بشكل خاص خلال مراحل عملية التصميم المعماري وهو بمثابة العنصر الرئيسي المؤثر علي ما يتبعه من تصميمات ويتم من خلاله دراسة العلاقة بين مراحل التصميم المعماري وعنصر التكلفة بهدف الوصول إلي منهجية مقترحة حيث يلقي الضوء علي بعض العوامل المؤثرة علي تكلفة المشروعات

خلال هذه المراحل . وقد توصل البحث للعوامل المؤثرة علي التكلفة خلال مراحل التصميم المعماري تحكمها مجموعة من الركائز وصياغة مجموعة من الإعتبارات والمعايير ثم الخروج ببعض النتائج و التوصيات للوصول إليها والإستعانة بها في تحسين معدلات أداء المشروع من حيث التكلفة .

موضوع البحث

تعتبر مشكلة تأخر تنفيذ بعض المشروعات وزيادة التكلفة الفعلية عما هو مخطط له مسبقا من أهم المشاكل التي تواجه تنفيذ المشروعات والتي تجعل المستثمرين يحجمون بأموالهم عن إقامة مشاريع جديدة كنتيجة طبيعية لتعطل بعض الإستثمارات الموضوعة في المشاريع القائمة بالإضافة إلي تضخم فوائد القروض وتأخر البدء في تشغيل المشروع وتحقيق العائد المتوقع مما سبق تتضح أهمية الحاجة إلي دراسة أبعاد مشكلة زيادة زمن وتكلفة تنفيذ المشروع وجوانبها المختلفة ومعرفة الأسباب المختلفة التي أدت إليها خلال مراحل تصميم المشروع .

ويختص هذا البحث بدراسة العوامل التي تتحكم في تكلفة المشروعات خلال مراحل العملية التصميمة والعناصر الحاكمة لهذه العوامل للوصول بالمشروع إلي أفضل مستوي ممكن مع تقليل التكلفة.

هدف البحث

يهدف البحث إلي تحديد بعض الأسس والعوامل التي تتحكم في تخفيض تكلفة المشروع وعناصر تقييم درجة فعالية هذه العوامل خلال مراحل التصميم المعماري ، وترتيب هذه العوامل وعناصر التقييم وفقا لأهميتها النسبية في التأثير علي تكلفة المشروع لكي تكون هذه العوامل واضحة لأطراف المشروع منذ بداية تصميمه للإستعانة بها في تحسين معدلات أداء المشروع من حيث التكلفة .

المنهجية البحثية

تتبع هذه الورقة البحثية المنهج النظري الإستقرائي لدراسة الأسس والعوامل المؤثرة علي تكلفة المشروع خلال مراحل التصميم المعماري وكذلك إتباع المنهج الإستنباطي لتحديد عناصر تقييم درجة فعالية هذه الأسس والعوامل من حيث تأثيرها علي تكلفة المشروع ، مع ذكر مشروع الجامعة الأمريكية (الجديد) في التجمع الخامس بالقاهرة الجديدة كمثال تم تطبيق بعض هذه العوامل عليه ومعرفة درجة تأثيرها علي التكلفة .

الكلمات المفتاحية : التصميم المعماري ، مراحل التصميم المعماري ، التحكم في التكلفة ، دراسة الجدوي الإقتصادية .

مقدمة

تؤدي زيادة التكلفة خلال مراحل مشاريع التشييد المختلفة إلي تأثر إستمرارية العمل به أو توقفه تماما لفترات طويلة قد يحدث خلالها زيادة أخري للأسعار تنعكس علي تضخم تكلفة تنفيذ المشروع مما يعوق إنتاجه لذا يجب الإهتمام بدراسة العوامل المختلفة المؤثرة علي التكلفة خلال مراحل المشروع المختلفة (التخطيط – التصميم – التنفيذ – التسليم) ،ومن هذه العوامل قيمة المال ،إعتبارت الجودة ،أولويات العميل ،إعتبارات الوقت ،طبيعة المشروع ، إختيار المعماري ، وظيفة المبني ،طبيعة الموقع وطريقة التعاقد .

ويتناول هذا البحث دراسة العوامل التي تتحكم في تكلفة المشروع خلال مراحل التصميم والعناصر التي تتحكم فيها للوصول بالمشروع إلي أفضل مستوي مع تقليل التكلفة .

ويتضح من الشكل (1) العوامل المؤثرة علي تكلفة المشروع خلال مرحلة التصميم حيث تتأثر تكلفة المشروع خلال هذه المراحل بثلاث محددات رئيسية هي طريقة التصميم وشكل المبني وطريقة الإنشاء بينما تتأثر التكلفة خلال مرحلة التنفيذ بالبرامج الموضوعة للتنفيذ والمعدات والعمالة والتمويل بالإضافة إلي الدور الذي تقوم به إدارة المشروع للسيطرة علي التكلفة الكلية للمشروع .

مراحل تصميم المشروع:

تؤثر مراحل تصميم المشروع بدرجة كبيرة علي الناحية الإقتصادية له لذا يجب علي المصمم في هذه المراحل أن يراعي الأسس والمحددات التي تتحكم في التكلفة أثناء مراحل التصميم ودراسة كيفية تحقيق هذه الأسس دون الإخلال بالوظيفة والاحتياجات التصميمية للمستعملين ، وتتابع هذه المراحل كما يلي :

1. جمع المعلومات ويشمل :
   - القيام بعمل دراسات مشابهة للمشروع .
   - العناصر الطبيعية مثل وجود نهر أو بحر يطل عليه الموقع .
   - العناصر الموجوده من صنع الانسان .
   - نظام الحركه (المشاه والمركبات) .

- الوضع العام حول الموقع .
- مساحة الموقع وشكل الموقع .
- حال المناطق المجاورة للمشروع .
- العلامات المميزه القريبه للموقع ونقاط الجذب .
- وظائف المشروع المقترحه (من خلال وظائف المشروع نستطيع التوصل الى برنامج المشروع) .
- المالك وميزانية المشروع (تختلف ميزانية المشروع حسب المالك ولكن هناك مشاريع تكون ميزانيتها ذات قابليه للزياده) .
- المستخدمين الفعليين للمشروع والزوار.
- عمل الاستبيان ، والمقابلات الشخصيه ، والمراقبة للمستخدين في مواقع مشابهه .

2. تحليل الموقع .

يتم تحليل جميع المعلومات التي تم تجميها عن الموقع من وجهة نظر معماريه والتي توصلنا الى :

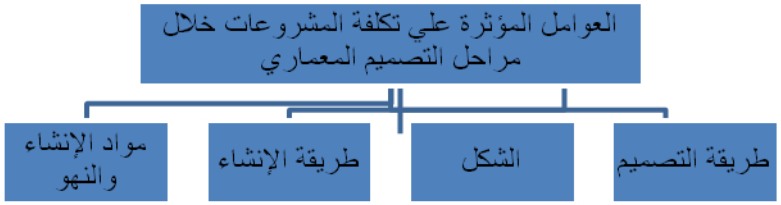
- الفرص والعوائق(وتتمثل الفرص في تميز موقع المشروع مثلا كما تتمثل العوائق في الظروف الغير ملائمة المحيطة بالموقع أو كون طبوغرافية أرض الموقع غير مناسبة لطبيعة المشروع مثلا) .
- المشاكل والحلول .

