Mansoura Engineering Journal

Volume 39 | Issue 3 Article 3

7-13-2020

A Comparative Study to Reduce the Construction Costs of the Building, Case Study: Class Room of a School.

Mohamed El-Attar
Professor of Architecture, Department of Architecture, Mansoura University

Adel Abd-Allah
General Director of Inspection., Authority for Educational Buildings

Follow this and additional works at: https://mej.researchcommons.org/home

Recommended Citation
El-Attar, Mohamed and Abd-Allah, Adel (2020) "A Comparative Study to Reduce the Construction Costs of the Building, Case Study: Class Room of a School.," *Mansoura Engineering Journal*: Vol. 39 : Iss. 3 , Article 3.
Available at: https://doi.org/10.21608/bfemu.2020.102677

This Original Study is brought to you for free and open access by Mansoura Engineering Journal. It has been accepted for inclusion in Mansoura Engineering Journal by an authorized editor of Mansoura Engineering Journal. For more information, please contact mej@mans.edu.eg.

دراسة مقارنة للحد من تكاليف إنشاء المبنى
دراسة حالة: فصل دراسي من مدرسة

A Comparative Study to Reduce the Construction Costs of the Building, Case Study: Class Room of a School

Prof. Mohamed Esmat Hamed El-Attar
Professor of Architecture, Department of Architecture, Mansoura University

Eng. Adel Abd-Alhakiem Abd-Allah
General Director of Inspection, Authority for Educational Buildings

Abstract

Looking at the building from the economic point of view we must study the factors that control the prices of materials used in its production. The research discusses the possibility of reducing the costs of constructing the building on three approaches; **design**: both architectural or structural design in addition to design complementary and maintenance work; **raw materials** which are the major factor in the cost, even if they cannot reduce the price, but can be reduced by use, **labor** which is the factor that can be minimized by the development of the construction industry. The research aims through a set of preferences to reduce the construction cost of a class room unit of a school building. The research concluded that it could reduce the cost of constructing a class room unit significantly by architectural elements and the choice of architectural proportions of the class room so that reduces the perimeter, and it reduces the cost of the raw materials and labor used during construction.

ملخص البحث

بالنظر إلى المبنى من وجهة النظر الاقتصادية يجب دراسة العوامل التى تحكم أسعار المواد الداخلة فى إنتاجه. يناقش البحث إمكانية الحد من تكاليف إنشاء المبنى على ثلاث محاور أساسية: **المحور التصميمى:** سواء التصميم المعمارى أو التصميم الإنشائى بالإضافة إلى تصميم الأعمال التكميلية وأعمال الصيانة، **محور المواد الخام:** وهى العامل الرئيسى فى التكلفة والتى لا يمكن خفض سعرها ولكن يمكن تقليل استخدامها، **محور اليد العاملة:** وهو العامل الذى يمكن تقليله بتطوير صناعة البناء. ويهدف البحث من خلال مجموعة من التفضيلات الي الوصول الي اقل تكلفة إنشاء لوحدة الفصل في مبني المدرسة. وقد خلص البحث الي انه يمكن تقليل تكلفة انشاء وحده الفصل الدراسي بشكل ملحوظ عن طريق المعالجات المعمارية واختيار نسب الفصل الدراسي بحيث تقلل المحيط، وذلك يقلل من تكاليف الخامات المستخدمة والعمالة.

الكلمات الدالة: مدرسة - فصل دراسي - تكاليف إنشاء.

مقدمة

يعتبر المبنى كفكرة مأوى للإنسان من أهم المحاور الحياتية التى حاول الإنسان على مر العصور أن يجد لها الحلول البسيطة والمناسبة لإنشائه بحيث توفر له مكان أمن يأوى إليه بعد عناء يومه، واختلفت المبانى وتطورت فى الشكل من الكهوف والعشش البسيطة إلى القصور والمبانى المختلفة كل حسب وظيفته ومستوى مستخدميه. ومع التطور الصناعى نشأت صناعة البناء والمواد الخام التى حولت المبانى من البساطة والسهولة فى تكوين المواد والبناء دون الحاجة إلى متخصصين فى عملية البناء أو أصحاب الحرف التى تقوم الآن ببناء المبانى وعلى الرغم من أن بساطة العمل إلا أن صعوبة الصنعة التى أنشأها أصحاب الحرف البنائية جعلت التكلفة تتزايد بحيث أصبح من الصعب الحصول على المبنى المناسب مع ارتفاع تكاليفه.

