بسم الله الرحمن الرحيم


جامعة السودان للعلوم والتكنولوجيا

كلية الهندسة

مدرسة الهندسة المدنية

قسم هندسة التشييد المستوي الخامس


بحث مقدم للإستيفاء الجزئي لنيل درجة بكلاريوس الشرف في الهندسة المدنية قسم التشييد

بعنوان:

# مقارنة بين تقنيات البناء (الألواح المعزولة والطوب الأحمر) في (التكلفة، طرق وزمن التنفيذ)


إعداد الطلاب:

**1/ الطيب بابكر محمد بابكر.**

**2/ محمد دفع الله حسن موسى.**

**3/ محمد صلاح الدين سليمان جارالنبي.**

إشراف الأستاذة:

**رباب محمد حمدان**


أكتوبر 2015

بِسۡمِ ٱللَّهِ ٱلرَّحۡمَٰنِ ٱلرَّحِيمِ

# الآيـــة

قال تعالى :

{ وَٱللَّهُ جَعَلَ لَكُم مِّنۢ بُيُوتِكُمۡ سَكَنٗا وَجَعَلَ لَكُم مِّن جُلُودِ ٱلۡأَنۡعَٰمِ بُيُوتٗا تَسۡتَخِفُّونَهَا يَوۡمَ ظَعۡنِكُمۡ وَيَوۡمَ إِقَامَتِكُمۡ وَمِنۡ أَصۡوَافِهَا وَأَوۡبَارِهَا وَأَشۡعَارِهَآ أَثَٰثٗا وَمَتَٰعًا إِلَىٰ حِينٖ ٨٠}

صدق الله العظيم

سورة النحل الآية رقم (80)

# الإهداء

إلى من تكبد كل المشاق وهو نبراس يضئ لي الطريق

ليكون هو أملي الوحيد

أبي العزيز

إلى من أرضعتني وسقتني من فيض حنانها

إلى من تعجز الكلمات عن وصفها

أمي الحبيبة

إلى من هم زاد مشواري

وسكنوا عقلي وأفكاري

إخوتي الأعزاء

إلى الروض البهيج بصماته

رفقاء الدرب والمسيرة

أصدقائي..

# الشكر والعرفان

لا شك في انه ليس لأحلامنا ادنى فضل فيما سيكتب لنا من توفيق في عمل قمنا به ، أو سداد رأي بل الفضل كل الفضل لله سبحانه وتعالى ومع هذا لا يسعنا إلا أن نقدم شكرنا و تقديرنا لكل من ساهم معنا بمجهودات معنوية وفكرية ومادية وبكل عبارات الشكر والعرفان نتقدم بأجمل وأرق الحروف ونود أن نكون قد أوفينا جزاء من قدركم السامي .

ما أجمل العيش بين أناس احتضنوا العلم ، وعشقوا الحياة .... وتغلبوا على .... مصاعب العلم

الشكر أجزله لمنارة العلم وحصن العلماء وقبلة المتعلمين جامعة السودان

أما أسمى آيات الشكر

## للأستاذة / رباب محمد حمدان

التي تكرمت بالإشراف على هذا المشروع فكانت توجيهاتها السديدة وأرائها التي كانت معينه ومشجعه لنا في اكمال هذا المشروع

وشكر خاص لشركة ومصنع العكدابي للألواح المعزولة

وكل من ساهم معنا في إتمام هذا المشروع سواء بالنصح أو التوجيه أو بتزويدنا بالمعلومات لتكملة هذا العمل المتواضع

وكل صديق مخلص يسعد بنجاحنا

والحمد لله رب العالمين

الباحثون

## الفهرس


| م | الموضوع | رقم الصفحة |
|---|---|---|
| | الآية | I |
| | الإهداء | II |
| | الشكر والعرفان | III |
| | فهرس الموضوعات | IV |
| | فهرس الأشكال | VI |
| | فهرس الجداول | VII |
| | التجريد | IV |
| **الباب الأول المقدمة** | | |
| **1.1** | المقدمة | 1 |
| **2.1** | أهداف البحث | 2 |
| **3.1** | أهمية البحث | 2 |
| **4.1** | فرضيات البحث | 2 |
| **5.1** | منهجية البحث | 2 |
| **6.1** | هيكلة البحث | 3 |
| **الباب الثاني: الإطار النظري** | | |
| **1.2** | مقدمة | 5 |
| **2.2** | مميزات نظام الألواح المعزولة | 5 |
| **3.2** | المواصفات الحصرية للألواح المعزولة | 6 |
| **4.2** | إستخدام ألواح 3d panel في البناء العادي (التقليدي) | 8 |
| **5.2** | مميزات اخري | 8 |
| **6.2** | العناصر المكونة للألواح | 10 |
| **7.2** | خطوات تصنيع وتكوين الألواح المعزولة | 12 |
| **8.2** | أنواع العناصر المكونة لنظام الألواح المعزولة | 15 |
| **9.2** | طريقة تنفيذ الألواح المعزولة | 19 |
| **10.2** | الإستخدامات العامة لنظام اللواح المعزولة | 26 |
| **11.2** | نظام الألواح المعزولة في السودان | 29 |
| **12.2** | تشييد نظام الألواح المعزولة في السودان | 29 |
| **الباب الثالث: نبذة عن نظام الحوائط الحاملة** | | |
| **1.3** | مقدمة | 32 |
| **2.3** | تعريف الحوائط الحاملة | 32 |
| **3.3** | نظام الحوائط الحاملة | 33 |
| **4.3** | تطور صناعة الطوب الأحمر | 33 |
| **5.3** | المواد المستخدمة في هيكل الطوب الأساسي | 34 |

| م | الموضوع | رقم الصفحة |
|---|---|---|
| **6.3** | أهم ما يجب إتباعه عند البناء بنظام الحوائط الحاملة | 34 |
| **7.3** | الخصائص العامة لمباني الحوائط الحاملة | 35 |
| **8.3** | إجراءات الأمان | 36 |
| **9.3** | الأحمال المباشرة والغير مباشرة | 37 |
| **الباب الرابع: منهجية البحث** | | |
| **1.4** | مقدمة | 39 |
| **2.4** | تصميم مبني الطوب | 40 |
| **3.4** | تقديرات مبني الألواح المعزولة | 77 |
| **4.4** | تقديرات مبنى الطوب | 83 |
| **الباب الخامس: النتائج والمناقشة** | | |
| **1.5** | المقدمة | 90 |
| **2.5** | مقارنة من ناحية التكلفة | 90 |
| **3.5** | مقارنة من ناحية الزمن | 91 |
| **الباب السادس: الخلاصة والتوصيات** | | |
| **1.6** | الخلاصة | 93 |
| **2.6** | التوصيات | 94 |
| **3.6** | المراجع | 95 |
| **4.6** | الملاحق | |

## فهرس الأشكال


| م | اسم الشكل | رقم الصفحة |
|---|---|---|
| **1.2** | المادة الخام | 12 |
| **2.2** | مكعبات الفلين | 13 |
| **3.2** | ماكينة قص الألواح (المشرحة) | 13 |
| **4.2** | ماكينة سحب الأسلاك وماكينة الكبس | 14 |
| **5.2** | الألواح جاهزة للاستخدام | 15 |
| **6.2** | اللوح المزدوج | 16 |
| **7.2** | لوح السقف | 17 |
| **8.2** | لوح السلم | 18 |
| **9.2** | عمل القريدبيم وتثبيت العشائر | 19 |
| **10.2** | تثبيت الألواح علي العشائر | 20 |
| **11.2** | تثبيت الألواح | 21 |
| **12.2** | تجهيز السقف للصب | 22 |
| **13.2** | صب خرسانة السقف | 22 |
| **14.2** | شكل السقف بعد الصب | 23 |
| **15.2** | صب السلم | 24 |
| **16.2** | شكل الحوائط بعد الطرطشة | 25 |
| **17.2** | التجهيز للبياض | 26 |
| **1.3** | مبني متعدد الطوابق بنظام الحوائط الحاملة | 32 |
| **2.3** | استخدام حديد التسليح للطوب | 33 |

فهرس الجداول


| م | اسم الجدول | رقم الصفحة |
|---|---|---|
| **1.4** | تفاصيل التصميم وحديد التسليح | 76 |
| **2.4** | تقديرات الطابق الأرضي لمبني الألواح المعزولة 3d panel | 77 |
| **3.4** | تقديرات الطابق الأول لمبني الألواح المعزولة 3d panel | 80 |
| **4.4** | التكلفة الكلية لمبني الألواح المعزولة 3d panel | 82 |
| **5.4** | تقديرات الطابق الأرضي لمبني الطوب | 83 |
| **6.4** | تقديرات الطابق الأول لمبني الطوب | 86 |
| **7.4** | التكلفة الكلية لمبني الطوب | 88 |

# التجـريد

بما أن العولمة أصبحت تنتهج مبدأ إستثمار الوقت لذا الأولى للمهندسين إتباع هذا النهج وإيجاد بدائل إنشائية أقل تكلفة وأقل مدة زمنية في التشييد، وخير مثال لها الألواح المعزولة ( 3D panel) التي نتطرق لها في هذا البحث، وذلك بذكر العناصر المكونة للنظام وكيفية تشييده من خلال زيارات ميدانية لمعرفة الطرق والأساليب المتبعة في التشييد. ومقارنته مع نظام البناء العادي (الطوب الأحمر) لمعرفة مدى نجاحه وجدوى الألواح المعزولة في السودان.

اشتمل البحث علي ستة ابواب وهي:

الباب الأول وهو مقدمة عامة عن البحث، الباب الثاني يحتوي علي الاطار النظرية والدراسات السابقة، بالاضافة للباب الثالث وهو عبارة عن نبذة تعريفية عن نظام الحوائط الحاملة، والباب الرابع يحتوي عي منهجية البحث (تصميم-تقدير تكلفة-تخطيط زمني)،اما الباب الخامس يحتوي علي مناقشة النتائج المتحصل عليها، واخيرا الباب السادس الذي يحتوي علي الخلاصة والتوصيات والمراجع والملاحق.

واستخلص هذا البحث ان نظام الألواح المعزولة (3D panel) جدير بالتجربة في السودان. لأنه نظام يوفر في الوقت بنسبة تصل إلى 17%، إلا انه يتطلب تكاليف أعلي من نظام البناء العادي (الطوب الأحمر) بنسبة تصل إلى 15%.

# الباب الأول

# المقدمة

# البــاب الأول

# المقـــدمة

## 1-1 مقدمة

مادة الإنشاء المعماري هي في تعبير بسيط البحث عن كل ما يمكن استخدامه من مواد البناء والإنشاء سواء كانت طبيعية أو صناعية، ومعرفة طبيعتها وخصائصها من حيث قدرتها على مقاومة الرطوبة أو المياه أو الحرارة أو الصوت أو الضوء أو الإشعاعات أو الصدأ ومدى تطبيقاتها واستخداماتها في المباني ذات الاستعمالات المختلفة بأيسر الطرق وأرخص التكاليف في أحسن صورة وبالأسلوب الإنشائي المناسب، وذلك لتحقيق أقصى قدر من المنفعة العامة وسبل الراحة في الاستخدام..

منذ القدم سعي الانسان لمباني يتوفر له فيها الدفء ثم تطورت الامور ودخل الاقتصاد كعامل حاسم في كل امر بما في ذلك طريقة البناء ومواد البناء. ثم دخلت عوامل اخرى كتغير المناخ ثم مالبث الامر ان تعدي ذلك بحدود كبيرة في الاوانة الاخيرة حيث تحدث الناس عن السلامة ومقاومة العوامل الطبيعية الكوارث وغيرها .الان الاقتصاد ظل العامل المشترك كل طرق وتقنيات البناء القديمة والحديثة ويظل هاجس البحث عن مواد واساليب وتقينات البناء التي تضمن سلامة الانسان والاقتصاد الذي ظل هاجس الكثير من الشركات والافراد والعاملين في تطوير تقنيات وابحاث البناء.

ونحن من خلال بحثنا هذا نهدف تكثيف الوعي بالخطة المتسارعة للعالم في تقنيات البناء من خلال تقديم احد المنشات الحديثة النشاة والاعتراف بها في مجال البناء والتي يتوقع ان تستخدم على نطاق واسع نسبة لما تمتلكه من مميزات اقتصادية ومميزات سلامة عالية هذا اضافة الى المرونة والسهولة في التركيب المذهلين الذين تتمتع بهما ايضا.

نرجو ان نتوفق في طرح الامر وتوضيحه بصورة تمكن الكثيرين من زملائنا المنشغلين بالامر من الاستفادة من هذا البحث.

نظام الالواح ثلاثية الابعاد : هو نظام استخدم حديثا في الدول العربية بالرغم من انه نظام قديم اكتشف منذ الحرب العالمية الثانية والغرض منه الوصول الى مباني سريعة التنفيذ وقليلة التكلفة.

واخيرا ان يتحمل ظروف البئية بكل صعوباتها فاثبت ذلك. حيث وجد ان المباني المشيدة بنظام الالواح ثلاثية الابعاد هي الوحيدة التي وقفت امام الأعاصير والزلازل والرياح في كل من مدينتي برلين وفلوريدا.