3. وضع برنامج المشروع .
4. تطوير البرنامج المقترح .
5. عمل فكره مبدئيه للتصميم .
6. تطوير التصاميم .
7. التصميم النهائي.

ويمكن تقسيم العوامل المؤثرة علي التكلفة خلال هذه المراحل إلي أربع عوامل رئيسية هي[1]:

1 - طريقة التصميم . 2 – الشكل . 3 – طريقة الإنشاء . 4 – مواد الإنشاء والنهو.

وفيما يلي عرض لهذه العوامل وعناصر تقييم درجة فعالية كل عامل منها :



شكل (1) العوامل المؤثرة علي تكلفة المشروع خلال مراحل التصميم المعماري

طريقة التصميم

تتأثر تكلفة المشروع بنوعية الجهه الإستشارية التي يعهد إليها بعمل التصميم كما تتأثر الناحية الإقتصادية للمشروع بالتصميم المقترح له ، ويختلف تأثير تصميم المشروع علي التكلفة من مشروع لأخر تبعا لمراعاة العوامل المؤثرة علي تقليل أو زيادة التكلفة أثناء مراحل التصميم وهذه العوامل هي :

أ – تجميع الوحدات ب – الموديول

ج – التوحيد القياسي د – الفقد المنفعي

وفيما يلي عرض لهذه العوامل والعناصر المؤثرة في فعالية كل عامل من هذه العوامل

أ – تجميع الوحدات

[1] المهدي علي محمد،الأسس والمحددات التي تتحكم في تخفيض زمن وتكلفة المشروع ، رسالة ماجستير 2007 ص37

تؤثر الطريقة التي يتم بها تجميع الوحدات – في حالة المشاريع ذات الصفة التكرارية مثل المباني السكنية والفندقية – علي إجمالي تكلفة المشروع نتيجة زيادة أو خفض تكاليف العناصر الرئيسية المكونة للوحدة المتكررة تبعا لطريقة التجميع ، وهذه العناصر هي

1 – الأساسات . 2 – الحوائط الخارجية . 3 – التجهيزات الصحية .
4 – تشطيبات الحوائط (بياض داخلي – خارجي – دهانات) 5 – المرافق العامة .
6 - الإرتفاعات

وبالإضافة إلي أن التصميم يلعب دورا هاما في هذا المجال فإن التجميع يمكن أن يوفر من تكلفة الوحدة نتيجة إتصال المرافق في الإتجاه الأفقي وكذلك إتصال العناصر الرأسية للوحدة (الحوائط وما تشمله من بياض داخلي وخارجي ودهانات وتجهيزات كهربية) بالإضافة إلي الخرسانة المسلحة للحوائط في حالة إستخدام الشدات النفقية وهذه العناصر الرأسية تشكل حوالي 30% من تكلفة الوحدة ، وكذلك فإن تجميع الوحدات بالنسبة للإرتفاع في وحدات زوجية يوفر من الأعمال الصحية[1]

ب – الموديول

يؤدي إستخدام الموديول عند تصميم مشروع إلي دور كبير في خفض تكلفة التنفيذ حيث يسهل من عملية التنفيذ نتيجة لتكرار الموديول بإنتظام ورفع معدلات الأداء الزمني للتنفيذ وينعكس تقليل زمن التنفيذ علي التكلفة الكلية التي تنخفض بدورها خاصة في حالة المشاريع ذات الإرتفاعات العالية التي يظهر فيها بوضوح تأثير إستخدام الموديول في التصميم علي خفض التكلفة، ولضمان تحقيق ذلك يفضل أن يكون هناك موديول أساسي وهو عبارة عن وحدة بعدية واحدة ترتبط فيها الأبعاد معا أي تكون جميع الأبعاد مضاعفات للوحدة الأساسية المختارة التي يطلق عليها إسم "الموديول القياسي "[2]، وعلي المصمم عند تحديد الوحدة الموديولية الأساسية مراعاة مجموعة من النقاط لضمان ملائمة الموديول الأساسي وكفاءته في تحقيق اقصي منفعة ممكنة في التصميم وعدم وجود مساحات مهدرة أو غير مستغلة وظيفيا تزيد من تكلفة المشروع دون أن يقابلها منفعة حقيقية ، وهذه النقاط هي[3] :

أن تتفق تلك الوحدة مع موديول وحدات الفرش الملائمة للمبني طبقا للغرض الوظيفي من المبني .
أن تحقق الموديول المعماري الذي يستوعب سمك الحوائط (داخلية – خارجية) .
أن يتناسب الموديول المعماري مع الفراغ المعيشي .

ج – التوحيد القياسي

يقوم التوحيد القياسي لعناصر الوحدات المبنية (الأبواب ، الشبابيك ، تشطيبات الأرضيات ، الأجهزة الصحية ، .....) علي مجموعة من الأسس التي تحقق وفرا كبيرا في زمن وتكلفة تنفيذ أي مبني ، وهذه الأسس هي :

1 – إختصار عدد نماذج الوحدات عن طريق إستبعاد النماذج الزائدة أو إستحداث نموذج جديد ليحل محل نموذجين أو أكثر دون أن يخل ذلك بحاجات المنشأت ورغبات المنتفعين .

2 – توحيد المواصفات لعناصر الوحدات لكي يمكن تبادلها عند الإستخدام .
3 – التوحيد القياسي للمنتجات مع الأخذ في الإعتبار الأبعاد القياسية المفضلة لمركبات المباني (نوافذ – أبواب - .....) [4].

وإعتمادا علي هذه الأسس يحقق تطبيق التوحيد القياسي خلال تصميم وتنفيذ المشروع ما يلي :

1 – زيادة السرعة سواء في الإنتاج أو التركيب .
2 – الإقتصاد في مواد البناء نتيجة إستخدامها بالقدر الملائم للوظائف المطلوب منها القيام بها وذلك نتيجة :

تحسين تصميم المنتجات (مركبات البناء) .
حسن إستخدام المواد نتيجة معرفة مواصفاتها .
تقليل كمية الفاقد نتيجة لتحسين ضبط الجودة .

3 – زيادة الكفاءة الإنتاجية .

---

[1] محسن أبو النجا ، إقتصاديات تصميم الوحدات السكنية ، رسالة ماجستير 1984 ص66
[2] د. فاروق الأبرق ، مدخل تصنيع البناء
[3] م . أسامة عبد اللطيف يوسف ، تكنولوجيا البناء ، الأسس والمعايير التي تتحكم في البناء بالوحدة البنائية الموديولية وأسلوب البناء الذاتي وطرق تقييمها ، رسالة ماجستير 1996 ص153,155
[4] أحمد جنيدي ، مجلة التوحيد القياسي ، العدد 18 ، ص8,9,10

4 – الحصول علي أقصي منفعة ممكنة بأقل تكلفة للمشروع .