Received: 3 August, 2014 - Revised: 7 September, 2014 - Accepted: 9 September, 2014

وينظر إلى المبنى من وجهة النظر الاقتصادية على أنه سلعة يجب دراسة العوامل التى تحكم أسعار المواد الداخلة فى إنتاجه. ويعتمد نجاح المبنى عند إنشائه على مجموعة من الأسس التصميمية التى لا يمكن التغاضى عنها أو تقليل القيم المسموح بها فى التصميم المعمارى. ودراسة إمكانية تقليل التكلفة أو الأحمال الناتجة من أوزان المواد المستخدمة فى عملية البناء مما يعود على تقليل التكلفة الناتجة من هذه الأحمال، وشكل لا يفسد للمعايير التصميمية اى جانب من النقص أو التجاوز فى الحدود. ويعتمد البحث على اختيار حالة دراسية لوحدة جناح فصول من مدرسة كنوع من المبانى المتكررة والكثيرة الشائعة الاستخدام ودراسة تأثر تكلفة المبنى بمجموعة من العوامل.

ويعتمد البحث في دراسة إمكانية الحد من تكاليف إنشاء المبنى على ثلاث محاور أساسية:

- **المحور التصميمى:** سواء التصميم المعمارى أو التصميم الإنشائى بالإضافة إلى تصميم الأعمال التكميلية وأعمال الصيانة مع عدم المساس بالمحددات التصميمية مع التركيز على نقاط هامة منها الحصول على أكبر مساحة مع أقل محيط واستخدام عناصر معمارية أقل تكلفة وأحمال، بالإضافة إلى الحصول على أقل قطاعات خرسانية في العناصر الإنشائية.
- **محور المواد الخام:** وهى العامل الرئيسى فى التكلفة والتى لا يمكن خفض سعرها ولكن يمكن تقليل استخدامها فى عملية البناء من خلال علاقة تفاضلية للحصول على أكبر مساحة مع أقل محيط يناسب شخصية ونوعية المسكن ويقلل التكلفة الناتجة عن استخدام المواد الخام.
- **محور اليد العاملة:** وهو العامل الذى يمكن تقليله بتطوير صناعة البناء بحيث تعطى مواد يمكن تركيبها دون الحاجة لمختصين أو فنيين على درجة كفاءة عالية.

1- المحور التصميمى:

يعتمد هذا المحور على عدة نقاط تهتم بالتصميمات المختلفة والحلول المعمارية والإنشائية والتكميلية التى تحقق المحددات التصميمية بصورة تقلل من الأوزان والتكلفة.

1-1- التصميم المعمارى:

ويناقش البحث تأثير هذا المحور على تكلفة المنشأ من خلال مايلى:

1-1-1- استخدام مساحات أكبر ومحيط أقل:

تختلف العلاقة بين المساحة والمحيط تبعاً لشكل المساحة التى تمثل محور المنفعة بالنسبة للمبنى والمحيط الذى يمثل محور التكلفة حيث يشكل محيط المساحة الجدران الداخلية والخارجية، وهى تعنى كمية مواد البناء المستخدمة فى البناء. فإذا تمكنا من الحصول على أقل محيط لنفس المساحة نحصل على المنفعة المطلوبة مع أقل تكلفة. ويوضح جدول (1) هذه العلاقة أخذاً فى الاعتبار المساحة المطلوبة بالنسبة للمحددات التصميمية والتى أخذت هنا 40م2.

جدول (1): العلاقة بين المساحة والمحيط لنفس وحدة المساحة.

الشكل الهندسى	طول الضلع	طول الضلع	المحيط
المربع 40م^2	6.33 م	6.33 م	25.32 م^2
المستطيل 40م^2	5.00 م	8.00 م	26.00 م^2
	4.00 م	10.00 م	28.00 م^2
	3.00 م	13.33 م	32.66 م^2
	2.00 م	20.00 م	44.00 م^2
الدائرة 40م^2	القطر= 7.166 م	-	22.50 م^2

ومن الجدول السابق نلاحظ أن المحيط يقل كلما اتجهنا نحو الشكل المربع (ويجدر بنا أن نشير هنا لشيخ المعماريين م/ حسن فتحى واستخدامه للشكل المربع فى عمارته والتى عرفت بعمارة الفقراء أى أن الشكل اصبح وظيفة اقتصادية أيضاً).