## 2-1 أهداف البحث :-

1- التعرف على نظام جديد وهو من الانظمة المتطورة والتي لها ميزات كثيرة وقليل من العيوب بالاضافة الى انه يعتمد على الوحدات البنائية المختلفة وطرق البناء يعرف بنظام الالواح المعزولة ( 3D panel).

2- معرفة كيفية تشييد مباني الالواح المعزولة وطريقة تخطيطها.

3- تصميم مبنى من الطوب الأحمر بنظام الحوائط الحاملة.

4- حساب وتقدير التكلفة لمبنى الألواح المعزولة (3D panel) ومبنى الطوب الأحمر.

5- عمل تخطيط زمني للمبنيين باستخدام برنامج (Microsoft Project).

6- المقارنه بين هذا النظام (3D panel) وطريقة البناء العادي (الطوب الأحمر) من ناحية (التكلفة، طريقة وزمن التنفيذ).

## 3-1 أهمية البحث :-

مواكبة تطورات تصنيع مواد البناء المختلفة.

حل بعض مشاكل البناء وتكاليفها الباهظة وعدم استقرار ابناء شبعنا نسبة للضغوط المادية لذا وجدنا بان نظام الالواح ثلاثية الابعاد هو اكثر الانظمة واقدرها على حل هذه المشاكل نسبة لما فيه من ميدان سلامة وتكاليف مناسبة اضافة الى انه نظام مواكب لتطورات البناء.

## 4-1 فرضيات البحث:-

بما أن توفير الزمن والإقتصاد في التكلفة هي الهم الأول في السوق العالمي، نجد أن الأنظمة الإنشائية البديلة بدأت في الظهور لتحقيق التوفير في الزمن والتكاليف، ومنها نظام الألواح المعزولة (3d panel) الذى سوف نتطرق له في هذا البحث.

## 1-5 منهجية البحث :-

تم إجراء الدراسة عن طريق جمع المعلومات المتواجدة في البحوث والدراسات السابقة، والمعلومات المتوفرة علي الانترنت والزيارات الميدانية والمقابلات لبعض الأشخاص التي انحصرت في مصنع العكدابي للألواح المعزولة.

## 1-6 هيكلة البحث :-

- **الباب الأول:** المقدمة
- **الباب الثاني:** الإطار النظري والدراسات السابقة
- **الباب الثاث:** نبذة تعريفية عن نظام الحوائط الحاملة
- **الباب الرابع:** منهجية البحث
- **الباب الخامس:** مناقشة النتائج المتحصل عليها
- **الباب السادس:** الخلاصة والتوصيات

# الباب الثانـــي

# الإطار النظري والدراسات السابقة

# البـــــــاب الثـــــاني

# الإطار النظري والدراسات السابقة

## 1-2 مقدمة

نظام الألواح المعزولة هو نظام بناء متطور منتشر على نطاق واسع في كافة أنحاء العالم مصمم على استعمال مواد تجمع الخصائص الإنشائية والفيزيائية المطلوب توفرها في المنشآت كبديل عن المواد التقليدية المستعملة وهو نظام إيطالي يسمى بنظام (نيديون). وهو نظام يعتمد على أساس استعمال ألواح مصنعة من مادة البوليسترين (الفلين) والتي كثافتها من 15 إلى 25 كغم في المتر المكعب محصورة بين طبقتين من الحديد بقوة شد 60 كلغ في الـ ملمتر المربع وتشكل منها الأجزاء الإنشائية للمبني.

يتكون من مادة عازلة وسطية وهي عبارة عن لوح من الفلين بمختلف السماكات ويغلف اللوح من الداخل والخارج بشبك تسليح (3 ملم). ويتم انتاجه بأنواع مختلفة.

تعتبر برلين وفلوريدا اول المدن التي استخدمت هذا النظام وتم اثبات نجاحه، حيث وجد بأنه مقاوم للزلازل والرياح والعواصف كما ان هنالك 40 دولة استخدمت هذا النظام بالإضافة الي ان هنالك مصانع كثيرة تنتج هذا النظام.

يوجد من هذه المصانع في قارة افريقيا تتمركز في جمهورية مصر العربية، ويتم استخدام هذا النظام من قبل الجيش المصري في بناء الخنادق وكل مباني الجيش المصري، كما يستخدم في جنوب افريقيا في بناء المناجم، اما في جمهورية السودان يوجد حوالي ثلاث مصانع ويعتبر مصنع العكدابي للألواح المعزولة من أكبر المصانع المنتجة له في السودان، ويتم استخدامه في المباني السكنية، التجارية، الصناعية، وغيرها من المباني.

## 2-2 مميزات نظام الألواح المعزولة

### 1-2-2 السرعة

إذا قارنا سرعة العمل باستخدام الالواح الثلاثية الأبعاد مقارنة بالبناء العادي المتمثل بالأعمدة الخرسانية سنجد أن الطابق الواحد المكون من 1000 متر مربع يستغرق شهراً كاملاً لصب الأعمدة أي البناية ذات 5 طوابق ستستغرق بالمتوسط 5 أشهر لبناء هيكلها بينما يمكن القيام بنفس العمل مع الألواح الثلاثية الأبعاد في مدة أقصاها 4 أشهر وهو ما يشكل 20% توفيراً للوقت.

كما ان الألواح والجدران والأسقف تضم في داخلها جميع التوصيلات من ماء وكهرباء ومجاري وتهوية وتركيب أثناء العمل مما يضاعف سرعة العمل 7 مرات مقارنة بالبناء التقليدي الذي يجب القيام

بكل ذلك بعد الانتهاء من بناء الهيكل والجدران كما ان هذه السرعة الكبيرة لا تنتقص أبداً من نوعية العمل بل تفوق بكثير البناء العادي.

إن التركيب الجاف للألواح يحتاج إلى فريق من 3 أشخاص لتركيب 200 متر مربع يومياً من الألواح وفريق من 5 أشخاص لرش الاسمنت على الألواح مستخدمين أجهزة ضخ الاسمنت بواقع 200 مربع يومياً أيضاً (في الحوائط التي تحمل الوزن) و (350) متر مربع في الحوائط العادية وهي سرعة تفوق سرعة البناء العادي بمرات عديدة.

### 2-2-2 سهولة التركيب

تعتبر الألواح سهلة التركيب مقارنة بالبناء العادي للأسباب التالية:

إمكانية الاستفادة من أي قوى عاملة متوفرة دون الحاجة إلى أشخاص ذوي مهارات عالية في مجالات متعددة مثل بناء الطوب وبناء البلوكات وتمديد الحديد وغير ذلك من المهارات.

بسبب خفة وزن الألواح فليس هناك حاجة إلى عمال أو معدات تحميل أو تفريغ أو رافعات.

إن الاسمنت المضغوط الذي يرش على الجدران بعد تركيبها يغني عن التحضيرات الأولية لتبييض الجدران ويجعلها جاهزة إلى مرحلة التمهيد النهائية قبل الدهان.

في الأسقف فإن خفة وزن ألواح السقف وسهولة تركيبها تغني عن وجود الرافعات الثقيلة لوضع الألواح في أماكنها كما أن سهولة تحريكها تجعل من السهولة إحداث أي تغيرات في السقف.

السلالم ليست بحاجة إلى صب قوالب معقد مع وضع الحديد حيث ان الالواح الخاصة بالسلالم توضع جنب بعضها ويصب الاسمنت في أربع نقاط فقط كي تتماسك مع بعضها بشكل كامل.

وجود الشبكة الفولاذية في الجانبين يسهل تركيب أي شيء على الجدران مثل السيراميك والالواح الديكورية.

## 3-2 المواصفات الحصرية للألواح الثلاثية الأبعاد

### 1-3-2 مقاومة الزلازل

بسبب طول الحوائط المستعملة في البنايات الذي يجعل جميع الحوائط تعمل بمثابة مقاطع عرضية في البناء وحاملة للثقل في نفس الوقت فإن ذلك يمنع وجود أي تمركز للشد في البناء ويكون أقوى ضغط شد

ما يعادل 30 إلى 40 كيلوغرام للسنتمتر المربع وهو حد يقل كثيراًعن المقاييس العالمية للمقاومة ضد الزلازل.

إن تماسك البناء بشكل كامل من خلال شبكة الحديد التي تغلفه بالإضافة إلى الاسمنت الذي يصب على كل البناء بشكل متناسق وتحت الضغط يجعل البناء غير ميال إلى تغير شكله بأي نحو وهي ميزة كبيرة تجعله مقاوماً للزلازل بشكل أكبر وأكثر فعالية.

كما أن البناء يكون بشكل كامل عازلاً للحرارة والبرودة والصوت دون الحاجة إلى استخدام أي مواد إضافية وهي مقاومة للرطوبة كما أن ألواحPanel 3D تستخدم حصرياً أسلاك معدنية مجلفنة Galvanized وهي ما يقيها الصدأ بمرور الزمن الذي يؤدي إلى حدوث لون أصفر برتقالي على الجدران لدى استخدام ألواح عادية ذات حديد اسود عادي.

الكثافة الوزنية للبوليسترين (الفلين المستخدم) فألواح 3D Panel هي 15 كيلوا في المتر المكعب للجدران المفردة وللجدران المزدوجة 25 كيلو/ متر مكعب وللأسقف 17 إلى 30 كيلو للمتر المكعب حسب نوعا للبناء.

إن هذه المواصفات الدقيقة هي مايميز 3D Panelعن الألواح الأخرى الموجودة في السوق والتي تستخدم حديداً رخيصاً أسوداً غير مجلفن وفليناً ذو كثافة أقل يجعله غير قادر على تحمل الأوزان أو العزل الحراري بشكل صحيح.

كما أن الفلين المستخدم ذو خاصية عدم الاشتعال في حال حدوث أي حريق في المبنى.

### 2-3-2 التكلفة

تعتبر البنايات المنجزة بالكامل بإستخدام الألواح الثلاثية الأبعاد إقتصادية جداً بالمقارنة مع البناء وذلك للأسباب التالية :

1- عدم وجود الحاجة إلى عمالة كبيرة وزائدة مما يوفر في مصاريف السكن والاقامة والغذاء وما شابه.

2 - إنجاز البناء بشكل متزامن من جدران خارجية وداخلية وأسقف وسلالم وتوصيلات مما يوفر الوقت والمال.

3- عدم الحاجة إلى رافعات ثقيلة لنقل المواد داخل ورشة البناء يوفر مبالغ كبيرة.

4- عدم الحاجة إلى أماكن لتخزين المواد الخام بكميات كبيرة كالرمل والاسمنت والحصى والطوب والبلوكات وغير ذلك كما أن الألواح ليست بحاجة إلى مخازن خاصة.

5- سرعة إنجاز البناء تؤدي إلى الوقاية من تغيرات السوق وأسعار المواد الخام والأثرات التضخمية.

6- عدم الحاجة إلى مواد عازلة للحرارة أو الرطوبة أو الصوت مما يوفر مبالغ كبيرة في البناء .

### 2-3-3 مرونة نظام الالواح المعزولة

بالمقايسة مع البناء الجاهز التقليدي الذي يشبه العلب وذو محدوديات في أبعاد الغرف فإن الالواح الثلاثية الأبعاد تمكن من بناء بنايات لا تختلف عن أي بناء عادي وبأي خريطة معمارية.

### 2-3-4 جودة تفوق المقاييس:

هذه الألواح تفوق المعايير القياسية من حيث عزل الصوت والحرارة والرطوبة ومقاومة الزلازل والأعاصير وتحمل الصدمات العمودية والجانبية.

## 2-4 إستخدام ألواح 3d Panel في البناء العادي (التقليدي):

عدا عن الجدران الثنائية (الحاملة للأثقال) والتي لاحاجة لإستخدامها في البنايات ذات الهيكل والأعمدة الخرسانية فإن جميع الالواح المعزولة (Panel )من ألواح للسقف أو الجدران الداخلية والخارجية والسلالم يمكن إستخدامها في أي بناء عادي حيث ان إستخدامها يوفر الوقت والتكاليف ويوفر حماية أكبر من العوامل الجوية ويوفر عزلاً حرارياً وصوتياً ممتازاً للبناء. حيث يمكن إستخدامها لتقفيل البنايات غير المكتملة والاعمدة الخرسانية او حتى زيادة عدة طوابق إضافية فوق بناء موجود أصلاً أو فوق الاسطح دونما خوف من زيادة الحمولة لخفة وزنه وصلابته في ذات الوقت.

كما أن الالواح السقفية وبسبب إمكانية إدخال حديد التسليح بقطر يفوق 16 مليمتر يمكن ان تزيد من المسافة بين الجدران بشكل يفوق الأسقف العادية كفاءة وأماناً.

## 2-5 مميزات أخرى

### 2-5-1 العزل الحراري

كمية العزل حوالي ثلاثة اضعاف تلك التي بحائط تقليدي له نفس السماكة، هذا يعني أن هنالك توفير في التكييف أو التدفئة، وكذلك فإنه لا يوجد هنالك توصيل حراري كما ولا يسمح بتكوين أي تكثيف للبخار.