د – الفقد المنفعي في المسطحات

يؤثر الفقد المنفعي في المسطحات المصممة في المبني علي التكلفة الكلية للمتر المربع حيث أنه كلما زادت المسطحات عن الإحتياج المطلوب أدي ذلك إلي زيادة تكلفة تنفيذ المبني بدون منفعة حقيقية مقابلة لزيادة التكلفة ، ويتضح عنصر الفقد المنفعي بدرجة كبيرة في عناصر الإتصال الرأسية (السلالم والمصاعد) وعناصر الإتصال الأفقية (الطرقات) وتشغل العناصر السابقة معا حوالي من 9% إلي 22% من إجمالي مساحة المبني بمتوسط حوالي 15% وفقا لتصميم المبني وتعتبر هذه المساحة سالبة (لا تدخل في تسويق المشروع) بحيث كلما قلت كلما كان ذلك أفضل لتقليل التكلفة الكلية لتنفيذ المشروع[1] .

وفيما يلي عرض للعوامل المؤثرة في الفقد المنفعي والواجب مراعاتها أثناء تصميم المبني لتقليل التكلفة الكلية له .

أولا : نطاق خدمة السلالم والمصاعد

يؤثر وضع عناصر الحركة الرأسية في تصميم المبني (السلالم والمصاعد) علي تكلفة المبني حيث يجب علي مصمم المشروع مراعاة أن يخدم السلم عددا كافيا من الوحدات سواء كان المبني فندقيا أو إداريا أو سكنيا مع الأخذ في الإعتبار أن السلم يخدم مسافة بين 18 – 25 متر حتي لا تتحمل الوحدة داخل المبني إلا أقل ما يمكن من تكاليف السلم [2] وبما لا يتعارض مع كود الحريق .

ثانيا : نسبة مساحة الحركة بين عناصر المشروع

تعتبر مساحة الحركة في المبني – والتي تتكون من صالات الدخول والممرات والطرقات والحيز الذي تشغله أبار السلالم والمصاعد – من المسطحات الغير تسويقية لعدم تحقيقها لعائد مادي ، وكلما قلت كلما كان أفضل لتقليل تكاليف وزمن تنفيذ المبني .

ويتأثر زيادة أو نقصان مسطح الحركة داخل المبني بالعوامل التالية :

1 – نوع المبني

يؤثر الغرض الذي يستخدم فيه المبني علي نسبة مساحة الحركة داخل المبني ، حيث يساهم التصميم الداخلي المفتوح الغير مقسم بجدران داخلية والذي يصلح للمباني الإدارية في خفض نسبة مسطحات الحركة لعدم وجود قواطيع داخلية أوممرات يتطلبها الوصل ما بين مختلف خلايا المبني ، بخلاف التصميم الداخلي في حالة مباني القنادق أو المباني السكنية[3] .

2 – شكل المبني

يؤثر شكل المبني علي نسبة مساحة الحركة فكلما إتجه الشكل للتعقيد كلما زادت نسبة المساحة المخصصة لعناصر الإتصال الأفقية وقلت فعالية التصميم الداخلية حيث تنخفض فعالية التصميم الداخلي بتعقيد شكل المبني وزيادة مسطح الطرقات وإنخفاض المساحة القابلة للإستخدام .

الشكل

يؤثر شكل المبني علي زيادة أو تقليل زمن وتكلفة التنفيذ وذلك طبقا لمجموعة من العوامل المرتبطة بالشكل والتي تتمثل في :

أ – الشكل الخارجي للمبني . **ب – الفتحات في الواجهات .** **ج – مساحة المبني .**

وفيما يلي عرض لهذه العوامل والمحددات المرتبطة بها في التأثير علي زمن وتكلفة التنفيذ :

أ - الشكل الخارجي للمبني

تتأثر وتكلفة المباني بشكل المبني الذي يتحدد في مرحلة التصميم لذا يجب علي مصمم المبني أن يضع في إعتباره أثناء تصميم الشكل مجموعة العوامل التي ترتبط بشكل المبني وهذه العوامل هي :

1 – علاقة المحيط الخارجي للمبني بالمساحة .

2 – معدل إستغلال كفاءة شكل المبني .

3 – نسبة طول الواجهه / عمق المبني (للمباني المتصلة) .

وفيما يلي عرض لهذه المحددات

أولا علاقة المحيط الخارجي للمبني بالمساحة

يعتبر شكل المبني من المؤثرات الرئيسية التي تؤثر علي زمن وتكلفة التنفيذ فكلما كان شكل المحيط الخارجي بسيطا كلما أدي ذلك إلي خفض زمن وتكلفة التنفيذ حيث أنه مثلا عند تغير شكل المبني من المربع إلي المستطيل لنفس المساحة فإن هذا يؤدي

---

[1] حازم محمد إبراهيم ، إقتصاديات التصميم المعماري ، عناصر الإتصال الخارجية ، مقال مجلة عالم البناء عدد 34 ص46

[2] محمد محمود عويضة ، إقتصاديات تصميم المباني السكنية ، مقال ، مجلة عالم البناء عدد 29 ص 50,49

[3] Ivor H. Seeley, Building Economics , The Macmillan Press LTD ,London , 1979 P 26

إلي زيادة طول المحيط الخارجي للمبني وينعكس ذلك علي زيادة مساحة الحوائط الخارجية للمبني حيث تشكل بنود الأعمال الخاصة بالواجهات الخارجية حوالي 25 – 30% من التكلفة الكلية[١] فتحدث زيادة في التكلفة الكلية والزمن نتيجة لزيادة مساحة الواجهات وزيادة فترة التنفيذ .

ويتبع تغير المحيط الخارجي تغير في عناصر أخري بالإضافة إلي الحوائط الخارجية مما يؤثر علي تكلفة وزمن تنفيذ المشروع وهي:

أ – أعمال الحفر . ب – الأساسات .

ج _ الحوائط الداخلية د – التوصيلات الصحية والكهربية ه – تشطيبات الحوائط [٢].

ثانيا : معدل إستغلال كفاءة شكل المبني

يعتبر معدل إستغلال كفاءة الشكل عن كفاءة شكل المبني مقارنة بالشكل الدائري الذي يحتوي علي أقل محيط بالنسبة لمساحته ويمكن قياس معدل إستغلال الشكل من خلال مقارنة محيط شكل المبني بمحيط شكل دائري له نفس مساحة المبني ، ويظل الشكل المربع هو الأفضل من حيث سهولة تنفيذ الحوائط الخارجية وسرعة عمل الشدات بالرغم من زيادة طول المحيط الخارجي للشكل المربع عن مثيله للشكل الدائري بنسبة حوالي 13% فالشكل الإقتصادي والأنسب المبني هو الذي يحقق أكبر معدل كفاءة إستغلال مؤديا أفضل أداء للإحتياجات المطلوبة وبالإمكانيات المتاحة .

شكل (2)يوضح بساطة المسقط الأفقي للمشروع وتعقيده

ثالثا : نسبة طول الواجهه / عمق المبني (المباني المتصلة)

عند تصميم مجموعة من المباني أو الوحدات المتصلة يجب علي المصمم مراعاة أن يكون الإتصال بين الوحدات بواسطة أجزاء من الحوائط الخارجية والتي تشكل نسبة مرتفعة من التكاليف الإجمالية للوحدة ويمثل طول هذه الحوائط المتصلة (عمق المبني) والمقصود به طول المسافة المشتركة التي تتصل من خلالها الوحدتين وكلما زاد عمق المبني كلما قل طول الواجهه الخارجية لنفس المساحة مما يقلل من تكاليف الواجهات الخارجية للمبني .