العناصر والمحددات	عدد	المساحة المطلوبة	المعطيات						الوزن الاجمالى
			المدخل الرئيسى	الواجهة البحرية	الشارع الرئيسى	مدخل الطلبة	الصرف الرئيسى	المجموع	
الفصل	12	40	-	10	-	10	-	20	240
حجرة المدير	1	12	8	5	8	3	-	24	24.0
المعمل	3	60	-	3	-	8	6	17	51
سلالم الطلبة	2	45	2	-	2	10	-	14	28
الملاعب	1	1000	1	-	-	8	-	9	9
دورة المياه	12	4	-	-	6	7	10	23	274
المجموع			11	18	16	46	16	107	626

جدول (2): الوزن النوعى للعلاقة بين عناصر التصميم المختلفة لمبنى الفصول.

بدراسة تحليلية للجدول السابق- وهو جزء من جدول العلاقات التصميمية والتقييمية للمبنى- نجد أن مدخل الطلبة له وزن تصميمى 46 وحدة، كما أن قربه من الفصول وحجرة المدير ودورة المياه يؤدى إلى تقليل طول الممرات الخاصة بالطلبة ويزيد من رقابة الإدارة على حركة دخول وخروج الطلبة.

1-1-2- استغلال المناطق الميتة فى التصميم:

يقصد بالمساحات الميتة هنا المساحات التى قد تنتج عندما يرتبط المعمارى بشكل معين يضع داخله التصميم الخاص به ويلجأ إلى استغلالها بمكملات استخدامية قد لا تكون هناك حاجة حقيقية لوجودها فى صلب التصميم، وقد تم تصميم جدول (2) للعلاقات يمكن باستخدامه الحصول على أقل مساحات ميتة تتواجد داخل التصميم.

1-1-3- وضع المعامل بالدور الأرضى:

تعتبر المعامل وحجرات المجالات من العناصر الرئيسية للمدرسة ووجودها فى الادوار العليا ينشأ عنه كثير من المشكلات التصميمية حيث يجب النزول ببلاطة السقف لمنسوب أقل من منسوب سطح بلاطة سقف الدور مما ينتج عنه صعوبات فى الصرف الصحى والاحتياج إلى عزل أرضية المعمل، ولكن فى حالة وضع هذه الحجرات فى الدور الأرضى تقل أطوال مسارات التغذية والصرف وكذلك استغلال طبقة العزل الموجودة فى الدور الأرضى لتحل مكان العزل المطلوب.

1-1-4- استخدام الحوائط المزدوجة بالحوائط الخارجية:

نقصد هنا بالحوائط المزدوجة الحوائط التى تحجز بينها فراغ وتكون الحوائط الخارجية بسمك 12 سم من الطوب الوردى بنفس مواصفات هيئة الأبنية التعليمية، والداخلية من الطوب الطفلى المخرم بنفس السمك ويترك فراغ بين الحائطين مع الربط بينهما ونهدف بذلك إلى:

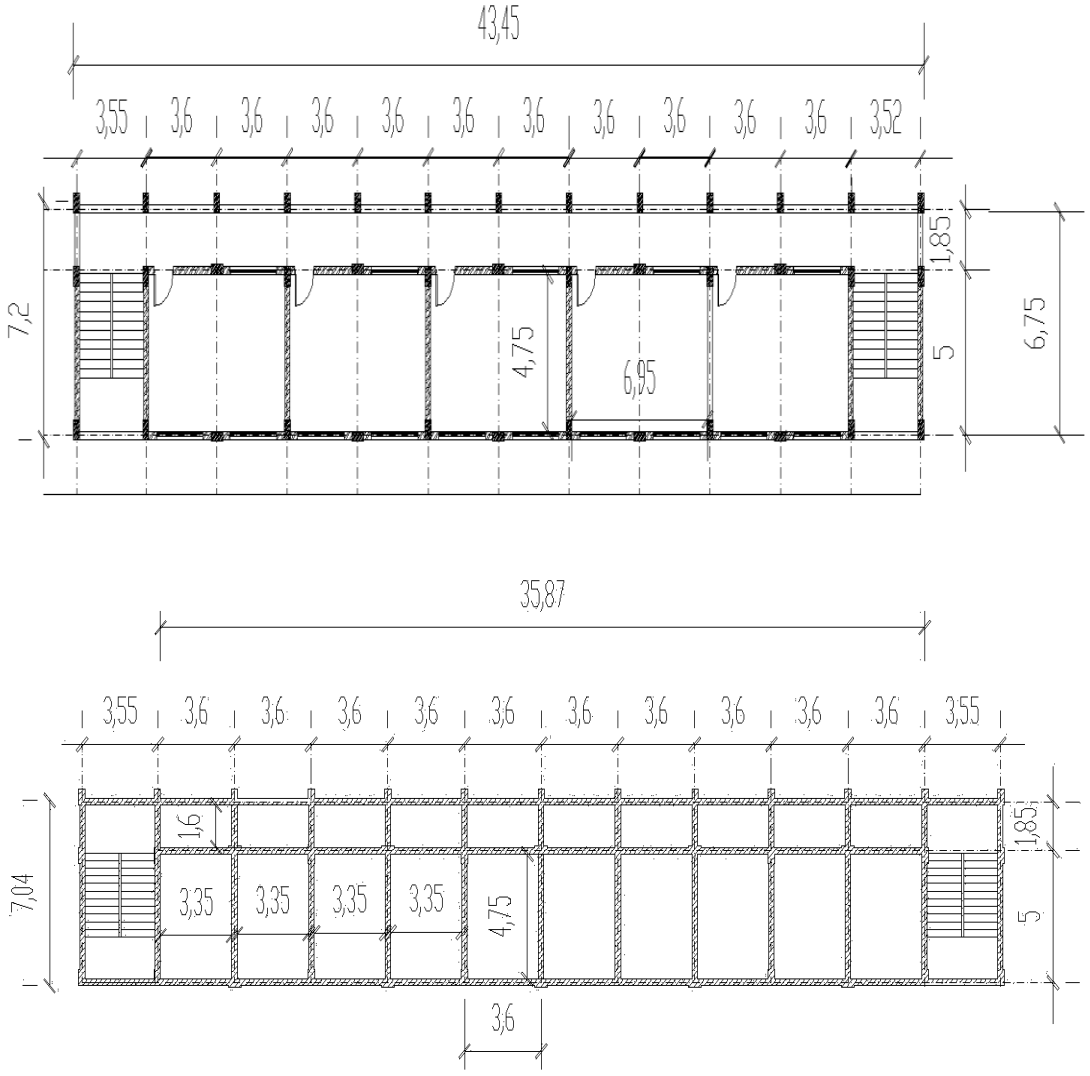
- تقليل التكاليف فى ثمن الطوب.
- تقليل الأحمال، كما أن استخدام الطوب الليكا أو الرملى خفيف الوزن يكون أقل وفرة فى الأحمال. حيث تقل الأوزان على الكمرات فيقل ارتفاعها.
- زيادة قوة تماسك البياض مع السطح الداخلى المبنى بالطوب الطفلى.
- تقليل كمية الحرارة المنقولة من الخارج للداخل بالتوصيل وبالتالى الحفاظ على درجة الحرارة الداخلية بالفصل.
- تسهيل حل مشكلة تثبيت الشبابيك الألومنيوم فى الطوب الوردى.

1-1-5- تقليل ارتفاع الأدوار فى الأقاليم المناخية الباردة:

يفيد زيادة ارتفاع الدور فى تقليل الإحساس بالحرارة حيث أن تيارات الحمل ترفع

الهـواء الساخن إلى أعلى. أما فى المناطق الباردة والساحلية فيمكن تقليل هذا الارتفاع بمقدار من10 إلى 15 سم. وفى جميع المناطق يمكن تقليل كمية الرمل تحت البلاط أو حتى إزالتها بالكامل والاكتفاء بطبقة مونة لصق

استخدام المنحدرات بدلاً من السلالم فى الوصول للدور الأول يجعل من الممكن استخدام البلاط بدلاً من الرخام أسوة بالممرات ويستفاد من ذلك فى تقليل الأوزان والتكلفة.