### 2-5-2 العزل الصوتي

يمكن تخفيض مستوى الصوت بين خارج المبنى الى داخل الغرف الى ستة أضعاف, مثالاً لذلك ضوضاء المدينة. لا يمكن حدوث هذا لوجود الطبقات العازلة الخمسة من مختلف المواد المكونة للحائط وهي: البياض، البولسترين الخرسانة المسلحة، البولسترين البياض.

### 2-5-3 مقاومة الحرائق

إن اللوح المزودج المشتمل على الخرسانة المسلحة والبياض، يمكن مقاومة النيران لمدة 150 دقيقة , اللوح الذي يختبر جانبه الخلفي تحت درجة حرارة 1000 درجة مئوية , ينتج متوسط درجة حرارة تساوي 47 درجة مئوية بعد 180 دقيقة 0 يقاوم اللوح المفرد الحرارة 120 دقيقة في كلى الحالتين , لا ينتج عن البولسترين أي غازات ضارة 0 كما أن الحائط التقليدي يتعرض للتلف في زمن أقل إذا تعرض لنفس درجات الحرارة.

### 2-5-4 بناء متين وذو وقاية فعالة

تعتمد طاقة الحمل لنظام البناء التقليدي على الجسور الأفقية والعمدان الراسية ويستعمل البلك بين الأعمدة على عكس ذلك في نظام نيديون للبناء الذي له حيطان حمل خارجية مقواه بالخرسانة المسلحة هذا يعني أن هنالك وقاية كافية على طول الحائط ( من طلقات الرصاص , الإشعاعات...الخ ) كما وهنالك وقاية أيضاً من التقلبات الجوية المزعجة , فمثلاً ذلك الشبك المعدني والذي يحيط بالمبنى (لكل لوح مزدوج تم وضع 4 شبكات) يؤكد الحماية الفعالة من الصواعق.

### 2-5-5 ميزة النقل والترحيل

إن لوح نيديون خفيف جداً مما يخفض التكلفة بالموقع وفي حالة النقل والترحيل، تستطيع الشاحنة المسطحة المتوسطة الحجم أن تحمل من الألواح ما يكفي لبناء منزلين من طابق واحد لكل منهما- وبكل إرتياح.

### 2-5-6 تكاليف البناء

يعتبر هذا النوع من البناء منخفض التكاليف مقارنة بطرق البناء التقليدية الأخرى.

قد تصل نسبة التوفير 30% في بعض الخرط التي تتميز بحوائط مشتركة أو غرف متقاربة مع بعضها البعض.

## 6-2 العناصر المكونة للألواح

وهي ثلاثة عناصر أساسية:

### 1-6-2 البولسترين

**مراحل تكوين البولسترين**

يعتبر الفلين البولسترين من البوليمرات الأروماتية، تتكون سلسلة البوليمرات من (سونمورسزين) وهو من المركبات التي تتكون بالحرارة حيث يصنع في فرن حراري ويصب السائل الزجاجي له في القوالب المعدة ويترك حتى يبرد.

يتم إحضار البولسترين الخام الي المصنع في شكل حبيبات دائرية صغيرة جداً التي يتم فك ضغطها بتعريضها الي بخار ساخن، ومن ثم يوضع الخام الجديد في آلات تضغط الحبيبات مع بعضها البعض عن طريق نفس البخار حتى تصل الي درجة معينة من التماسك فتكون قطع بأحجام مختلفة وبعد ذلك يتم قطعها بأشكال مختلفة حسب المطلوب.

**خصائص البولسترين**

هو عبارة عن خلايا مغلقة مرنة وقوية وخفيفة الوزن من مادة البولسترين العضوية يصنع هذا النوع من الفلين ليفي بحاجة امتصاص الصدمات (يستخدم لحفظ الأجهزة داخل صناديق الشحن)، وأيضا يستخدم لتقليل اثار الاهتزازات ومانعة للبلل ولقلة كثافتها هي من المواد الطافية، ويعتبر البولسترين من أهم العوازل الحرارية والصوتية.

**مميزات الفلين كمادة انشائية**

خفيفة الوزن (تقليل الوزن اذاتي).

يعتبر من المواد الصديقة للبيئة حيث ان الاحتراق التام له يعطي فقط اول أكسيد الكربون وبخار الماء.

يسهل تقطيعه الي عدة اشكال هندسية.

يمكن إعادة تصنيعه بعد الانهاء من استخدامه حيث يمكن ارجاعه 100% الي حالته الأولية.

من المواد التي لا تتحلل ولا يلوث الهواء ولا يضر بالتربة.

## 2-6-2 الفولاذ

**مراحل تكوين الفولاذ**

يتم تكوين الفولاذ وذلك عن طريق سحبه علي البارد ويتم اكسابه القوة عن طريق الجلفنة، وهي عبارة عن اكساب الحديد خاصية المقاومة والصدأ (عبارة عن غطاء بسيط من الزنك يغطي بها الحديد مثل الدهانات)، و لكن عملية الجلفنة تذهب ابعد من ذلك بل تكسب الحديد خواص كهروميكانيكيه حيث يستطيع مقاومة الاكسدة، ويظل الحديد المجلفن محتفظاً بالخواص المكتسبة حتي وإن خُدش.

**الخصائص الكيميائية للفولاذ**

الفولاذ هو سبيكة من الحديد والكربون، حيث يخلط الحديد والكربون بنسب معينة تكون فيها نسبة الكربون (2-2.14)، بالرغم من وجود كمية كبيرة من المركبات غير الكربون إلا ان الكربون هو العنصر الأكثر تأثيراً في أداء خواص الفولاذ ومنها الصلادة.

**الخصائص الفيزيائية للفولاذ**

المتانة.

مقاومة التآكل.

المقدرة علي التبريد السريع لأي حرارة عالية الي حرارة منخفضة باستخدام الزيت او أي سائل مبرد.

المقاومة العالية.

بخلاف الحديد العادي لا يصدأ الفولاذ بسهولة.

المطاوعة العالية.

## 3-6-2 الأسمنت

**الخواص الكيميائية**

عند خلط وحرق المكونات الرئيسية (الجير-السليكا-الامونيا-أكسيد الحديد) تنتج المواد التالية:

- ثالث سيليكات الكالسيوم بنسبة (25%-50%)

- ثاني سيليكات الكالسيوم بنسبة (21%-45%)

- ثالث المونيات الكالسيوم بنسبة (5%-11%)

- رابع المونيات حديد الكالسيوم بنسبة (9%-11%)

بالإضافة الي كميات الصغيرة من الجير غير متحدة وهي غير مرغوب فيها والماغنسيوم الغير متحد وكبريتات الكالسيوم وقلويات (صودا البوتاسيوم) ومياه غير ذائبه.

**الخواص الفيزيائية**

**نعومة الاسمنت**

ان زيادة نعومة الاسمنت تزيد من المساحة السطحية للإسمنت مما يساعد على سرعة تفاعل الاسمنت مع الماء المضاف اليه، ان حبيبيات الاسمنت الخشنة لا تتفاعل جزئياً مطلقاً في الخلطات الجافة لذلك فان نعومة الاسمنت تعطيه قوة مبكرة كبيرة وتساعد في ثبات حجمه وتقلل من انكماش الخرسانة وتحسن من قابليتها.

**الوزن النوعي**

يكون الوزن النوعي للإسمنت حوالي 3,15 كيلو نيوتن لكل متر مكعب وتتوقف قيمته على مكونات الاسمنت الكيميائية.

## 7-2 خطوات تصنيع وتكوين الالواح المعزولة

1- يتم استيراد المادة الخام (البولسترين) وتكون معبأة في جوالات 50 كيلوجرام في شكل حبيبات دائرية صغيرة جداً،كما موضح بالشكل:

شكل (2-1) يبين المادة الخام

2- تفرغ المادة الخام في ماكينة الضغط حيث يتم تعريضها الي بخار ساخن فيزيد حجم هذه الحبيبات نتيجة الحرارة، بعد ذلك يتم ضغط هذه الحبيبات مع بعضها البعض لتكون كتلة واحدة في شكل مكعب حسب حجم قالب الضغط كما هو موضح بالشكل:

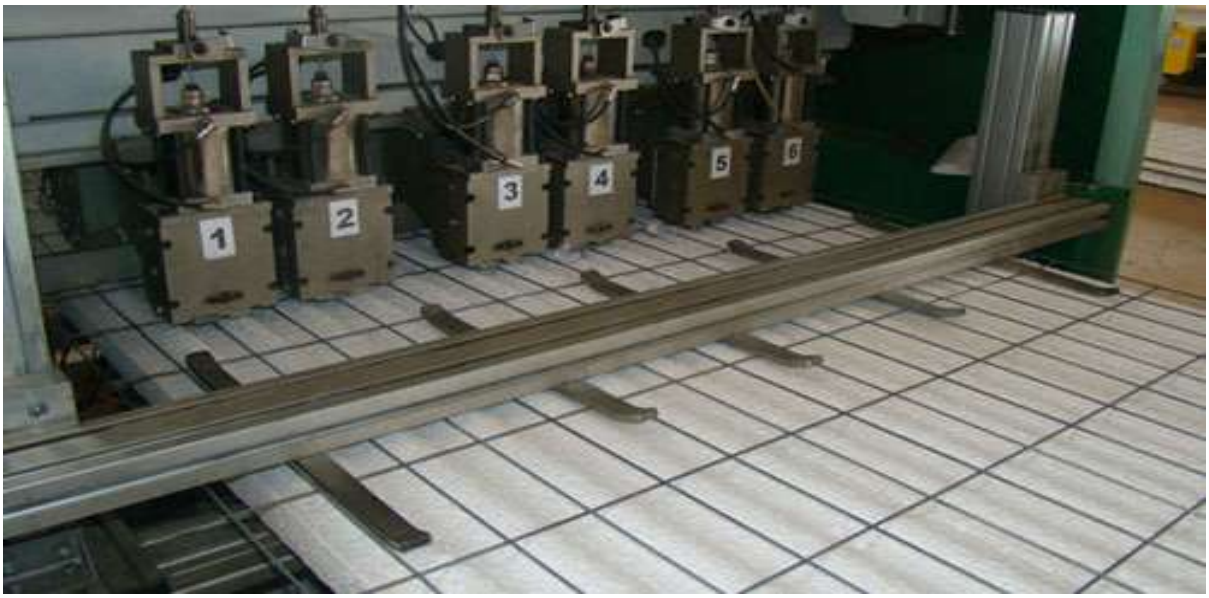
شكل (2-2) يبين مكعبات الفلين

3- يتم تحويل مكعبات الفلين الي ماكينة تسمي (المشرحة) حيث تعمل على تقطيع هذه المكعبات الي الواح بعرض ثابت (1.125) متر وسماكات واطوال مختلفة (قد تصل الي 12 متر).

شكل (2-3) يبين ماكينة قص الألواح (المشرحة)

4- تسحب اسلاك الفولاذ علي البارد بسمك 3 ملم في ماكينة مخصصة لذلك، ويتم بعد ذلك تكوين شبكة من الحديد عن طريق لحام هذه الاسلاك مع بعضها البعض (الشبكة تكون علي شكل مربعات ( 7.5سم×7.5سم) .ثم يتم وضع الالواح لتثبيت الشبكة الحديدية عليها عن طريق الكبس حيث تربط الشبكة السفلية مع الشبكة العلوية للوح

شكل (2-4) يبين ماكينة سحب الأسلاك وماكينة الكبس



## 2-8 أنواع العناصر المكونة لنظام الالواح المعزولة

### 2-8-1 اللوح الأحادي

هذا اللوح جيد للحوائط، الفواصل، التلقيمات والسقوف ويستخدم كبناء إرتكاز لمباني من أربع طوابق باستخدام اللاصق البنائي (خرسانة سمسمية +بياض) علي الجانبين للفواصل والتلقيمات في المبني وحوائط الستائر والفواصل ذات المقاسات الكبيرة في المصانع والأماكن التجارية كما موضح بالصورة الاتية:

شكل (2-5) يبين الألواح جاهزة للاستخدام

## 2-8-2 اللوح االمزدوج

هو عبارة لوحين من الالواح ثلاثية الابعاد يساعد علي تقوية وتعزيز الحوائط الاسمنتية كحوائط الارتكاز.

اللوح المزدوج يحتوي لوحين أساسيين بينهما مساحة مفرغة تملأ بالخرسانة ويتم تسليح كل لوح بشبكة من الحديد بسماكات مختلفة تتراوح بين (18-23) ملم كما موضح بالصورة الاتية:

شكل (2-6) يبين اللوح المزدوج

### 2-8-3 اللوح الأرضي أو لوح الاسقف

ويحتوي علي تفريغات وهو لوح يستخدم في الاسقف والارضيات ويمتاز بوجود عارضات الابيام من التسليح في السقف ليكون قابلاً لتحمل كافة الاحمال المسلطة عليه كما مضح بالصورة الاتية:

شكل (2-7) يبين لوح السقف

### 4-8-2 لوح البسطة

يستخدم لانبساط السلم وهو مقوى باتجاهين ليعطي استمرار لمنحنيات اللوح.

### 5-8-2 لوح السلالم

هو لوح للاستخدامات المتكررة للسلالم ويتكون من رغوة البولسترين اللتي تشكل علي حسب احتياجات التصميم مدعمة بطبقتين من شبكة سلك فولاذي مجمعة مع اسلاك فولاذية ملحومة بالكهرباء.