ب - الفتحات في الواجهات

تعتبر الفتحات في واجهات المباني من العناصر المؤثرة علي التكلفة الكلية لتنفيذ المبني وذلك لإحتوائها علي مواد مرتفعة التكاليف بالنسبة لباقي مسطح الواجهه وتتأثر تكلفة الفتحات بعدة عوامل هي :

أ – المواد المستخدمة في الفتحات (خشب – ألومونيوم - زجاج - .....). ب – عدد الفتحات .

ج – مساحة وشكل الفتحات وتنميطها . د – حجم الفراغ الداخلي (طول وعمق وإرتفاع الغرفة) .

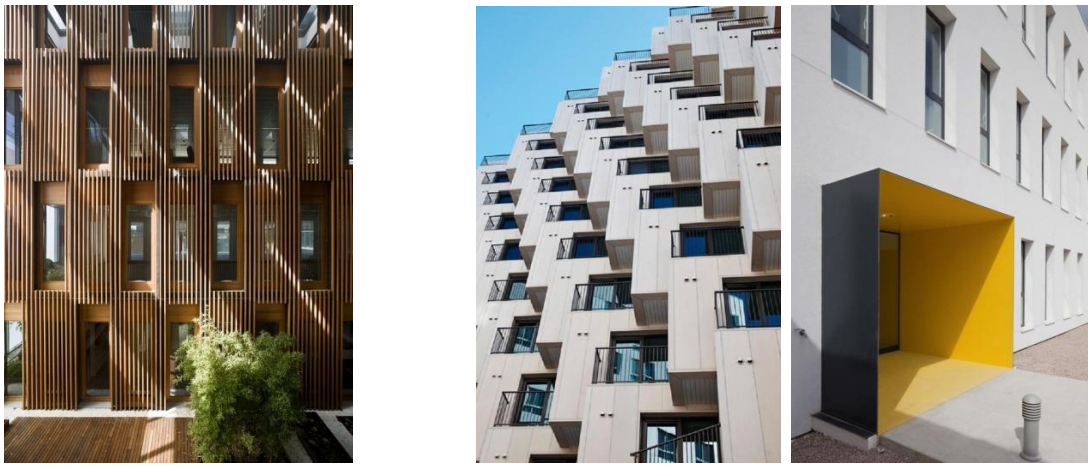
ه _ العوامل المناخية وتوجيه المبني .

لذا يجب علي المصمم عند تصميم فتحات المبني مراعاة تقليل مسطحاتها والإقتصاد في كمية المواد المستخدمة للفتحات وتكرار نماذجها كلما أمكن للتخفيض من تكلفة تنفيذ الفتحات .

---

[١] Ivor H. Seeley, Building Economics , The Macmillan Press LTD ,London , 1979 P (18-21)

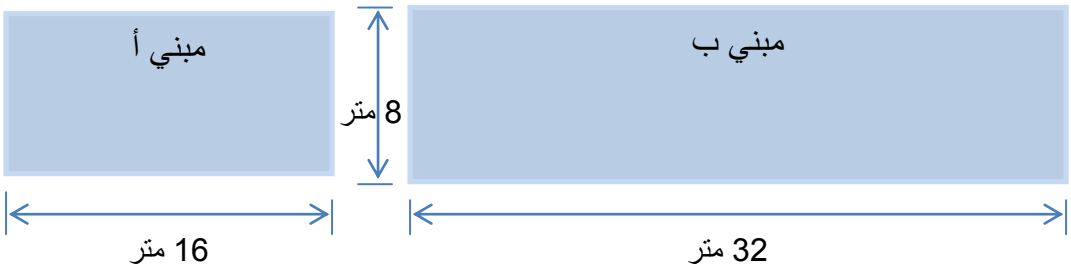
[٢] P.A :6Done , Building Design Evaluation , London , 1980 ,(Ch.11)



شكل (3) يوضح تكرار نماذج نماذج الفتحات في الواجهات

ج - مساحة االمبني

تؤثر زيادة المساحة الكلية لأي مبني علي زيادة التكلفة الكلية لتنفيذه ولكن يجب أن يوضع في الإعتبار أن الزيادة في المساحة الكلية ينتج عنها خفض في تكلفة المتر المربع وذلك لأن التكاليف لا ترتفع بنفس نسبة الزيادة في مسطح المبني نظرا لأن هناك بعض التكاليف للأعمال المختلفة مثل النقل وتجهيز الموقع والتشوين لا تختلف كثيرا مع زيادة مسطح المبني كما أن هناك بعض البنود التي تظل تكلفتها ثابتة لا تزيد مع زيادة مساحة المبني مثل الأبواب والشبابيك وذلك في حالة أن التغير في المساحة يكون لصالح زيادة مسطح الحجرات داخل المبني ولا يكون هدفه زيادة عدد الحجرات حيث أن معدل الحوائط /مسطح الدوريقل بمعني أن المسطح تزيد وتنخفض معه نسبة القواطيع الداخلية والتركيبات في حالة زيادة مساحة الحجرات مع ثبات عددها ، الجدول رقم (1) يوضح تأثير مضاعفة طول المبني علي شكل مستطيل (أ) بأبعاد من 16 م إلي مبني (ب) 32 م كحالة إسترشادية - وذات إرتفاع ثابت – بالنسبة لمعدل الحوائط إلي مساحة الدور فيتضح أن طول الحوائط الخارجية لكل متر مربع من مساحة الدور ينخفض من نسبة (38.م إلي 31.م) بنسبة 18.4%[1] .



شكل (4) يوضح تأثير تغير المساحة علي معدل الحوائط الخارجية

التقييم	مبني أ	مبني ب

[1] المهدي علي محمد،الأسس والمحددات التي تتحكم في تخفيض زمن وتكلفة المشروع ، رسالة ماجستير 2007 ص47

مساحة الدور (متر مربع)	128	**256**
طول الحوائط الخارجية (م)	48	**80**
طول الحوائط لكل متر مربع من مساحة الدور (م)	0.375	**0.312**

جدول (1)مقارنة بين طول الحوائط لكل مبني ونصيب المتر المربع منها

طريقة الإنشاء

تؤثر طريقة الإنشاء التي يتم إختيارها أثناء مرحلة تصميم المشروع علي زيادة أو تقليل الزمن والتكلفة اللازمين لتنفيذ المشروع ويرتبط بذلك عدة عوامل هي :

1 – نوع الإنشاء . 2 – إرتفاع الدور 3 – عدد الأدوار .

وفيما يلي عرض لكل عامل من هذه العوامل وعناصر تقييم درجة فعالية هذا العامل في التأثير علي زمن وتكلفة التنفيذ .