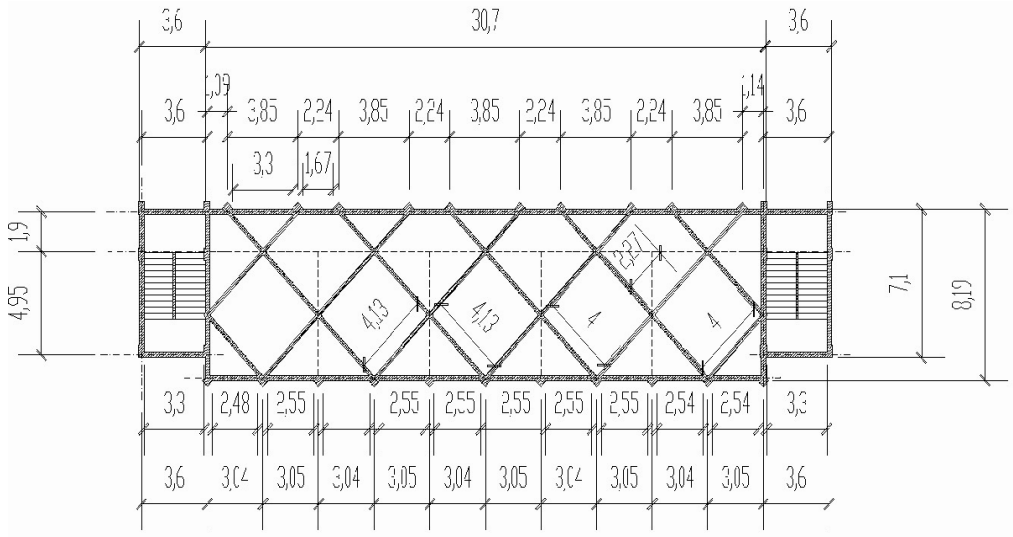


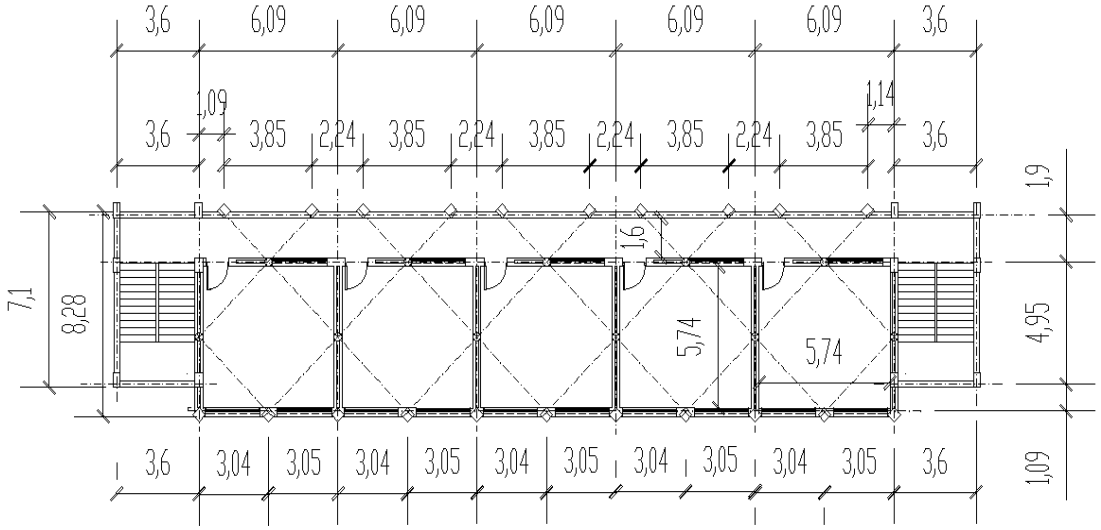
ويوضح شكل (1) وشكل (2) نموذجان لجناح فصول بأحد المدارس، يمثل الشكل الأول التصميم المتبع التقليدى ويمثل الآخر التعديل المقترح للتصميم بنفس المساحات المطلوبة. كما يوضح جدول (3) مقارنة لحصر تقريبى لبعض البنود المستخدمة.

البلاط فقط أسوة بالسيراميك على أن يتم الاعتناء بتجهيز سطح البلاطة الخرسانية باستواء جيد،

6-1-1- استخدام المنحدرات فى المبانى ذات الدورين:

شكل (1): نموذج(أ) يمثل لجناح فصول بمدرسة عبارة عن خمسة فصول لعدد خمسة أدوار.





شكل (2): نموذج (ب) مقترح يمثل نفس المحددات بالنموذج (أ) ولكن يوفر فى التكلفة.
المساحة = 5.74 × 5.74 = 32.9476 حوالى (33 متر مربع)

جدول (3): مقارنة لحصر تقريبى لبعض البنود المستخدمة.