هذا اللوح مقوى بصبة في الفراغات ويستخدم لإضاءة السلالم حتي تشطب خارجياً كما موضح بالصورة الاتية:

شكل (2-8) يبين لوح السلم

### 6-8-2 الحصائر

تجتمع العناصر السابق ذكرها أعلاه لتكون الالواح المعزوله ، يتم الوصل بينها بما يعرف بال ( MESH)

والتي وظيفتها الاساسية هي تحويل المبنى الى قطعة واحدة تتحمل الاحمال المسلطة عليها كعنصر إنشائي واحد وأنواعه:

1- حصير زاوي.

2- حصير مسطح.

3- حصير على شكل U

4- حصير التدعيم.

## 9-2 طريقة تنفيذ الألواح المعزولة

### 1-9-2 الأساس

بعد تخطيط المبنى وعمل الحفريات للأساس نجد أن عمق الأساس يعتمد على حسب احمال المبنى وضغط التربه ، فلو كانت التربه ضعيفه يمكن معالجتها عن طريق تغيير سلوك التربه وذلك بإضافة ردميات من الخرسانه الترابيه والرمل ، ينطبق النوع أعلاه من الأساسات في حالة كان المبني غير متعدد الطوابق اما في حالة المبني متعدد الطوابق فإننا نعمل أساس لبشة الحجر وصب (G.B) المهم هو استخدام عشائر (90 سم) كل (80 سم) لتثبيت الالواح عليها ، أو ممكن عمل فرشه خرسانيه بيضاء تشمل كافة مساحة المبنى (عمليه غير اقتصاديه للمباني ذات المساحات الكبيره) ثم يتم الحفر للعشائر بواسطة مثقاب يدوي وإنزالها بواسطة الطرق جيدا كما موضح بالصور الاتية:

شكل (2-9) يبين عمل القريد بيم وتثبيت العشائر

## 2-9 تثبيت الحوائط على العشائر

يتم تثبيت حوائط الألواح على العشائر وربطها جيدا بواسطة سلك الرباط عند نقاط التلاقي كما موضح بالصورة:

شكل (2-10) يبين تثبيت الألواح علي العشائر

بالنسبة للألواح يتم ربطها بواسطة حصيرة من الداخل والخارج، ونقاط التلاقي في الزوايا القائمه يتم ربطها بواسطة حصيره في شكل زاويه قائمه من الداخل والخارج، يتم فتح الفتحات بواسطة المقص (من مميزات هذا النظام أنه لا يحتاج الى الات ثقيله)، ويتم تدعيم اركان الفتحه بواسطة قطعة حصيره (30×50) سم لمنع الشقوق ، في اعلى نقطه في الألواح يتم وضع سيختين (12) ملم كبيم مدفون للتدعيم.

يتم وضع الألواح بحيث يكون وزن الألواح في الوضع الرأسي وذلك بتثبيت الألواح بواسطة مراين من الخشب وبعد ذلك يتم تثبيت كلبسات من الخارج على الألواح وهذه الكلبسات بها فتحات تركيب عليها زوايا (6) بوصه أو مواسير دائريه (1.5) بوصه لإعطاء الإستقامه للحائط ، يتم تركيب المواسير وعلب الكهرباء على الألواح ومواسير المياه الحلوة ولتفادي تسرب المياه من مواسير المياه ويتم ذلك عن طريق عمل اختبار وذلك بكبس هذه المواسير بواسطة ماكينه تقوم بتذويب الفلين بدرجه معينه لعمل المجرى المناسب ، وتستحدم مادة (اليربان) أو الماء بضغط عالي عند عملية إنزال مواسير الكهرباء والمياه العذبه والغير عذبه تبدأ قبل عملية ملئ الألواح ، وهذه المواسير يجب أن توزن جيدا لقفل جميع الفتحات حتى لا تكون معرضه للانسداد بالمونه مع مراعات أن توضع في مواضعها الصحيحه ومراجعتها افقيا ورأسيا كما موضح بالصورة الاتية:

شكل (2-11) يبين تثبيت الألواح

## 2-9-3 الأسقف

يتم ربط الأسقف مع الحائط بواسطة حديد (12) ملم ، قبل ملئ الحوائط يتم إستخراج عشائر ويتم تدعيم مناطق العزم السالبه والطبقه العليا والسفلى كذلك بواسطة شبكه من الحديد كل (40)سم قبل عملية الصب والبياض يتم استخدام الفتايل لسند الأسقف حتى يتثنى للعمال حرية الحركه ، ومن العيوب انه عند عمل البياض للجزء الأسفل من البلطه ان الفتايل تترك فراغا بعد البياض مما لايجعل البياض يظهر بالصوره المطلوبه.

الأسقف تحتوي على نظام ابيام هذه الأبيام يتم صبها مع السقف في نفس الوقت وفي الغالب ما يحتوي البيم على ثلاث سيخات.

ملاحظه في نظام الالواح المعزوله لا نحتاج الى عوازل حيث أن ماده البولسترين تقوم بهذه الوظيفه، بالنسبه للحوائط الداخليه يتم العزل في المناطق المحتاجه إلى عزل كالحمامات والمطابخ اما الحوائط الخارجيه فيتم عزلها بغرض المحافظه على المنازل من الضوضاء والحراره التي تأتي من الخارج كما موضح بالصورة :

شكل (2-12) يبين تجهيز السقف للصب

شكل (2-13) يبين صب خرسانة السقف

شكل (2-14) يبين شكل السقف بعد الصب

## 2-9-4 السلالم

تجهز السلالم في المصنع ثم تنقل وفق مواصفات معينة بحيث لا تتعرض للضرر أثناء النقل ويتم تثبيتها وربطها مع السقف والأرضية بتسليحها داخليا وبعد ذلك يتم صبها كما هوموضح بالصورة:

شكل (2-15) يبين صب السلم

## 5-9-2 البياض

خلطة المونه المستخدمه في البياض تكون بنسبة (1:4) من الاسمنت والرمل والنسبه بين الماء والاسمنت لا يمكن ان تزيد عن 52%، قبل عملية البياض يتم صب الخرسانه على الحوائط والسقوفات عن طريق عملية (الطرطشه) التي تستخدم فيها خلطة خرسانه بنسبة (1:2:4) من الاسمنت والرمل والركام الذي لا يتعدى التدرج الحبيبي له عن 8 ملم، الاسم التجاري لهذا الركام هو (خرسانه سير أو سمسميه).

شكل (2-16) يبين شكل الألواح بعد الطرطشة

شكل (2-17) يبين التجهيز للبياض

تتم عملية الطرطشه بواسطة مضخات لها عدة أنواع منها :

Bomb

Hooper gone

## 2-10 الاستخدامات العامه لنظام الألواح المعزولة

### 2-10-1 الأنفاق والقناطير

تعتبر القنوات الفولاذيه للألواح المعزوله هي الحل الوحيد الذي اتبعه الباحثون الأوربيون من الثمنينات فيما يختص بأنفاق السكك وطرق النقل العام.

إن التطوير السريع في مواصلات السكه الحديديه والطرق العامه جلبت مشاكل فيما يختص بالأنفاق حيث تم بناء الانفاق في البحيرات المائيه مما يسبب حدوث هذه المشاكل كظهور الغطاء الجليدي خاصه في أسطح أنفاق الطرق العامه مما أدت الى عرقلة المواصلات وتسببت في الحوادث.

ومن ناحيه أخرى نجد أن الحجاره تتساقط من الأنفاق وتضرب شاشات زجاج القطارات السريعه.

إن تحول مثل هذه الأنفاق الى الفولاذيه ذات الألواح المعزوله مثل القناة في فرنسا صارت نموذجا للدول الأوربيه الأخرى.

## 2-10-2 التحسينات الأرضية

استعملت القناة الفولاذيه للألواح المعزوله في تحسين الأرض التي لا يمكن التحكم فيها بسهوله خاصه في الغابات.

إن القناة الفولاذيه للألواح المعزوله تم استخدامها في اطراف الغابات لتزيل التعريه نتيجة لعدم وجود الغطاء النباتي نتيجة النشاطات الطبيعيه والانسياب الذي لا يمكن السيطره عليه.

## 2-10-3 أنظمة الري

إن اهمية المياه أصبحت في تزايد تحت أثر الظروف الطبيعيه، او صارت في التحول الى الأسوأ يوميا خاصه البرك الصناعيه والترع.

لذا فان القناة الفولاذيه للألواح المعزوله يتم تركيبها في الطبقات الخرسانيه الارضيه و أطراف الجدران والقنوات ومصادر المياه باقل جهد ووقت، لذا نجد ان استخدام القناه الفولاذيه للألواح المعزوله في تزايد في قطرنا كما هو موجود في الدول الغربيه.

## 2-10-4 التطبيقات الارضية

ان التطور والتكنولوجيا زادا من حجم التجاره الدوليه فالتطور في العواصم زاد من اهمي كل الطرق العامه والخطوط الجويه يوميا وتقنية الاسفلت لم تستطع ان تلبي المتطلبات والاحتياجات الحاليه.

والسبب يعود الى زيادة حركة الشاحنات الثقيله مع وجود التقنيات وإنهاك طبقات الاسفلت نتيجه للظروف المناخيه أدت الى زيادة تأكل خرسانة الطرق العامه.

ونجد ان القناة الفولاذيه للألواح المعزوله أصبحت حلا شاملا لتأكل الخرسانه في تشييد الطريق العام وذلك بتوفير الجهد والوقت وتوفر القناة الفولاذيه للألواح المعزوله قوة عاليه.

## 5-10-2 التحكم في التعرية

صارت التعريه من المشاكل العالميه الاساسيه نتيجة للتغيرات المناخيه وما شابهها وأدت أيضا الى تقليل الغطاء النباتي في قطرنا حيث استقبلنا النتائج بصوره قياسيه لذا نجد ان التعريه تتسبب في القضاء على ملايين الامتار المكعبه من التربه المنتجه سنويا.

القضاء على كل أنواع التصحر والتعريه مهما كانت مميزاتها الجيلوجيه والطبوغرافيه نجد ان القناة الفولاذيه للألواح المعزوله هي الصديق الأمثل للبيئه وذلك بتوفير الغطاء النباتي الدائم الطبيعي. إن القناة الفولاذيه للألواح المجسمه صارت سائدة الإستحدام في الدول الناميه خاصه في استراليا حيث صارت أحد الحلول الشامله للتعريه.

## 6-10-2 تحسين المنحدرات

- تعتبر القناة الفولاذيه للألواح المعزوله نموذجا لتحسين المنحدرات والمناطق الأكثر عرضه للتصحر والتعريه فمن الممكن الحصول على زراعه دائمه إما بواسطة تغطية التربه او الملء بالخرسانه او الحجاره.

- القناة الفولاذيه للألواح المعزوله أدت الى تطوير المنحدرات الارضيه وعملت على تثبيتها بعناصر غير قابله للتغير.

كما انه يستخدم في العديد من الأغراض الانشائيه مثل:

1- المباني السكنيه ويصل الى ارتفاع ثلاثه طوابق أو أكثر.

2- أوصت الأمم المتحده بإنشاء كل المباني العامه في المناطق التي بها هزات ارضيه بنظام الالواح المعزوله.

3- يستخدم في إنشاء قنوات الصرف الصحي.

4- يستخدم في إنشاء الخنادق المضاد للرصاص.

5- حماية الابار من الهدم.

6- إنشاء خزن البنوك.

7- إنشاء احواض السباحه.

8- يستخدم كحوائط فاصله في المباني الهيكليه لخفة الوزن وقلة التكلفه وسهولة التشكيل خاصه في المباني الحديديه فهو انسب نظام ويتم لحامه مع الهيكل الحديدي.

## 11-2 نظام الالواح المعزولة في السودان

عرف هذا النظام في السودان في أواخر القرن الماضي، وكان اول دخول له في العام 1995، وقد اقتصرت استخداماته آنذاك على تنفيذ الفواصل الداخليه في المباني كبديل للفواصل العادية المشيدة من الطوب. وذلك لخفة وزنه فلا يؤثر على الاسقف الخرسانيه الخفيفة، كالبلاطة المحمله على الأبيام، وأيضا لتطابق مظهر مع حائط الطوب. بعد ذلك بسنوات قليلة بدا التفكير جديا في تطبيق النظام على المبنى كاملا، حيث قام البعض من المهندسين والمستثمرين بدراسة انشاء مصنع يختص بصناعة هذ الالواح، وقد تم التنفيذ فعليا حيث لاقت هذ التجربة رواجا كبيرا وانتشارا وقبولا واسعا بين أوساط المهندسين ومالكي العقارات، وذلك لما وجدوا من مميزات رائعة خاصة في ميزة التكلفة المنخفضة في التنفيذ.

ويوجد في السودان عدة مصانع متخصصة في صناعة نظام الالواح المعزولة، وقد تم اعتماد هذا النظام رسميا كنظام سائد في تنفيذ المباني.