أ – نوع الإنشاء

يتم تحديد نوع الإنشاء المستخدم لمبني أو مباني المشروع خلال مرحلة التصميم ويتم ذلك طبقا لمعايير عديدة للمفاضلة بين أنواع الإنشاء المختلفة ، وفيما يلي عرض معايير المفاضلة الواجب أخذها في الإعتبار والتي تؤثر علي زمن وتكلفة تنفيذ المشروع والتي يراعي أخذها في الإعتبار عند إختيار نوع الإنشاء أثناء تصميم المشروع .

أولا الفترة المحددة للتنفيذ (مع إعتبار حجم المشروع)

يعتبر عامل الزمن من العوامل المؤثرة علي التكلفة الكلية للمشروع وإقتصادياته مما يستلزم تحديد وقت التنفيذ والمراحل الزمنية المختلفة لإنجاز المشروع بما لا يعرض المشروع لإرتفاع الأسعار نتيجة لطول مدة التنفيذ أو حدوث إختناقات فيها كما أن أنتهاء تنفيذ المشروع في المدة المخططة يضمن عدم تضخم قيمة أقساط القروض في حالة الإقتراض من البنوك ، ويتأثر تحديد نوع الإنشاء بالفترة المحددة للتنفيذ مع الأخذ في الإعتبار حجم المشروع المنفذ كما يلي :

1 – إذا كان الوقت المحدد للتنفيذ محدود والمشروع علي درجة كبيرة من الأهمية والتفرد فإن إختيار إحدي طرق سبق التجهيز بالمصنع قد يكون أحد الحلول الأفضل حيث تعتمد علي إستخدلم الألات بطريقة عملية لإنتاج وحدة التصميم التكرارية في أقل وقت وأفضل جودة إنتاج من خلال أسلوب الإنتاج بالجملة الذي يعتمد علي الإنتاج التكراري للوحدات مما يقلل من التكلفة الكلية للوحدة المنتجة[1] .

2 - إن إستخدام الطرق المميكنة بالموقع يمكن أن يكون أحد الحلول لإنشاء المشروع في حالة ما إذا كان الوقت المحدد للتنفيذ محدود والمشروع تقليدي ، وتعتمد الطرق المميكنة بالموقع علي إستخدام الألات لميكنة أعمال تجهيز الموقع ونقل الخدمات أما الهيكل الإنشائي للمبني فيتم بناؤه بالطرق التقليدية (ميكنة جزئية) أو تستخدم الميكنة الكاملة.

البند	الطريقة اليدوية	الميكنة الكاملة	النصف ميكنة
حجم العمل المناسب / م 3	حتي 200	أكثر من 10000	**أكثر من 2000**

[1] محمد محمود عويضة ، تكنولوجيا البناء الحديث ، 1984 ص42

معدل الإنتاج م 3 / يوم	20 - 15	أكثر من 100	**50 - 20**
إنتاجية م 3 / رجل / يوم	1.00 – 0.5	15 - 7	**3 - 0.7**

جدول (2) مقارنة ما بين الطرق المختلفة للإنشاء[1]

يمكن استخدام الطريقة التقليدية في حالة المشاريع التقليدية ذات الوقت المتسع للتنفيذ حيث تعتمد الطريقة التقليدية إعتمادا كاملا علي الطاقة البشرية في جميع مراحل إنشاء المشروع والتي تكون سهلة الإنشاء لاعتمادها علي الخبرة والممارسة والإمكانيات المحلية وعدم احتياجها لرؤوس أموال كبيرة .

ثانيا : الاقتصاد في المواد

يعتبر تحقيق الاقتصاد في المواد المستخدمة للتنفيذ من العوامل الهامة المؤثرة علي التكلفة الكلية للمشروع ويرتبط ذلك العامل بإختيار نوع الإنشاء كما يلي :

يمكن أن يحقق استخدام طرق سبق التجهيز في المصنع إقتصاد في المواد المستخدمة في التنفيذ من خلال خفض نسبة الهالك من المواد وعدم الإحتياج إلي بنود أعمال تكميلية مثل بند البياض .

2 – إن استخدام الطرق الممكنة بالموقع قد يؤدي إلي خفض نسبة الهالك من المواد كنتيجة لتقليل أعداد العمالة المتعاملة يدويا مع المواد بالإضافة إلي التوفير في مواد التشطيب.

3 – عند إستخدام الطريقة التقليدية في الإنشاء فإنه يمكن حدوث زيادة في نسبة الهالك من المواد مقارنة ببقية طرق الإنشاء كنتيجة لكثرة أعداد العمالة المتعاملة مع المواد بالإضافة إلي عدم إستواء الأسطح الناتجة والإحتياج إلي أعمال تكميلية للحصول علي أسطح ناعمة و مستوية .

ثالثا : أعداد العمالة

يعتبر بند العمالة من البنود الهامة المؤثرة علي تكلفة تنفيذ أي مشروع وترتبط أعداد العمالة إرتباطا وثيقا بنوع الإنشاء حيث تصل أعداد العمالة المستخدمة في النظام القليدي إلي حوالي ثلاثة أمثال العدد المستخدم في طرق سبق التجهيز [2] ، لذلك تمثل العمالة نسبة مرتفعة من إجمالي التكاليف الكلية للإنشاء بالطريقة التقليدية إذا ما قورنت بأي نظام إنشائي أخر .

رابعا : ملائمة الموقع

تعتبر ملائمة موقع التنفيذ لنوع الإنشاء المقترح من العوامل الهامة المؤثرة علي الزمن والتكلفة والتي يجب وضعها في الإعتبار أثناء مرحلة التصميم عند إختيار النظام الإنشائي المقترح للتنفيذ لتحديد مدي التوافق مع الموقع في النقاط التالية:

أ – نوع التربة

تحدد نوعية التربة وطبقات الأرض المختلفة نوع الأساسات للمباني حيث يتم إختيار النوع الأنسب من الأساسات طبقا لنوعية طبقة التأسيس ومنسوبها وينعكس ذلك علي حجم تكاليف الأساسات الخاصة بالنظام الإنشائي المقترح .

ب – طبوغرافية الموقع

[1] المقاولون العرب ، تقرير المعدات الميكانيكية في أعمال التشييد

[2] Eng Nadia Mohamed Thabet ,industrialization of building , master thesis, 1983 P112,113,138

تؤثر طبوغرافية الموقع علي إختيار نوع النظام الإنشائي وتكلفة التنفيذ فكلما كانت الأرض منبسطة وسهلة كلما تعددت فرص الإختيار بين نظم سبق التجهيز أو الميكنة (الكاملة أو الجزئية أو النظام التقليدي) ولكن في حالة المواقع ذات الإنحدارات الكبيرة والخطوط الكنتورية المتغيرة لا يكون هناك خيارات متاحة سوي الميكنة الجزئية أو النظام التقليدي .