البند	النموذج	القيمة	الفرق	
			بالسالب	بالموجب
الخرسانة	أ	349.575	90.7086	-
	ب	258.8664		
البلاط	أ	894.8325	22.5025	-
	ب	872.33		
المبانى	أ	271.3125	-	120.0575
	ب	391.37		
الدهانات	أ	3311.563	48.3725	-
	ب	3263.19		

من دراسة النتائج بالجدول نجد:

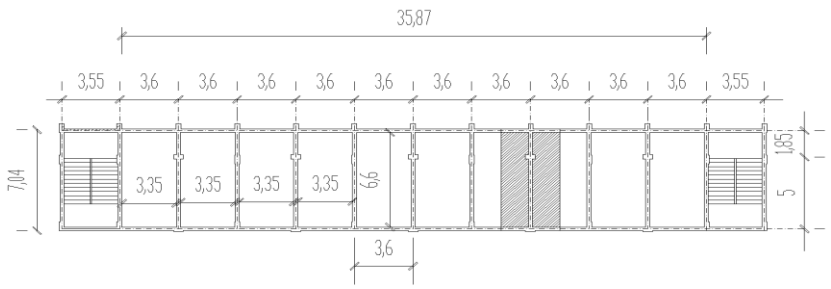
- النقص فى كمية الخرسانة الناتج عن نقص
- نقص البلاط ناتج عن نقص طول الممرات (الطرقة).
- زيادة كمية المبانى ناتج من زيادة ارتفاع الحوائط الناتج من وجود بعض المبانى بعيدة عن الكمرات.
- النقص فى كمية البياض والدهانات ناتج نقص أطوال الحوائط (نقص المحيط للفصل).
- النقص فى الكميات يعنى النقص فى الأحمال على التربة. وكذلك قيمة التكلفة دون تقليل للمحددات التصميمية المطلوبة.

2-1- التصميم الإنشائى:

يجب أن يؤخذ فى الاعتبار العلاقة بين التكلفة الفعلية لتقليل الأحمال والتى يمكن أن تزيد قليلاً عن التكلفة المعتادة ولكنها تمكن من إنشاء مبنى نحتاج إليه فى حالة جهد تربة ضعيف ويكون العائد النفعى أكبر بكثير. ونرى فى هذه الدراسة بعض النقاط التى يمكن أن تؤثر فى تقليل تكلفة الإنشاء منها:

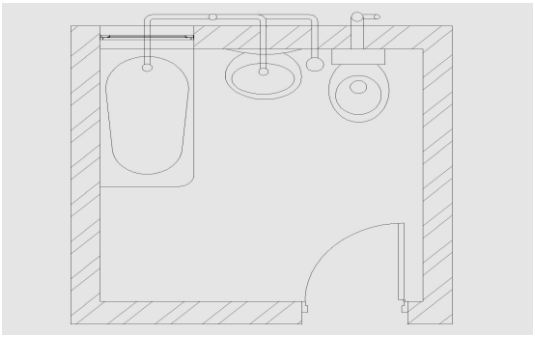
عدد الكمرات وقلة القطاعات.

- دراسة إعادة توزيع الأحمال مع زيادة الأعمدة: حيث يؤثر زيادة عدد الأعمدة بلا شك فى تقليل الأحمال على العمود وتقليل أطوال الكمرات وارتفاعها وسمك بلاطات الأسقف.
- تقليل مساحة قطاعات الأعمدة فى الأدوار العليا.
- استخدام البلاطات ذات الاتجاه الواحد وإلغاء الكمرات العرضية.
- استخدام التغطيات بنظام الكمرات المتقاطعة (Waffle) فى المساحات الكبيرة.
- استبدال الأسلحة الخرسانية بأسلحة من الألومنيوم المدهون بالبولى استر.



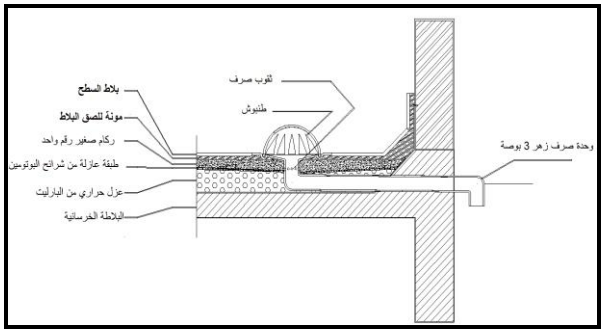
3-1- تصميم الأعمال التكميلية:

- إعادة توزيع الوحدات الصحية بحيث يتم الصرف مباشرة على الخارج وليس تحت البلاط فى الأدوار العليا.
- توزيع تغذية الوحدات الكهربي من السقف وليس من الحوائط.
- وضع طبقات الميول والعزل الحرارى والرطوبة بالأسطح.
- استخدام خزانات مصنوعة من الألياف الزجاجية المدعم بالإيبوكسى فى غرف التفتيش وخزانات التحليل.