## 12-2 تشييد نظام الالواح المعزوله في السودان

يتم تشييد المباني بهذا النظام في السودان بطريقه مختلفه قليلا عن الطريقه القياسيه المتبعه عالميا، وان كانت معها في كثير من النواحي، حيث يتم استخدام حديد شبك (سمك 2 سم) بدلا عن الحديد القياسي المصمم لهذه الطريقه (سمك 6 سم)، ويربط هذا الشبك حول الالواح العازله وتصب بخرسانه عليه يدويا وذلك بنفس الطريقه المتبعه في عمل البياض للحوائط، وفي أحيان كثيره لا يتم استخدام العازل في منتصف الجدار حيث يترك فراغ بين لوحي الخرسانة ويعتمد على رغبة المالك اما للاقتصاد التكاليف او ربما لعدم حاجته للعزل.

يستخدم البعض من المهندسين في الصب خليط من الجبس في الخرسانة بنسب محددة لتقليل نسبة الاسمنت المستخدمة و بالتالي تنخفض تكاليف الخرسانة , و أحيانا يستعان بالإضافات الكيميائية للخلطة لزيادة القوة و المتانة للخرسانة و التي فقدت نتيجة لاستخدام اسمنت ضعيف او بنسب اقل .هذه الطريقة المتبعة في السودان و ان كانت اقتصادية الى ابعد مدى , تعتبر في وجهة الكثير من المهندسين المختصين الى حد ما طريقة غير امنة ,و يعود ذلك الى ان الحديد المستخدم بها ليس بنفس مواصفات الحديد القياسي المصمم لهذه الطريقة و السبب الأخير هو ان طريقة صب الخرسانة يدويا و عدم استخدام مضخة لا يضمن ملء الحديد كاملا بالخرسانة , فيحتاج الى الكثير من الدقة و الحرص في التنفيذ, فلو تركت

فراغات في داخل الجدار بين الخرسانة و اللوح العازل لم تملا فانه يصعب اكتشافها و معالجتها ,وعندها يؤدي ذلك مستقبلا الى تشققات في الحائط و ربما يؤدي أحيانا الي الانهيار.

# الباب الثالث

# نبذة عن نظام الحوائط الحاملة

# البـــاب الثـــالث

# نبذة عن نظام الحوائط الحاملة

## 1-3 نبذة عن نظام الحوائط الحاملة

إن التصميم الانشائي للحوائط الحاملة هي الطريقة أو الوسيلة التي يبحث عنها المهندس الإنشائي والتي يضمن بها قيام المنشأ بأداء وظيفته التي أنشأ من أجلها خلال عمره الافتراضي المحدد لاستخدامه، وعلى هذا الأساس يجب أن تكون جميع عناصر المنشأ المختلفة مصممه (ذات ابعاد وقطاعات تتفق مع المتطلبات الإنشائية والمعمارية) بطريقه تضمن وجود مزايا التشغيل وصلاحية الاستخدام لكافة هذه العناصر وذلك بأمان كافي وتام وبأقل تكاليف الأمر الذى يتبين منه ضرورة تحقيق بعض المعايير الخاصة التالية بجانب التكلفة الاقتصادية.

شكل رقم (3-1) يوضح مبنى متعدد الطوابق مبني بنظام الحوائط الحاملة

## 2-3 تعريف الحوائط الحامله:

تعتمد الحوائط الحامله على توزيع الأحمال من السقف وايصال الاحمال عن طريق الحوائط الى القواعد بواسطة القواعد المستمره.

تعريف الحوائط الحاملة هي تحويل الحوائط الفاصلة في مباني الخرسانة الهيكلية إلى حوائط حاملة وحذف الهيكل الخرساني للمبنى ، وهذا التحويل يؤدي إلى توظيف الحوائط لحمل الأوزان كوظيفة رئيسية إضافة إلى وظيفة الفصل بين المساحات واستخدام هذا الأسلوب في البناء سوف يؤدي إلى توفير حوالى 20% من تكاليف الهيكل الخرساني (القواعد المنفصلة ، الرقاب ، الميدات الأرضية ، الأعمدة وكمرات السقف).

## 3-3 نظام الحوائط الحامله:

يعد نظام البناء بالحوائط المحمولة من أقدم أنظمة البناء, وقد تم تطوير هذا النظام ليصبح كما يلي:

1- القواعد الشريطية( أسفل الحوائط الحاملة).

2- الجدران الحاملة باستخدام الحجر او الخرسانة او الطوب الاحمر.

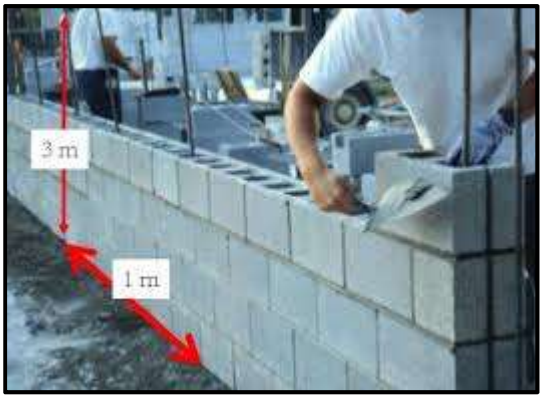
3- السقف من البلاطات المصبوبة في الموقع مثل النوع الهوردي ذو الأعصاب الخرسانية او البلاطات المصمتة أو من البلاطات مسبقة الصب.

## 4-3 تطور صناعة الطوب الأحمر:

فى عام1940 م توصلت المجموعة الأوربية للمهندسين الى إنتاج طوب أحمر فخاري تصل قوة كسره إلى 8000 رطل / بوصه مربعه (500) كيلو جرام/سم2 بينما كانت أقصى قوة كسر للخرسانة المسلحة في ذلك الوقت لا تتجاوز(2500) رطل / بوصه مربعه (175) كجم/سم2 وبهذا الإنجاز زادت وتيره البحث والاختبارات على مادة الطوب الأحمر الفخاري حيث توصل الكسندر برهمر وهو من الجيش البريطاني بالهند الى إمكانية تصميم قطاعات المباني بالطوب الاحمر المسلح بنفس نظريات ومعادلات الخرسانة المسلحة.

وقد ساعد هذا الاكتشاف الحديث في تحويل مسار تقنيات وأسلوب البناء إلى أسلوب الجدران الحاملة من الطوب الأحمر الفخاري ذو المميزات والخواص المتمثلة في مقاومة الحريق وعزل الحرارة والصوت والتكاليف الاقتصادية المنخفضة في أعمال الصيانة.

وقد أضاف استخدام حديد التسليح في مباني الطوب قدرتها على مقاومة القوى الجانبية مثل قوة الرياح والهزات الارضية، كما موضح بالشكل.



شكل رقم (3-2) يوضح استخدام حديد التسليح للطوب

وقد كانت لهذه الدراسات والنتائج تطبيقات عمليه مباشرة حيث تم بناء 26 مبنى لمستشفى فيترناس في عام 1952م في انتوش في لوس انجلوس في ولاية كليفورنيا حيث استطاعت تلك المباني مقاومة الزلزال الذى حدث عام 1971م ولم تتأثر إطلاقاً بينما انهارت خمسة مباني مبنية باستخدام الهيكل الخرساني في الحادثة.

وقد تسارعت وتيرة استخدام أسلوب البناء بالجدران الحاملة في الولايات المتحدة الأمريكية خلال العقدين 1950م _1960م.

## 3-5 المواد المستخدمة في هيكل الطوب الأساسي (masonry) هي:

أ- الوحدات الطبيعية والتي تصنع من الطين الطبيعي أو الخرسانة أو الحجر.

ب- المونة التي تتكون من الاسمنت، الرمل، الماء والإضافات وعادة الجير.

تحكم الجودة للوحدات المكونة يشبه الصلب، مع عينات مضبوطة من المنتج من خط الإنتاج، كما أنه من الممكن فحص القوة عن طريق اختيار وحدة عشوائية أو مجموعة من الوحدات عن طريق اختبارات الحمل والتي تعطي مؤشراً معقولاً لقوة الوحدات المستخدمة فعلاً، وهذه هي ميزة عن الخرسانة وفي طريقة اختبار الخرسانة المصنعة بشكل مكعبات والتي قد لا تكون معالجة بنفس الطريقة كالخرسانة الفعلية المستخدمة في الموقع، وحدات الطوب هي بالتالي منتجات حيث يمكن السيطرة المعقولة وبعض الحدود متوقعة للفشل.

صناعة المونة في الحاضر لها مشاكل مختلفة، على الرغم من أنه يتم تصنيعها من مواد مشابهة للخرسانة في العديد من المواقع هناك سيطرة أقل على خلط المكونات والتي تتم عادة بشكل دفعات أصغر من الخرسانة وليس هناك سوى تحكم محدود في وضع المونة، ولذلك هناك احتمال أكبر للفشل، ولكن في مواقع أكبر حيث المتعاقد قادر على إنشاء تنظيم جيد للموقع وفحص للمواد بحيث لا تصبح غير مناسبة للتكلفة فمن الممكن تطبيق درجة تحكم أعلى على كافة إنتاج الطوب وبالتالي فإنه من المفيد اختلاف هذا العامل الجزئي للأمان على تصميم البناء بالطوب من موقع الى آخر، وبالتالي يصبح من الضروري وفي مرحلة مبكرة الوصول الى تقييم درجة ضبط الجودة المتوقعة في الموقع وبالتالي استخدام العامل الجزئي.

## 3-6 أهم ما يجب إتباعه عند البناء بنظام الحوائط الحاملة

1- ضرورة ملء فتحات الطوب في أركان المبنى بالخرسانة وبامتداد 20سم في الاتجاهين مع وضع سيخ حديد في كل فتحه يمتد من الميدة الأرضية وحتى آخر السقف العلوى.

2- ملء تقاطعات الحوائط بامتداد20سم في كل اتجاه مع وضع سيخ حديد في كل فتحه يمتد من الميدة الأرضية وحتى آخر السقف العلوي.

3- ملء جوانب فتحات النوافذ والأبواب بالخرسانة مع وضع سيخه حديد تسليح واحدة فيها تمتد حتى فتحة العتبة.

4- الحوائط الحاملة للسلم تكون مليئة بالخرسانة مع وضع سيخ حديد في كل فتحه يمتد من الميدة الأرضية وحتى آخر السقف العلوى.

5- تجنب التكسير في أي جزء تم بناءه وإن تطلب ذلك فيكون بشكل لا يعرض الطوب للخلخلة.

6- العناية التامة بالعزل المضاد للرطوبة في كفاءة أجزاء المباني أسفل أرضية الدور الأرضي وذلك باستخدام بيتومين مطاطي سائل وبحيث يعطي سمكا لا يقل عن 3-2 ملم.

8- محاولة تسليك مواسير الكهرباء في الحوائط أثناء بناء الطوب وبشكل متوازي مع عملية البناء منعا للتكسير وخلخلة الطوب لاحقاً.

9- مراعاة أن يكون عرض فتحات الأبواب والنوافذ أقل ما يمكن بحيث لا يتجاوز عرض الفتحة إرتفاعها.

## 3-7 الخصائص العامة لمباني الحوائط الحاملة

1- تنتقل الأحمال الميته والحيه من الأسقف إلى الحوائط.

2- تنقل الحوائط الأحمال بالإضافة الى وزنها الذاتي إلى الحوائط التي أسفلها حتى تصل إلى الأساس المستمر تحت الحوائط.

3- يقوم الأساس بتوزيع الأحمال على طبقة التربة الصالحة للتأسيس

4- يتزايد سمك الحوائط كلما اقتربنا من منسوب التأسيس.

5- يختلف سمك الحائط الداخلي عن الخارجي، حتى لا يؤثر على شكل الحائط يكون الاختلاف من الداخل.

6- وجود الفتحات في الحوائط الإنشائية يضعف قدرتها على التحمل وبالتالي يجب التقليل من مسطحها وتنفيذ فتحات النوافذ بحيث يكون العرض قليل والارتفاع كبير.

7-لا يجب عمل تعديلات داخليه في هذا العمل من المباني دون اتخاذ الاحتياطات اللازمة لضمان عدم انهيار المبنى.

8- تحديد سمك الحائط الحامل تبعاً لارتفاع المبنى.

## 3-8إجراءات الأمان

عند تصميم المنشآت الحوائط الحاملة فإن حسابات التصميم لابد أن تضمن تحقيق معامل أمان كافي لاستيفاء صلاحية المنشأ للاستخدام حيث أنه لابد أن يكون المنشأ ككل وعناصره آمناً ضد الانهيار مع توافر المتانة الكافية لمقاومة كل الأحمال الخارجية المباشرة وغير المباشرة التي سوف يتعرض لها المنشأ خلال فترة إنشائه وخلال عمره الافتراضي للاستخدام.

لهذا تتطلب مزايا التشغيل وقابلية الحوائط الحاملة للاستخدام ضرورة استيفاء الشروط التالية:

- أن يكون المنشأ بكل عناصره أمناً ضد الانهيار.

- أن تكون التشكيلات كالترخيم في العناصر المختلفة صغيراً في الحدود المسموح بها والتى تقررها مواصفات الكودات المختلفه.

- أن تظل الشروخ المتولدة إن وجدت ذات إتساعات وعروض محدده تتمشى أيضاً مع الحدود المسموح بها لسعة وعرض الشروخ المسموح بها والتي تقررها أيضاً المواصفات و الكودات المختلفة.