ج – مواد الإنشاء المتوفرة

تؤثر مواد الإنشاء المتوفرة في محيط موقع تنفيذ المشروع علي زيادة أو تقليل التكلفة الكلية للمشروع طبقا لنوع الإنشاء فإذا كان الإنشاء بالطريقة التقليدية في موقع ريفي أو صحراوي يمكن الأستعانة بمواد البناء المتوفرة بالبيئة المحيطة بالمشروع، أما في حالة أستخدام الأنظمة الإنشائية المميكنة أو طرق سبق التجهيز فإن ذلك يزيد من الطلب علي المواد الإنشائية المصنعة مثل الحديد والأسمنت والألومونيوم والبلاستيك والخرسانات الخفيفة و .....إلخ مما يتطلب أن نأخذ في الإعتبار نسبة الهالك والفاقد والتالف من المواد عند نقل أو تعتيق أو تخزين الخامات وخلافه خاصة في حالة المواقع النائية عن المدن بالإضافة إلي إرتفاع أسعار المواد المصنعة مما يشكل زيادة في التكلفة تؤثر علي الإجمالي .

د – توافر عمالة التنفيذ :

تؤثر درجة توافر العمالة اللازمة للتنفيذ علي إقتصاديات المشروع تأثير مباشر ويرتبط ذلك بنوع الإنشاء وموقع المشروع فكلما كان موقع المشروع في منطقة بعيدة عن العمران كلما أدي ذلك إلي إستقدام العمالة من أماكن بعيدة يصعب الإنتقال منها وإليها بشكل يومي فيتم اللجوء لتسكين العمالة في أماكن قريبة من الموقع ويؤثر ذلك علي زيادة تكاليف المشروع كما أن نوع الإنشاء يؤثر في تكلفة العمالة ففي حالة إستخدام الإنشاء التقليدي تتوافرعمالة التنفيذ بأعداد كبيرة ، أما عند أستخدام الطرق المميكنة أو سبق التجهيز فلا بد من تواجد العمالة المدربة وهذه النوعية من العمالة المدربة والأخصائيين قد لا تتوافر محليا أو في المناطق البعيدة عن المدن ويتم إستقدامها بأجور مرتفعة مما يؤثر علي التكاليف الكلية للمشروع .

ه – النقل :

تعتبر عملية النقل من وإلي موقع المشروع من العوامل الرئيسية المؤثرة علي إختيار موقع المشروع وتؤثر علي زمن وتكلفة تنفيذ النظام الإنشائي المستخدم وقد يصل الأمر إلي تغيير أسلوب الإنشاء المستخدم إذا كان يحتاج إلي شبكة طرق ذات عروض كبيرة وجودة مرتفعة لا تتوافر في المدن الكبري أو المناطق البعيدة التي لا يصل إليها طرق جيدة ، أو إذا كان يتعارض مع قوانين النقل داخل المدن حيث أنه محدود بساعات عمل محددة مثل من 12 مساءا إلي 6 صباحا .

ب - إرتفاع الدور

يتحدد إرتفاع الدور في المباني طبقا للغرض الوظيفي المخصص له المبني (تعليمي – ترفيهي – تجاري – إداري – سكني - .....) وطبقا لمساحات الأجزاء المختلفة في المبني .

وتؤدي زيادة إرتفاع الدور دون دراسة مدي الإحتياج إلي هذه الزيادة – خاصة في المباني السكنية – إلي إرتفاع في تكاليف الوحدات السكنية من ناحية وتقليل عدد الأدوار الكلية للمبني من ناحية أخري حيث يؤثر إرتفاع الدور علي زيادة تكاليف كل من العناصر التالية :

ب – الحوئط الداخلية والخارجية . **أ – الأساسات**

ج – تشطيبات الحوائط . **د - السلالم .**

ه – الأعمال الصحية الرأسية والأعمال الكهربائية.

ولزيادة إرتفاع الدور تأثير أكبر علي التكلفة الكلية في حالة إستخدام النظم المميكنة مثل نظام الشدات الأفقية والذي يتكون من حوائط خرسانية ، حيث تؤدي زيادة الإرتفاع إلي زيادة مسطح الحوائط الخرسانية المسلحة وهي عنصر إستراتيجي لإحتوائها علي حديد التسليح والأسمنت ، وفي مقارنة ما بين تنفيذ وحدتين بنظام الشدات الأفقية إحداهما بإرتفاع 2.7 م والأخري بإرتفاع 2.9 م لمعرفة تأثير فرق الإرتفاع علي التكلفة وجد أن زيادة الإرتفاع أدت إلي زيادة كمية الخرسانة المسلحة للحوائط بنسبة 7.5% كما أن التكلفة الكلية للوحدة زادت بنسبة 6% [1] وبشكل عام فقد حددت الإشتراطات البنائية أدني إرتفاع للسقف داخل الوحدات السكنية كما يلي :

2,7متر للغرف ، 2,6متر للخدمات (مطابخ – حمامات) ، 2,4متر للطرقات

ومن خلال ما سبق يمكن تحديد الأسس المرتبطة بتحديد الإرتفاع الإقتصادي للدور وتخفيض تكلفة التنفيذ فيما يلي:

1 – الإشتراطات البنائية. 2 – الغرض الوظيفي من المبني .

ج - عدد الأدوار :

[1] محسن أبو النجا ، إقتصاديات تصميم الوحدات السكنية ، رسالة ماجستير 1984 ص65

يعتبر عامل زيادة عدد أدوار المبني من أكثر العوامل تأثيرا علي زيادة الزمن والتكلفة الكلية للتنفيذ ،والذي يجب أن يراعي فيه عدم الإخلال بقوانين وتشريعات البناء الخاصة بكل منطقة ولكل موقع وأحيانا لا يكون هناك بديل عن زيادة عدد أدوار المبني لتحقيق المردود الإقتصادي المتوقع من المشروع وتتحكم مجموعة من العوامل الإقتصادية التالية في تحديد عدد الأدوار :

1 – قيمة الأرض . 2 – درجة تميز الموقع . 3 – تكلفة المتر المربع .

أولا : قيمة الأرض

تعتبر قيمة الأرض التي سيقام عليها المشروع من أهم العوامل الإقتصادية الحاكمة في تحديد عدد أدوار المبني خاصة في حالة المباني السكنية أو الإدارية ، حيث أن السعر المرتفع للموقع المختار للمشروع يحتم زيادة عدد أدوار المبني بما يغطي القيمة المرتفعة للموقع ويحقق المردود الإقتصادي المنتظر من المشروع .

ثانيا : درجة تميز الموقع

يعتبر موقع المبني الذي سيقام عليه المشروع ذو تأثير إقتصادي كبير علي تحديد عدد الأدوار ، حيث يحقق تميز الموقع ضغوطا إقتصادية عالية علي مالك المشروع للجوء إلي المباني العالية فكلما ندرت الأراضي أو إرتفع ثمنها في أي منطقة كلما إنعكس ذلك علي زيادة إرتفاع المباني لتحقيق أكبر إستغلال ممكن للموقع المتميز [1] مع إتباع قوانين البناء بالإرتفاعات المسموح بها .

ثالثا : تكلفة المتر المربع

تزداد تكلفة المتر المربع من المبني مع تزايد عدد الأدوار وزيادة إرتفاع المبني نظرا لأن المبني في هذه الحالة يحتاج لمعالجة خاصة وتكلفة أكثر من المباني المنخفضة الإرتفاع كإستعمال المصاعد وزيادة نسبة الخدمات والصيانة وإستخدام الأساسات الأكثر تكلفة [2] .