4-1- تصميم أعمال الصيانة:

- إظهار توصيلات التغذية والصرف خارج الحوائط.
- عدم خفض بلاطة الحمامات والمطابخ.
- استخدام قطع الصرف التى توصل من الجهاز إلى عامود الصرف مباشرة.
- وضع مواسير كشف تصرف المياه تحت البلاط فى الحمامات والمطابخ.
- وضع مواسير تنفيس الرطوبة فى الأماكن المغلقة.



2- محور المواد الخام:

تلعب المواد الخام دوراً هاماً فى تحديد العمر الافتراضى للمنشأ ومدى الصيانة اللازمة لإطالة عمره الافتراضى ومدى معالجة المبنى للظروف الخارجية كعزل الصوت والحرارة.

وتختلف نسب تكاليف مواد البناء باختلاف نوعية المنشأ (فقد تصل فى المتوسط حوالى 50% من التكلفة الإجمالية للمنشأ)، وهذا يوضح أهمية مواد البناء وتأثيرها المباشر على تكلفة المنشأ. وتتعدد مواد البناء وتختلف تبعاً لاستخداماتها فهناك مواد إنشائية وأخرى غير إنشائية، كما أن هناك مواد بناء خفيفة وأخرى ثقيلة، ومواد طبيعية ومواد مصنعة، وعلى المصمم تحديد واختيار مواد البناء التى تتلاءم وطبيعة استخداماتها لكل مبنى، لذا نجد أن للمصمم دور كبير فى إمكانية خفض تكلفة المبنى وذلك عن طريق الاختيار الأمثل لمواد البناء المستخدمة. وهناك مجموعة من الاعتبارات يجب مراعاتها عند اختيار المواد الخام منها:

- أن تكون مناسبة للاستعمالات المختلفة وتحقق الأغراض التى تستعمل من أجلها.
- خفيفة الوزن وسهلة التركيب وذات كفاءة فى العزل الحرارى والصوتى.
- إمكانية تقليل احتمالات التلف والهالك، وإمكانية صيانتها مع سهولة عمليات التصنيع خاصة لتلك التى تتم فى المواقع.

وعلى ذلك فإنه يمكن تقليل تكلفة إنشاء المبنى بصفة عامة ومبنى جناح الفصول بصفة خاصة باتباع الآتى:

- استخدام الحوائط من الطوب الخفيف.
- استخدام حوائط سابقة التصنيع خفيفة الوزن.
- استخدام الهياكل المعدنية.
- استخدام بلاطات الأسقف من كمرات خرسانية وبلوكات الأجر.
- استخدام أسلحة من الألومنيوم بدلاً من الخرسانة المسلحة المدهونة والمعالجة باستخدام (البولى استر).
- إضافة أكاسيد الألوان لمادة البياض وعدم استخدام الدهانات فى المبانى العامة المنخفضة التكاليف.
- استخدام مادة البرليت كطبقة ميول وعزل حرارى.
- عمل تصميم جديد لطبقات ميول الأسقف ومذاريب الصرف بها.

3- محور العمالة:

تمثل العمالة نسبة عالية من تكلفة المنشأ (تتراوح بين 20- 45%) حسب مستوى الميكنة والمهارة الشائعة فى التكنولوجيا المستعملة. وهناك مؤشرات تؤكد سرعة زيادة معدلات الأجور فى مجال البناء وذلك لأسباب عديدة أهمها:

- عدم الثقة بتوافر فرص العمل واحتمالات البطالة فى مجال التشييد والبناء وذلك لعدم استمرارية الأعمال خلال أشهر السنة، حيث تستمر حركة البناء وتنشط خلال أشهر الصيف وتزيد بمعدل حوالى 25% عن معدلها الطبيعى بينما تقل بمعدل حوالى 25% عن معدلها وذلك فى فصل الشتاء. هذا بالإضافة إلى توقف بعض الأعمال بين المراحل المختلفة بسبب خلل فى جدولة وتجهيز الأعمال المختلفة.
- الاحتياج للمهارات المطلوبة فى مجال التشييد والبناء حيث أن هذه المهارات تتطلب التدريب المناسب لنوعية الأعمال مما يساعد على رفع تكاليف الأجور.
- معدل تعرض العمال لإصابات العمل المختلفة فى مجال التشييد أكبر من الصناعات الأخرى (باستثناء عمال المناجم) كما أن بعض العمال لا يستفيدون من خدمات التأمينات وخاصة من يعملون لدى صغار المقاولين.