- أن يتوفر في المنشأ المتانة الكافية لمقاومة التأثيرات الديناميكية بحيث تكون الاهتزازات المتولدة عنها في المنشآت أقل ما يمكن.

- الاختلاف الناتج عن قيم الأحمال الحقيقية وشكل توزيعها عن تلك المأخوذة في الاعتبارات عند التصميم.

- الفروض والأسس والتبسيطات المتبعة في طرق التحليل والتصميم المختلفة سواء على مواد المستخدمة أو الأحمال التي ينجم عنها تأثيرات للأحمال الخارجية تختلف عن التأثيرات الفعلية الحقيقية.

- اختلاف السلوك الانشائي للعناصر.

- سوء التنفيذ الذي ينجم عنه اختلاف الأبعاد الهندسية.

- اختلاف كمية حديد التسليح وطريقة وضعه أثناء التنفيذ عن الكميات المحددة.

- اختلاف المقاومة الحقيقية عن المحددة بواسطة المصمم نتيجة لسوء التنفيذ.

## 3-9 الأحمال المباشرة والغير المباشرة

**الأحمال المباشرة:**

وهى القوى التي عادةً ما يتعرض لها العنصر الإنشائي أو المنشأ ككل وهي:

- الأحمال الدائمة أو الميتة.

- الأحمال الإضافية أو الحية.

**الأحمال غير المباشرة**

وهى القوى الناتجة عن تغيرات درجة حرارة المنشأ وانكماش الخرسانة و زحف الخرسانة.

يجب عند حساب الأحمال المؤثرة على عنصر معين تعين كل حمل حسب نوعيته كما يلي:

### 3-9-1اولاً: الأحمال الميتة:

تعرف الأحمال الدائمة بأنها القوة الناتجة عن الجاذبية الأرضية كالأثقال على مختلف أنواعها سواء الأثقال الذاتية أو القوى الجانبية مثل ضغط التربة....الخ.

### 3-9-2 ثانياً: الأحمال الحية:

يمكن تعريف هذه الاحمال كالآتي:

- الأثقال والأحمال الإستاتيكية التي يمكن نقلها من مكان لآخر.

- أثقال وأحمال الأشخاص مستعملي المنشأ شرط أن يؤخذ في الاعتبار في تقدير الأحمال تأثير العامل الديناميكي في حالة وجوده كما يحدث في صالات الاجتماعات مثل الأحمال أثناء التنفيذ.

# الباب الرابع

# منهجية البحث

# البـــــاب الرابـــــع

# منـهجيـــــة البحـــــث

## 1-4 مقدمة

سوف نتطرق في هذا الباب لمنهجية البحث وهي عبارة عن تصميم لمبني بنظام الحوائط الحاملة (حوائط، أبيام، أسقف) حتي يتسنى حساب الكميات للمبنى. بالإضافة إلى حساب وتقدير التكلفة للنظامين (مبنى الطوب الأحمر ومبنى الألواح المعزولة)، وايضاً عمل التخطيط الزمني للنظامين بإستخدام برنامج (Microsoft Project).

| component | Designed by : | Page NO : |
|---|---|---|
| | Checked by : | |

| Re | Calculations | output |
|---|---|---|

**Design of wall**

**1- Determine dimension brickwork:**

B = 90.2 mm

D = 47.8 mm

L = 186.4 mm

**2- Determine type mix use in mortar:**

[cement : sand ]1 : 4

Mean compressive strength at 28 day = ($N/mm^2$)

Table (5.3) in masonry design

(site tests) = 2.5

**3- Compressive strenght of unit ($N/mm^2$)**

BS5628 Table 2(a)

(fk) = 1.83 $N/mm^2$

**4- Partial factors of safety on materials**

$(\gamma m)$ for compression = 3.5

BS5628 Table 4(a) &4(b)

5- **Density of brick** = 11.268 $KN/m^3$

6- **Depth which we use in mortar** = (1-1.3) cm

**Check of slenderness ratio:**

$$SR = \frac{hef(effective\ height)}{tef(effective\ thickness)}$$

$$= \frac{2.68}{0.1864} = 14.38 < 27 \ \therefore ok$$

**Design strength** $= \frac{\text{fk(characteristic compressive strength)}}{\gamma\text{m(partial safty factor for materials)}}$

$$= \frac{1.83}{3.5} = 0.523\ \text{N/mm}^2$$

| component | Designed by : | Page NO : |
|---|---|---|
| | Checked by : | |

| Re | Calculations | output |
|---|---|---|
| Bs639 part ш | **Stage 1 calculate Design load on wall $n_w$:**<br>-The loading may be assumed as Characterstic dead loads<br>Roof = 3.48 KN/$m^2$<br>**Dead Load:-**<br>$\rightarrow$ **Beam self weight** $= 24 * 0.2 * 0.2 = 0.96\ KN/m$<br>**Characteristic super imposed loads** = 1.5 KN/$m^2$<br>**Area of shape 1:**<br>$= 2\left(\frac{1}{2} * 1.5 * 1.5\right) + (1.5 * 1) = 3.75m^2$<br>**Area of shape 2:**<br>$= \left(\frac{1}{2} * 2 * 1.5 * 1.5\right) + (1.5 * 1) = 3.75\ m^2$<br>**Loads on shape 1 to the wall:**<br>$3.75 * 3.48 = \frac{13.05}{1.5} = 8.7 + 0.96 = 9.66KN/m$<br>**Loads on shape 2 to the wall:**<br>$3.75 * 3.48 = \frac{13.05}{1.5} = 8.7\ KN/m$<br>$\sum \boldsymbol{D.L} = \mathbf{9.66 + 8.7 = 18.36\ kN/m} \rightarrow$**Eq. 1**<br>**Life load: L.L**<br>**Loads on shape 1 to the wall:**<br>$3.75 * 1.5 = \frac{5.625}{1.5} = 3.75\ KN/m$<br>**Loads on shape 2 to the wall:**<br>$3.75 * 1.5 = \frac{5.625}{1.5} = 3.75\ KN/m$<br>$\sum \boldsymbol{L.L = 3.75 + 3.75 = 7.5\ KN/m \rightarrow Eq.2}$ | |

| component | Designed by : | Page NO : |
|---|---|---|
| | Checked by : | |

| Re | Calculations | output |
|---|---|---|
| | **Wall own weight:**<br>Assume density of plaster = 21 KN/m$^3$<br>12mm plaster both sides = 2 * 0.012 * 21 * 2.85 = 1.552 KN/m<br>186.4mm brickwall = 0.1864 * 11.268 * 2.85 = 6.196 KN/m<br>$\sum = 1.486 + 6.196 = 7.682\ KN/m$<br>$GK = 7.682 + 18.36 = 26.042\ KN/m$<br>**Design load on wall $n_w$:**<br>$n_w$ = (1.4 * 26.042) + (1.6 * 7.5) = 48.459 KN/m → Eq 3<br>**stage 2 calculate design strength of wall**<br>**Design strengh** $= \frac{\beta.t.fk}{\gamma m}$<br>Determine capacity reduction factor effective height , hef = 2650mm<br>Table 5.13 masonry $\beta = 0.846$<br>**Calculate characteristic strength** $\boldsymbol{fk}$<br>→Eq 3 $fk = \frac{nw}{\beta t} = \frac{48.459}{0.846*186.4} = 0.307\ N/mm^2$ | |

| component | Designed by : | Page NO : |
|---|---|---|
| | Checked by : | |

| Re | Calculations | output |
|---|---|---|

**Design of ground storey**

**Assume width of wall** = 286.6 mm

**Check of slenderness ratio:**

$SR = \frac{2.65}{0.2866} = 9.25 < 27 \quad \therefore ok$

**Stage 1 calculate design load on wall $n_w$:**

The loading may be assumed as:Charactersistic dead loads

Floor = 4.64 KN/$m^2$

**Dead Load:-**

$\rightarrow$ **Beam self weight** $= 24 * 0.2 * 0.3 = 1.44$ KN/m

**Characteristic super – imposed loads** = 1.5 KN/m2

**Loads on shape 1 to the wall:**

$3.75 * 4.64 = \frac{17.4}{1.5} = 11.6 + 1.44 = 13.04$ KN/m

**Loads on shape 2 to the wall:**

$3.75 * 4.64 = \frac{17.4}{1.5} = 11.6$ KN/m

$$\sum \mathbf{D.L = 13.04 + 11.6 = 2\ 464\ KN/m \rightarrow Eq\ 4}$$

**Life load: L.L**

**Loads on shape 1 to the wall**

$3.75 * 1.5 = \frac{5.625}{1.5} = 3.75\ KN/m$

**Loads on shape 2 to the wall**

$3.75 * 1.5 = \frac{5.625}{1.5} = 3.75\ KN/m$

$$\sum \boldsymbol{L.L = 3.75 + 3.75 = 7.5\ KN/m \rightarrow Eq\ 5}$$

| Component | Designed by : | Page NO : |
|---|---|---|
| | Checked by : | |

| Re | Calculations | output |
|---|---|---|

**Design of beam**

**Calculate design load on beam:**

Assume beam width = 186.4 mm

Assume beam depth = 200 mm

**-Design load on wall ($n_w$)**

$n_w$ = 48.459 N/mm

**- Design load on wall + Floor**

$n_w$ = (1.4 * 24.64) + (1.6 * 7.5) = 46.50 N/mm

$\sum = 48.45 + 46.50 = 94.95 N/mm$ → Eq 8

Table 2.2 Bs 8110 part I

$$\frac{94.95}{186.4} = 0.510\ N/mm^2$$

**Calculate Design strength of Beam:**

$\gamma m$= 1.5

→Eq 7

$$\frac{\text{fcu}}{\gamma\text{m}} = \frac{25}{1.5} = 16.667\ \text{N/mm}^2 > 0.510\ N/m\text{m}^2 \ \therefore \text{ok}$$

| Component | Designed by : | Page NO : |
|---|---|---|
| | Checked by : | |

| Re | Calculations | output |
|---|---|---|

**Design of grade beam**

Assume width grade beam = 573.2 mm

**Calculate design load on grade beam:**

**grade beam self weight** = 0.4 * 0.5732 * 24 = 5.503 * 1.4 = 7.704 N/mm

$n_w$ = 109.985 N/mm

$\sum = 109.985 + 7.704 = 117.689\ N/mm \rightarrow$ Eq 10

$$\frac{117.689}{573.2} = 0.205\ \mathrm{N/mm^2}$$

**Calculate design strength of grade beam:**

$\gamma m$= 1.5

$$\frac{\mathrm{fcu}}{\gamma \mathrm{m}} = 16.667\ \mathrm{N/mm^2} > 0.205\ N/m\mathrm{m}^2 \ \therefore \mathrm{ok}$$

| component | Designed by : | Page NO : |
|---|---|---|
| | Checked by : | |

| Re | Calculations | output |
|---|---|---|

→Eq 8

## Design of step

**Calculate design load on step:**

- Assume width of step 286.6 mm
- Assume depth of step = 200 mm

$n_w$ = 94.95 N/mm

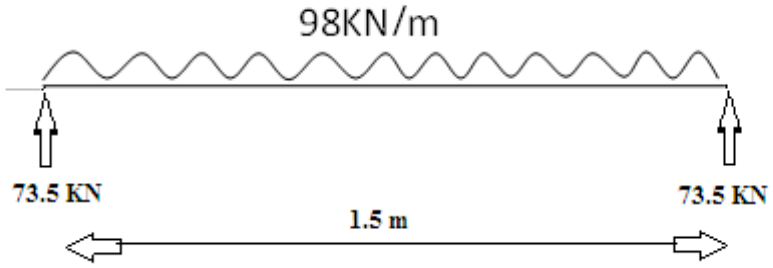
**Weight of the wall over the step :**

= hight * thickness * Density of brick

= 0.25 * 0.2866 * 11.268 = 0.807 *1.4 = 1.13N/mm

**-Step self weight** = 0.2 * 24 * 0.2866 = 1.376 * 1.4 = 1.926 N/mm

$$\sum = 94.95 + 1.13 + 1.92\ 6 = 98\ N/mm \rightarrow \text{Eq 9}$$




**-Maximum Bending Moment** $= \frac{\omega L^2}{8} = \frac{98*1.5^2}{8} = 27.56$ KN. m

**-Reaction** = 73.5 KN

| Component | Designed by : | Page NO : |
|---|---|---|
| | Checked by : | |

| Re | Calculations | output |
|---|---|---|

**-length of step inter in the wall:**

$fk$ * t * L = Reaction

0.523 * 286.6 * L = 73500 N

L = 490.354 mm

**-Required Length:**

1.5 L = 1.5 * 490.354 mm

= 735.53 mm ≃ 750 mm

**- The load on the length 750 mm**

Design load = 98

$$n_w = 98 * 0.75 = 73.5 \text{ KN}$$

**The load on the Length 750 mm + Reaction**

$$\sum = (73.5 + 73.5) * 10^3 = 147000 \text{ N}$$

**Check of step strength:**

750 * 286.6 * 0.523 = 112418.58 N < 147000 N $\quad \therefore \boldsymbol{ok}$

$$\rightarrow d = h - c - \frac{\emptyset}{2} = 200 - 25 - 6 = 169mm$$

$$\rightarrow k = \frac{M}{bd^2 fcu} = \frac{27.56*10^6}{286.6*169^2*25} = 0.135 < 0.156 \ \therefore singly\ Reinforecd$$

$$\rightarrow z = d\left[0.5 + \sqrt{0.25 - \frac{0.135}{0.9}}\right] = 0.82d < 0.95d$$

$$\therefore z = 0.82 * 169 = 138.158\, mm$$

$$\rightarrow As = \frac{M}{0.95 fyz} = \frac{27.56*10^6}{0.95*460*138.158} = 456mm^2$$