مواد الإنشاء والنهو

تؤثر المواد المستخدمة في الإنشاء وكذلك مواد النهو في التكلفة بشكل كبير وهذا يتوقف علي مدي توافرها في الأسواق أو مدي إمكانية إستيرادها حال كونها غير متوفرة محليا والذي يؤثر بشكل كبير علي سعرها وعلي سعر العمالة الخاصة المدربة التي يجب توفيرها للتعامل بحرفية مع هذه المواد حيث الإعتماد في هذه الحالة علي العمالة التقليدية قد يرافقه الكثير من الهالك والذي يؤثر بشكل مباشر علي التكلفة.

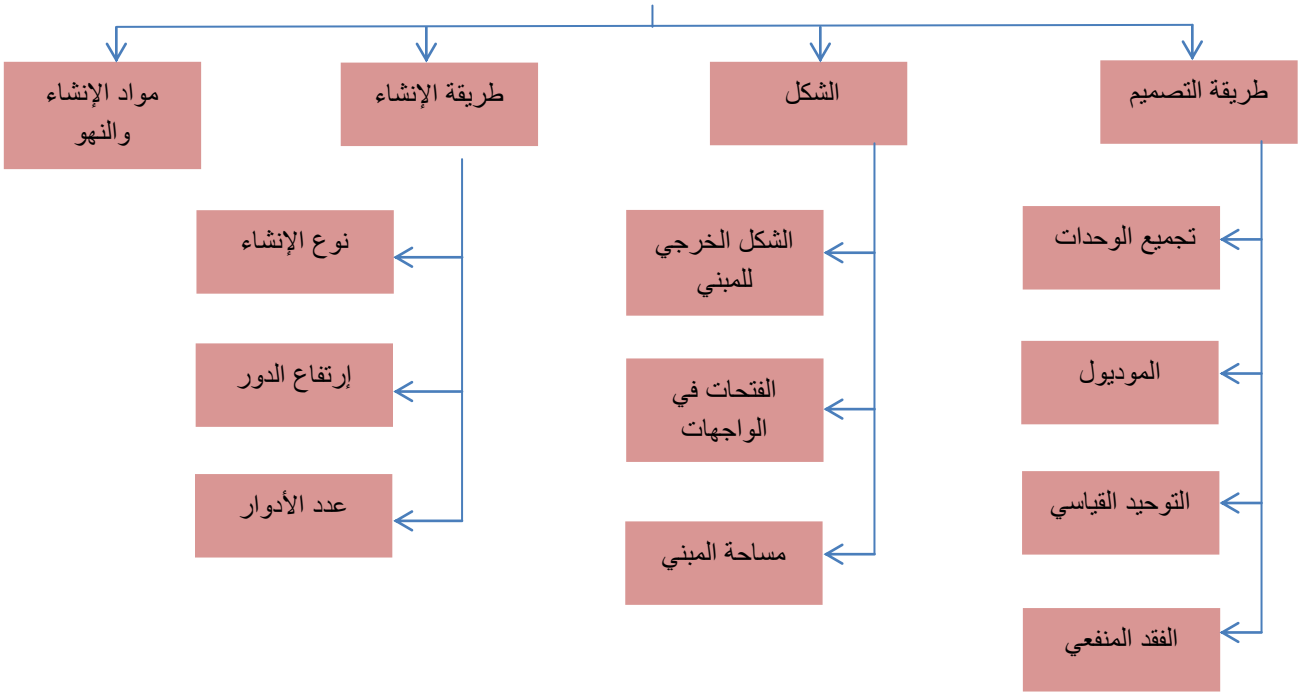
شكل (5) يوضح طرق ومواد إنشاء غير تقليدية من شأنها زيادة تكلفة المشروعات

ويوضح الشكل (6)العوامل الرئيسية والفرعية التي تتحكم في تكلفة المشروعات خلال مراحل التصميم المعماري .

العوامل المؤثرة في تكلفة المشروعات خلال مراحل التصميم المعماري

[1] المهدي علي محمد،الأسس والمحددات التي تتحكم في تخفيض زمن وتكلفة المشروع ، رسالة ماجستير 2008 ص54

[2] The determents of housing cost , part 1, Thegeometry of housing form , The Architects Journal , 1974, P681



شكل (6)العوامل المؤثرة في تكلفة المشروعات خلال مراحل التصميم المعماري

الجامعة الأمريكية (الجديدة) بالتجمع الخامس

يمتد المشروع علي قطعة أرض مملوكة للجامعة بمنطقة التجمع الخامس بالقاهرة الجديدة وصُمم حرم الجامعة الذي يمتد على مساحة 260 فدان، لاستيعاب عدد 5500 من الطلاب و 1500 من أعضاء هيئة التدريس والموظفين. يوفر الحرم، والذي بلغت تكلفة بناؤه 400 مليون دولاراً أمريكياً [1]. يتميز الحرم الجامعي بتصميماته المعمارية المصرية التقليدية. يعد أحد النماذج التي إعتبرت العمارة التراثية مرجعا فكريا لها لافي شكلها ولكن في قدرتها علي تقديم حلول لمشكلات العمران والبيئة والثقافة والإنسان حيث جاء التشكيل العمراني للمشروع بمجموعة من القرارات التصميمية من صلب العمارة التراثية وهكذا توافق المشروع مع الإرث التاريخي للعمارة الإسلامية ولم يكن مقلدا لها وقد إستطاع المصمم المعماري تحقيق التواصل التاريخي للإرث المعماري من عمارتنا التقليدية في أفكاره ومحدداته.

وهو يعتبر أحد أهم المشروعات التي تفاعلت مع فكر الإستدامة التصميمية ومباديء العمارة الخضراء ويقع المشروع في القاهرة الجديدة وتبني المشروع العديد من الأفكار والتقنيات ومواد الإنشاء التي تتواءم بيئيا مع طبيعة المنطقة التي تم تشييد الحرم الجامعي بها ، تم توجيه فتحات الساحات والأفنية والمداخل بين المباني في الحرم الجامعي كله بإتجاه الرياح الشمالية االشرقية وبإتجاه حديقة الجامعة حيث تساعد الحدائق علي تكثيف الهواء البارد الذي يتجمع أثناء الليل ويقوم بتهوية الحرم كله أثناء النهار وقد تم تشييد حوائط المباني طبقا لأنظمة إدارة الطاقة والتي تقلل من تكاليف إستخدام أجهزة التكييف والتدفئة بنسبة 50% علي الأقل وتم تصنيع حوالي 80% من الحوائط الخارجية للحرم من الحجر الرملي الذي يساعد علي جعل الحجرات باردة خلال النهار ودافئة خلال الليل .

وبصرف الظر عن التكلفة المبدئية العالية للمشروع إلا أنها مقبولة في ضوء المردود البيئي إضافة إلي تقليل المصروفات الخاصة بتكييف وإنارة المكان إلي جانب التوفير في تكلفة تشغيل المشروع علي المدي البعيد وهي أحد الإعتبارات الهامة التي يجب أن تكون محددا هاما للمصمم الجيد حيث تعكس إستيعابه لمردود العمل المعماري علي إقتصاديات العميل .