تؤدى العوامل السابقة إلى ارتفاع الأجور إلا أن التقدم التكنولوجى يؤثر بصورة كبيرة على زيادة الإنتاجية وخفض تكاليف العمالة وذلك عن طريق استخدام المعدات الميكانيكية والطرق الآلية والطاقة، فالعمالة اليدوية التقليدية أصبحت مرتبطة بالعمليات الصغيرة فى حين تزداد إنتاجية المشروعات الكبيرة باستخدام الطرق الآلية والتى تساعد على خفض تكاليف العمالة. وهناك عوامل عديدة تساعد على زيادة إنتاجية الأعمال وخفض تكاليف العمالة منها:

- التوحيد القياسى لعناصر المبنى المصنعة والغير مصنعة، واستخدام الوحدات القياسية فى التصميم مما يعطى وفراً فى الوقت والجهد وإنتاجية أفضل لعدد ساعات أقل سواء داخل الموقع أو خارجه عن طريق نقل وتخزين وتوصيل مواد وعناصر المنشأ، هذا بالإضافة إلى كفاءة ألأعمال ودقة تنفيذها.
- مهارة وكفاءة الإدارة والإشراف مما يؤدى إلى ضمان سريان العمل بسهولة ويسر وأحكام تنفيذ برنامج الأعمال والجدول الزمنى الخاص بالمشروع وضمان تشوين مواد البناء اللازمة قبل الاحتياج إليها.

نتيجة البحث:

ومما سبق يرى البحث أنه يمكن تقليل تكلفة المنشأ من خلال:

- استخدام الوحدات السابقة التجهيز الخفيفة.
- استخدام الشدات المعدنية والحديثة فى الصب مثل (TUNELL SYSTEM).
- استخدام التغطيات للأدوار الأخيرة من مواد خرسانية خفيفة سابقة التجهيز مدعمة بالألياف الزجاجية أو البوليستر.
- استخدام التغطيات بالأقبية ذات الارتفاع القليل للأدوار الأخيرة.

المراجع

[1]- م/ أحمد محمد جاد "***الموسوعة الهندسية فى أعمال الهندسة الصحية والبيئية***" الهيئة المصرية العامة للكتاب، القاهرة، 1996.

[2]- م/ ايهاب مصطفي "***البعد الاقتصادي للتشطيبات المتطورة مع تكنولوجيا البناء***"، رسالة دكتوراه، جامعة القاهرة، 2001.

[3]- د/حازم محمد إبراهيم "***تأثير الموقع علي اقتصاديات المشروع***"، مجلة عالم البناء، العدد 21، أبريل 1982.

[4]- م/ عبد اللطيف أبو العطا البقرى "***الموسوعة الهندسية لإنشاء المبانى والمرافق العامة***" المجلد الأول والثانى، الطبعة الخامسة، دار الوفاء، المنصورة، 1994.

[5]- م/ محمد صلاح "***التحكم في تكلفة تنفيذ المشروعات***"، رسالة ماجستير، جامعة القاهرة، 1996.

[6] م/ محمد ماجد خلوصى "***الكميات والمواصفات ومعدلات الأداء للأعمال الصحية***" الجزء الثالث، الطبعة الأولى، مطبعة النهضة العربية، القاهرة، 1994.

[7]م/ مهـا بكـري "***تـأثير المنـاخ علـي تصـميم الغـلاف الخـارجي للمبنـي***"، رسـالة ماجسـتير، جامعة القاهرة، 1989.

[8]- وزارة الإسـكان والمرافـق، مركـز البحـوث والبنـاء، المواصـفات القياسـية المصرية.

[9]- Ferry D. J. & Prandon. S. "***COST PLANNING OF BUILDING***", BRITISH COUNCIL, P82.

[10]- Hassan Fathi, "***ARCHITECTURE FOR THE POOR***" The American University in Cairo Press, 2nd. Printing, 1989.