Use 5H12 ($As_{prov=}$ 566$mm^{2)}$

RA = 73.5 KN

$$\rightarrow v = \frac{v}{bd} = \frac{73.5*10^3}{286.6*169} = 1.517 \text{ N/mm}^2 < 0.8\sqrt{fcu} = 0.8*\sqrt{25} = 4 \text{ N/mm}^2$$

**OK**

| component | Designed by : | Page NO : |
|---|---|---|
| | Checked by : | |

| Re | Calculations | output |
|---|---|---|

$$\rightarrow v_c = \frac{0.79}{1.25}\left[\frac{100Asprov}{bvd}\right]^{\frac{1}{3}}\left[\frac{400}{d}\right]^{\frac{1}{4}}$$

$$\frac{100A_{s\ provide}}{bvd} = \frac{100*566}{286.6*169} = 1.169 < 3 \qquad \therefore \text{ ok}$$

$$\left[\frac{400}{d}\right]^{\frac{1}{4}} = \left[\frac{400}{169}\right]^{\frac{1}{4}} = 1.24 > 1 \qquad \therefore ok$$

$$Vc = \frac{0.79}{1.25} * (1.169)^{\frac{1}{3}} * 1.24 = 0.831\ N/mm^2$$

$$(vc + 0.4) < v < 0.8\sqrt{fcu}$$

$1.23 < 1.517 < 4 \qquad \therefore$ ok

$$\rightarrow \frac{Asv}{Sv} = \frac{(v-vc)bv}{0.95fyv}$$

$$\frac{Asv}{Sv} = \frac{(1.517-0.831)*286.6}{0.95*250}$$

$$\frac{\left(\frac{\pi*8^2}{4}\right)*2}{Sv} = 0.84$$

$$S_v = 119.68\ mm$$

**Maximum spacing between bars:**

$Sv = 0.75\ d$

$Sv = 0.75*169 = 126.75mm^2$

Use $s_v = 100$ mm

Provide H8 links@100 mmc/c

| component | Designed by : | Page NO : |
|---|---|---|
| | Checked by : | |

| Re | Calculations | output |
|---|---|---|

**Check For Deflection :-**

$(L/d)_{ACT} \leq (L/d)_{limit}$

$\rightarrow (L/d)_{ACT} = \frac{1500}{169} = 8.876$

Table 3.9 $\rightarrow (L/d)_{Basic} = 20$

Table 3.10 $\rightarrow m_{ft} = 0.55 + \frac{(477-fs)}{120\left(0.9+\frac{M}{bd^2}\right)}$

$\hookrightarrow fs = \frac{2}{3} fy \frac{Asreq}{Asprov} = \frac{2}{3} * 460 * \frac{456}{566} = 247.067 N/mm^2$

$\rightarrow m_{ft} = 0.55 + \frac{[477-247.067]}{120[0.9+3.367]} = 0.998 < 2 \quad ok$

$\rightarrow (L/d)_{limit} = 0.998*20 = 19.96$

$8.876 < 19.96$ **ok**

**Design of strip foundation**

**Calculate design load on strip foundations**

**Assume width of foundation** = 573.2 mm

**The load on foundation** = 127.159 N/mm

→Eq 10 $n_w = \frac{117.689}{573.2} = 0.205 N/mm^2 < 0.523 N/mm^2 \therefore ok$

| Component | Designed by : | Page NO : |
|---|---|---|
| | Checked by : | |

| Re | Calculations | output |
|---|---|---|

**Design of floor slap**

**Panel ❶:-**

**Direction (x-x):-**

n = 8.896 KN/m$^2$

Eq 14 Bs8110

$m_{sx} = \beta_{sx}.w.L_x^2$

Table 3.14

→ -ve $\beta_{sx} = 0.044$

→+ve $\beta_{sx} = 0.035$

-ve m = 0.044*8.896*3$^2$ = 3.52 KN.m

+ve m = 0.035*8.896*3$^2$ = 2.80 KN.m

**Design for (-ve m =3.52 KN.m) :**

→ d = h-c-Ø/2 (Assume Ø = 10 mm)

= 150-25-5 = 120 mm

→ K= $\frac{3.52*10^3}{120^2*25}$ = 0.009 < 0.156 >>>>> single

→ z/d = 0.5+$\sqrt{0.25 - \frac{0.009}{0.9}}$ = 0.99 >>>> Not Ok

**use z/d = 0.95**

→ z = 0.95*120 = 114 mm

→ $A_s = \frac{3.52*10^6}{095*460*114}$ = 71 mm$^2$

→ $A_{s\ min} = \frac{0.13*1000*150}{100}$ = 195 mm$^2$

use $A_{s\ min}$ = 195 mm$^2$

Table A(3)

Spacing =300mm

Use Ø10 @300 c/c >> $A_{sp}$ = 262 mm$^2$

| component | Designed by : | Page NO : |
|---|---|---|
| | Checked by : | |

| Re | Calculations | output |
|---|---|---|

**Design for (+ve m =2.80 KN.m) :**

→ d = h-c-Ø/2 (Assume Ø = 10 mm)

= 150-25-5 = 120 mm

→ $K=\frac{2.80*10^3}{120^2*25} = 0.007 < 0.156$ >>>>> single

→ $z/d = 0.5+\sqrt{0.25-\frac{0.009}{0.9}} = 0.99$ >>>> Not Ok

**use z/d = 0.95**

→ z = 0.95*120 = 114 mm

→ $A_s = \frac{2.80*10^6}{095*460*114} = 57\ mm^2$

→ $A_{s\ min} = \frac{0.13*1000*150}{100} = 195\ mm^2$

use $A_{s\ min} = 195\ mm^2$

spacing=300 mm

Use Ø10 @300 c/c >> $A_{sp}$ = 262 $mm^2$

**Check For Deflection :-**

$(L/d)_{ACT} \leq (L/d)_{limit}$

→ $(L/d)_{ACT} = \frac{3000}{120} = 25$

Table 3.9 Bs8110

→ $(L/d)_{Basic} = 26$

→ $f_s = \frac{2*460*57}{3*262} = 66.7\ N/mm^2$

| component | Designed by : | Page NO : |
|---|---|---|
| | Checked by : | |

| Re | Calculations | output |
|---|---|---|

Table 3.10 Bs8110

$\rightarrow m_{ft} = 0.55 + \frac{477-66.7}{120(0.9+0.007*25)} = 3.7 > 2$ >>> Not OK

use $m_{ft} = 2$

$\rightarrow (L/d)_{limit} = 2*26 = 52$

$25 < 52$

**Check For shear :-**

$V \leq V_C$

$V = \frac{V_{sx}}{b.d}$

Eq 20 Bs8110 $\rightarrow V_{sx} = \beta_{vx}.n.L_x$

Table 3.15 Bs8110 $\hookrightarrow \beta_{vx} = 0.4$

$V_{sx} = 0.4*8.896*3 = 10.68$ KN

$V = \frac{10.68*10^3}{10^3*120} = 0.089$ N/mm$^2$

$V_c = \frac{0.79}{1.25} (\frac{100A_{sp}}{b.d})^{1/3} (\frac{400}{d})^{1/4} (\frac{f_{cu}}{25})^{1/3}$

$\rightarrow \frac{100A_{sp}}{b.d} = \frac{100*262}{1000*120} = 0.22 < 3$ >>>>> OK

$\rightarrow (\frac{400}{d})^{1/4} = (\frac{400}{120})^{1/4} = 1.35 > 0.67$ >>>>> OK

| Component | Designed by : | Page NO : |
|---|---|---|
| | Checked by : | |

| Re | Calculations | output |
|---|---|---|

$\rightarrow (\frac{f_{cu}}{25})^{1/5} = (\frac{25}{25})^{1/3} = 1$

$V_c = \frac{0.79}{1.25} * ((0.22)^{1/3} * (1.35) * 1) = 0.52$ N/mm$^2$

$0.089 < 0.52 \quad \therefore OK$

**Direction (y-y):-**

n = 8.896 KN/m$^2$

Eq 15 Bs8110 $m_{sy} = \beta_{sy}.w.L_y^2$

Table 3.14 Bs8110

$\rightarrow$ -ve $\beta_{sy} = 0.032$

$\rightarrow$ +ve $\beta_{sy} = 0.024$

-ve m = 0.032*8.896*3$^2$ = 2.56 KN.m

+ve m = 0.024*8.896*3$^2$ = 1.92 KN.m

**Design for (-ve m =2.56 KN.m) :**

$\rightarrow$ d = h-c-Ø/2 (Assume Ø = 10 mm)

= 150-25-5 = 120 mm

$\rightarrow$ K= $\frac{2.56*10^3}{120^2*25} = 0.007 < 0.156$ >>>>> single

$\rightarrow$ z/d = $0.5+\sqrt{0.25 - \frac{0.007}{0.9}} = 0.99$ >>>> Not Ok

**use z/d = 0.95**

| Component | Designed by : | Page NO : |
|---|---|---|
| | Checked by : | |

| Re | Calculations | output |
|---|---|---|

→ z = 0.95*120 = 114 mm

→ $A_s = \frac{2.56*10^6}{095*460*114} = 52$ mm$^2$

→ $A_{s\,min} = \frac{0.13*1000*150}{100} = 195$ mm$^2$

use $A_{s\,min}$ = 195 mm$^2$

spacing= 300mm

Use Ø10 @300 c/c >> Asprov = 262 mm$^2$

**Design for (+ve m =1.92 KN.m) :**

→ d = h-c-Ø/2 (Assume Ø = 10 mm)

= 150-25-5 = 120 mm

→ $K = \frac{1.92*10^3}{120^2*25} = 0.005 < 0.156$ >>>>> single

→ $z/d = 0.5+\sqrt{0.25 - \frac{0.005}{0.9}} = 0.99$ >>>> Not Ok

**use z/d = 0.95**

→ z = 0.95*120 = 114 mm

→ $A_s = \frac{1.92*10^6}{095*460*114} = 39$ mm$^2$

→ $A_{s\,min} = \frac{0.13*1000*150}{100} = 195$ mm$^2$

use $A_{s\,min}$ = 195 mm$^2$

spacing =300 mm

Use Ø10 @300 c/c >> Asprov = 262 mm2

| component | Designed by : | Page NO : |
|---|---|---|
| | Checked by : | |

| Re | Calculations | output |
|---|---|---|

**Check For shear :-**

$V \leq V_C$

$V = \frac{V_{sx}}{b.d}$

Eq 19 Bs8110

$\rightarrow V_{sy} = \beta_{vy}.n.L_x$

Table 3.05 Bs8110

$\hookrightarrow \beta_{vy} = 0.33$

$V_{sy} = 0.33*8.896*3 = 8.81$ KN

$$V = \frac{8.81*10^3}{10^3*120} = 0.073 \text{ N/mm}^2$$

Table 3.8 Bs8110

$$V_c = \frac{0.79}{1.25} \left(\frac{100A_{sp}}{b.d}\right)^{1/3} \left(\frac{400}{d}\right)^{1/4} \left(\frac{f_{cu}}{25}\right)^{1/3}$$

$$\rightarrow \frac{100A_{sp}}{b.d} = \frac{100*262}{1000*120} = 0.22 < 3 \quad >>>>> \text{OK}$$

$$\rightarrow \left(\frac{400}{d}\right)^{1/4} = \left(\frac{400}{120}\right)^{1/4} = 1.35 > 0.67 \quad >>>>> \text{OK}$$

$$\rightarrow \left(\frac{f_{cu}}{25}\right)^{1/5} = \left(\frac{25}{25}\right)^{1/3} = 1$$

$$V_c = \frac{0.79}{1.25} *( (0.22)^{1/3} * (1.35) * 1) = 0.52 \text{ N/mm}^2$$

$0.089 < 0.52$

| Component | Designed by : | Page NO : |
|---|---|---|
| | Checked by : | |

| Re | Calculations | output |
|---|---|---|
| | **Panel ❷:-** | |
| | **Direction (x-x):-** | |
| | n = 8.896 KN/$m^2$ | |
| Eq 14 Bs8110 | $m_{sx} = \beta_{sx}.w.L_x^2$ | |
| Table 3.14 | → -ve $\beta_{sx} = 0.05$ | |
| | →+ve $\beta_{sx} = 0.038$ | |
| | -ve m = 0.05*8.896*$4^2$ = 7.12 KN.m | |
| | +ve m = 0.038*8.896*$4^2$ = 5.41 KN.m | |
| | **Design for (-ve m = 7.12 KN.m) :** | |
| | → d = h-c-Ø/2 (Assume Ø = 10 mm) | |
| | = 150-25-5 = 120 mm | |
| | → K= $\frac{7.12*10^3}{120^2*25}$ = 0.02 < 0.156 >>>>> single | |
| | → z/d = 0.5+$\sqrt{0.25 - \frac{0.02}{0.9}}$ = 0.98 >>>> Not Ok | |
| | **use z/d = 0.95** | |
| | → z = 0.95*120 = 114 mm | |
| | → $A_s = \frac{7.12*10^6}{095*460*114}$ = 143 $mm^2$ | |
| | → $A_{s\ min} = \frac{0.13*1000*150}{100}$ = 195 $mm^2$ | Use Ø10 @300 c/c >> $A_{sp}$ = 262 $mm^2$ |
| | use $A_{s\ min}$ = 195 $mm^2$ | |
| | Spacing = 300 mm | |

| Component | Designed by : | Page NO : |
|---|---|---|
| | Checked by : | |

| Re | Calculations | output |
|---|---|---|

**Design for (+ve m =5.41 KN.m) :**

→ d = h-c-Ø/2 (Assume Ø = 10 mm)