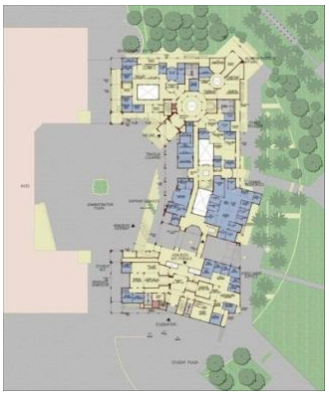
[1] http://www.aucegypt.edu/ar/about/visitor-information

المصدر: http://www.aucegypt.edu/ar/about/visitor-information

شكل (7) موقع المشروع

المصدر : http://www.bonah.org

شكل (8)تم إستخدام وحدة موديولية أساسية تتفق مع وحدات الفرش الملائمة للمبني طبقا للغرض الوظيفي منه



المصدر : http://www.bonah.org

شكل (9)تم وضع السلالم في مكان مناسب من المبني بحيث يتحقق أقصي إستغلال لنطاق الخدمة الخاص بكل سلم مع مراعاة عدم تداخل النطاقات للوصول إلي أقل تكلفة ممكنة دون وقوع أخطاء تصميمية .

المصدر : http://www.bonah.org

شكل (10) تم إستخدام وحدة موديولية أساسية تتفق مع وحدات الفرش الملائمة للمباني طبقا للغرض الوظيفي

المصدر: http://www.bonah.org
شكل (11) تم إستخدام التوحيد القياسي لعناصر الوحدات المبنية (الأبواب ، الشبابيك ،....) حيث أن نماذج الفتحات مكررة .

المصدر : http://www.bonah.org

شكل (12) تم الإهتمام بالجانب المادي والملموس من خلال إستخدام المواد التقليدية .

النتائج والتوصيات

من خلال العرض السابق أمكن التوصل إلي النتائج التالية :

1– ضرورة إستكشاف وتحديد مواطن التكلفة العالية بدقة للعمل علي إيجاد بدائل لها مع الحفاظ علي مستوي الجودة المطلوب .

2– الحرص علي تنشيط الفكر لبحث عن بدائل ذات تكلفة أقل أو قيمة أعلي أو كلاهما .

3- التأكد من أن التصميمات المقترحة عملية لتوضع بمجال التنفيذ وحقيقية في رفعها للقيمة الإقتصادية .

4– لابد من توفير التكلفة المتناسبة مع طبيعة المشروع للمساعدة في إعطاء المعماري مساحة من الإبداع وتحقيق المهارة الفنية فإذا هدفنا لأقل سعر قد يؤدي إلي جودة سيئة ولكن عندما ننتقل إلي سعر متوسط الإرتباط بين الجودة المعمارية والتكاليف يختفي .

5– أهمية الرفع من قدرات المعماري وإلمامه بإقتصاديات البناء وإستخدامها أثناء التصميم حتي لا تتسرب الكثير من عناصر التكلفة غير الضرورية مما يستدعي إجراء العديد من التعديلات علي التصميمات المقترحة .

التوصيات

يشكل البحث بداية لوضع منهج للتحكم في تكلفة مشروعات التشييد خلال مراحل العملية التصميمية من خلال دراسة الأسباب الفعلية لزيادة التكلفة والتي قد تؤدي إلي توقف المشروعات وإرتفاع تكلفتها وخسارة جميع الأطراف بعيدا عن الإدارة الحالية التي تتخذ من العشوائية في التنظيم والتخطيط ومتابعة منهجا لها ولمحاولة إيجاد توجه إستراتيجي للتعامل مع مستقبل صناعة التشييد والنهوض بها وهو ما يمكن تحقيقه من خلال مجموعة من الأبحاث والدراسات التي يمكن بلورتها من خلال مجموعة من التوصيات التي يمكن أن يستعان بها عند تصميم أي مشروع لكي يمكن أن تقلل التكلفة الكلية للمشروع وهذه التوصيات هي :

1 – الإستفادة من عوامل تجميع الوحدات وإستخدام الموديول والتوحيد القياسي ومراعاة الفقد المنفعي في الطريقة التي يتم بها تصميم المبني .

2 – دراسة العناصر الحاكمة للشكل الخارجي للمبني ومسطح الفتحات وتوجيهها ومساحة المبني الملائمة عند تحديد شكل المبني .

3 – مراعاة إختيار طريقة الإنشاء الملائمة للمبني وما يحكمها من عوامل أخري من نوع الإنشاء وإرتفاع الدور وعدد الأدوار مع مراعاة عناصر تقيم درجة فعالية هذه العوامل .

4 - إيجاد علاقة بين أبعاد التصميمات المعمارية والتنفيذية ومقاسات ومواصفات مواد البناء والخامات المستخدمة .

5- دراسة مواد البناء الحديثة وإقتصادياتها من حيث تكلفتها وخواصها وتشغيلها .

6- إعطاء مرحلة التصميم الوقت الكافي لها حسب حجم وطبيعة المشروع للحد من مخاطر التصميم وأهمها التكلفة الزائدة غير المبررة .

المراجع

أولا : المراجع العربية

1 - المهدي علي محمد،الأسس والمحددات التي تتحكم في تخفيض زمن وتكلفة المشروع ، رسالة ماجستير 2008
2 - محسن أبو النجا ، إقتصاديات تصميم الوحدات السكنية ، رسالة ماجستير 1984 .
3 - فاروق الأبرق ، مدخل تصنيع البناء
4 - محمد محمود عويضة ، تكنولوجيا البناء الحديث ، 1984 .
5 - أسامة عبد اللطيف يوسف ، تكنولوجيا البناء ، الأسس والمعايير التي تتحكم في البناء بالوحدة البنائية الموديولية وأسلوب البناء الذاتي وطرق تقييمها ، رسالة ماجستير 1996
6 - حازم محمد إبراهيم ، إقتصاديات التصميم المعماري ، عناصر الإتصال الخارجية ، مقال مجلة عالم البناء عدد 34
7 - محمد محمود عويضة ، إقتصاديات تصميم المباني السكنية ، مقال ، مجلة عالم البناء عدد 29 .
8 – المقاولون العرب ، تقرير المعدات الميكانيكية في أعمال التشييد .
9 - أيمن محمود هشام ، دور التكنولوجيا المحلية لبناء الوحدات السكنية منخفضة التكاليف ، رسالة ماجستير .

المراجع الأجنبية

1 - T.A. Markus, et al., building performance, London, 1972 .
2 - Eng Nadia Mohamed Thabet ,industrialization of building , master thesis, 1983 .
3 - Ivor H. Seeley, Building Economics , The Macmillan Press LTD ,London , 1979 .
4 - P.A :6Done , Building Design Evaluation , London , 1980 .
5 - The determents of housing cost , part 1, Thegeometry of housing form , The Architects Journal , 1974 .
6 - Tony Cunningham, Factors Affecting The Cost of Building Work-An Overview, 2013 .

شبكة المعلومات الدولية

1 - http://www.aucegypt.edu/ar/about/visitor-information.
2 - http://www.bonah.org.