= 150-25-5 = 120 mm

→ $K=\frac{5.41*10^3}{120^2*25} = 0.015 < 0.156$ >>>>> single

→ $z/d = 0.5+\sqrt{0.25-\frac{0.015}{0.9}} = 0.98$ >>>> Not Ok

**use z/d = 0.95**

→ z = 0.95*120 = 114 mm

→ $A_s = \frac{2.80*10^6}{095*460*114}$ = 57 $mm^2$

→ $A_{s\ min} = \frac{0.13*1000*150}{100}$ = 195 $mm^2$

use $A_{s\ min}$ = 195 $mm^2$

spacing = 300 mm

Use Ø10 @300 c/c >> $A_{sp}$ = 262 $mm^2$

| Component | Designed by : | Page NO : |
|---|---|---|
| | Checked by : | |

| Re | Calculations | output |
|---|---|---|

**Check For Deflection :-**

$(L/d)_{ACT} \leq (L/d)_{limit}$

$\rightarrow (L/d)_{ACT} = \frac{4000}{120} = 33.33$

Table 3.9 Bs8110

$\rightarrow (L/d)_{Basic} = 26$

$\rightarrow f_s = \frac{2*460*109}{3*262} = 127.58\ N/mm^2$

Table 3.10

$\rightarrow m_{ft} = 0.55 + \frac{477-127.58}{120(0.9+0.015*25)} = 2.8 > 2$ >>> Not OK

use $m_{ft} = 2$

$\rightarrow (L/d)_{limit} = 2*26 = 52$

$33.33 < 52$

| Component | Designed by : | Page NO : |
|---|---|---|
| | Checked by : | |

| Re | Calculations | output |
|---|---|---|

**Check For shear :-**

$V \leq V_C$

$V = \frac{V_{sx}}{b.d}$

$\rightarrow V_{sx} = \beta_{vx}.n.L_x$

Eq 14 Bs8110

Table 3.15

$\hookrightarrow \beta_{vx} = 0.43$

$V_{sx} = 0.43*8.896*4 = 15.3$ KN

$V = \frac{15.3*10^3}{10^3*120} = 0.13$ N/mm$^2$

Table 3.8

$V_c = \frac{0.79}{1.25} (\frac{100A_{sp}}{b.d})^{1/3} (\frac{400}{d})^{1/4} (\frac{f_{cu}}{25})^{1/3}$

$\rightarrow \frac{100A_{sp}}{b.d} = \frac{100*262}{1000*120} = 0.22 < 3$ >>>>> OK

$\rightarrow (\frac{400}{d})^{1/4} = (\frac{400}{120})^{1/4} = 1.35 > 0.67$ >>>>> OK

$\rightarrow (\frac{f_{cu}}{25})^{1/5} = (\frac{25}{25})^{1/3} = 1$

$V_c = \frac{0.79}{1.25} *( (0.22)^{1/3} * (1.35) * 1) = 0.52$ N/mm$^2$

$0.13 < 0.52$

| Component | Designed by: | Page NO : |
|---|---|---|
| | Checked by : | |

| Re | Calculations | output |
|---|---|---|
| Eq 15<br><br>Table 3.14 Bs8110 | **Direction (y-y):-**<br>n = 8.896 KN/$m^2$<br>$m_{sy} = \beta_{sy}.w.L_y^2$<br>→ -ve $\beta_{sy} = 0.037$<br>→+ve $\beta_{sy} = 0.028$<br>-ve m = 0.037*8.896*$3^2$ = 5.27 KN.m<br>+ve m = 0.028*8.896*$3^2$ = 3.99 KN.m<br>**Design for (-ve m = 5.27 KN.m) :**<br>→ d = h-c-Ø/2 (Assume Ø = 10 mm)<br>= 150-25-5 = 120 mm<br>→ K= $\frac{5.27*10^3}{120^2*25}$ = 0.015 < 0.156 >>>>> single<br>→ z/d = 0.5+$\sqrt{0.25-\frac{0.015}{0.9}}$ = 0.98 >>>> Not Ok<br>**use z/d = 0.95**<br>→ z = 0.95*120 = 114 mm<br>→ $A_s = \frac{5.27*10^6}{095*460*114}$ = 106 $mm^2$<br>→ $A_{s\ min} = \frac{0.13*1000*150}{100}$ = 195 $mm^2$<br>use $A_{s\ min}$ = 195 $mm^2$<br>spacing = 300 mm | Use Ø10 @300 c/c >> Asprov = 262 mm2 |

| Component | Designed by : | Page NO : |
|---|---|---|
| | Checked by : | |

| Re | Calculations | output |
|---|---|---|

**Design for (+ve m = 3.99 KN.m) :**

→ d = h-c-Ø/2 (Assume Ø = 10 mm)

= 150-25-5 = 120 mm

→ $K=\frac{3.99*10^3}{120^2*25} = 0.011 < 0.156$ >>>>> single

→ $z/d = 0.5+\sqrt{0.25-\frac{0.011}{0.9}} = 0.99$ >>>> Not Ok

**use z/d = 0.95**

→ z = 0.95*120 = 114 mm

→ $A_s = \frac{3.99*10^6}{095*460*114} = 81\ mm^2$

→ $A_{s\ min} = \frac{0.13*1000*150}{100} = 195\ mm^2$

use $A_{s\ min} = 195\ mm^2$

spacing =300 mm

Use Ø10 @300 c/c >> $A_{sprov}$ = 262 $mm^2$

| Component | Designed by : | Page NO : |
|---|---|---|
| | Checked by : | |

| Re | Calculations | output |
|---|---|---|

**Check For shear :-**

$V \leq V_c$

$V = \frac{V_{sx}}{b.d}$

Eq 19 Bs8110

$\rightarrow V_{sy} = \beta_{vy}.n.L_x$

Table 3.15

$\hookrightarrow \beta_{vy} = 0.36$

$V_{sx} = 0.36*8.896*4 = 12.81$ KN

$$V = \frac{12.81*10^3}{10^3*120} = 0.11 \text{ N/mm}^2$$

Table 3.8

$$V_c = \frac{0.79}{1.25} \left(\frac{100A_{sp}}{b.d}\right)^{1/3} \left(\frac{400}{d}\right)^{1/4} \left(\frac{f_{cu}}{25}\right)^{1/3}$$

$$\rightarrow \frac{100A_{sp}}{b.d} = \frac{100*262}{1000*120} = 0.22 < 3 \quad >>>>> \text{OK}$$

$$\rightarrow \left(\frac{400}{d}\right)^{1/4} = \left(\frac{400}{120}\right)^{1/4} = 1.35 > 0.67 \quad >>>>> \text{OK}$$

$$\rightarrow \left(\frac{f_{cu}}{25}\right)^{1/5} = \left(\frac{25}{25}\right)^{1/3} = 1$$

$$\rightarrow V_c = \frac{0.79}{1.25} * ((0.22)^{1/3} * (1.35) * 1) = 0.52 \text{ N/mm}^2$$

$0.11 < 0.52$

| Component | Designed by : | Page NO : |
|---|---|---|
| | Checked by : | |

| Re | Calculations | output |
|---|---|---|

## Design of roof slab

**Estimation of loading :**

**Dead load :**

**Self weight :**

Assume the thickness = 12 Cm

→ɣ * Thick = 24 * 12 = 2.88 KN / $m^2$

**finishing :**

**الخفجة :**

→Density 12 KN / $m^3$

Thickness 5 Cm

→12 * 0.05 = 0.6 KN / $m^2$

→Dl = SW + finish

= 0.6 + 2.88 = 3.48 KN / $m^2$

**Imposed load :** 1.5 KN / $m^2$

**Design load :**

→ (1.4 * 3.48 ) + ( 1.6 * 1.5 ) = 7.272 KN / $m^2$

**Design of roof :**

N = 7.272 KN / $m^2$

| Component | Designed by : | Page NO : |
|---|---|---|
| | Checked by : | |

| Re | Calculations | output |
|---|---|---|
| | **Panel ❶ :** | |
| | **Direction ( x – x ) :** | |
| | **Moment** | |
| Eq 14 | $\rightarrow m_{sx} = \beta_{sx}\, n\, L_x^2$ | |
| | $\rightarrow L / L_X = 3.74 / 3$ | |
| | $\rightarrow$Ve : 1.2 - 0.042 | |
| | 1.25 - x | |
| | 1.3 - 0.046 | |
| | $\frac{1.25-1.3}{x-0.046} = \frac{1.2-1.25}{0.042-x}$ | |
| | X = 0.044 | |
| Table 3.14 | $\rightarrow$-Ve $\beta$ = 0.044 * 7.272 * 3 = 2.88 KN. m | |
| | $\rightarrow$+ Ve m = 0.035 * 7.272 * $3^2$ = 2.29 KN. m | |
| | **Design for moment : - Ve = 2.88** | |
| | $\rightarrow d = h - c - \frac{\phi}{2}$ | |
| | = 120 – 25 – 5 = 90 mm | |
| | $\rightarrow K = {}^{m}/_{bd^2 fcu}$ | |
| | $= 2.88 * 10^6 / 1000 * 90^2 * 25 = 0.014 < 0.0156$ *OK | |

| Component | Designed by : | Page NO : |
|---|---|---|
| | Checked by : | |

| Re | Calculations | output |
|---|---|---|
| | $\rightarrow Z/d = 0.5 + \sqrt{0.25 - 0.014/0.9}$<br>Use : $Z/d = 0.95$<br>Z = 0.95 * 90 = 85.5 mm<br>$\rightarrow As = \frac{M}{0.95*fy*Z}$<br>$= \frac{2.88*10^6}{0.95*460*85.5} = 78\ mm^2$<br>$\rightarrow As_{min} = \frac{0.13*1000*120}{100} = 156\ mm^2$<br>Spacing =300 mm<br>$\rightarrow As_{prov} = 262\ mm^2$<br>**Design for moment : + Ve = 2.29 KN.m**<br>$\rightarrow$d = 90 mm<br>$\rightarrow K = \frac{2.29*10^6}{10^3*90^2*25} = 0.011 < 0.156$ ( singly reinforced )<br>$\rightarrow Z/d = 0.5 + \sqrt{0.25 - 0.011/0.156}$<br>Use : $Z/d = 0.95$ As = 62 $mm^2$<br>$\rightarrow$Spacing = 300 mm | Use φ 10 @ 300 $c/c$<br>Use φ 10 @ 300 $c/c$ |

| Component | Designed by : | Page NO : |
|---|---|---|
| | Checked by : | |

| Re | Calculations | Output |
|---|---|---|
| | $\rightarrow As_{prov} = 262\ mm^2$ | |
| | **Check for deflection :** | |
| | m = 2.29 KN.m | |
| | $As_{req} = 62\ mm^2$ | |
| | $As_{prov} = 262\ mm^2$ | |
| | $L/d_{Act} \leq L/d_{Limit}$ | |
| | $\rightarrow L/d_{Act} = \frac{3000}{90} = 33.3$ | |
| | $\rightarrow L/d_{Limit} = L/d_{Basic} * M_{ft} * M_{fc}$ | |
| Table 3.9 | $\rightarrow L/d_{Basic} = 26$ | |
| | $\rightarrow f_s = \frac{2 fy * As\ req}{As\ prov} * \frac{1}{\beta b}$ | |
| | $\rightarrow \beta_{b=1}$ | |
| | $= \frac{2*460*62}{3*262} = 72.57\ KN/mm^2$ | |
| Table 3.10 | $\rightarrow M_{ft} = 0.55 + \frac{(477-72.57)}{120\,(0.9+0.011*25)} = 3.42 > 2$ Not OK | |
| | Use : $M_{ft} = 2$ | |
| | $\rightarrow M_{fs} = 1.0$ ( for singly reinforced ) | |

| Component | Designed by : | Page NO : |
|---|---|---|
| | Checked by : | |

| Re | Calculations | output |
|---|---|---|

$L/d$ Limit $= 26 * 2 * 1 = 52$

$33.3 < 52$ ( satisfied )

**Check for shear :**

$V \leq Vc$

$\rightarrow V = V_{SX} / b * d$

Eq 20

$\rightarrow V_{SX} = \beta_{vx} * n * L_x$

Table 3.15

$\rightarrow \beta_{vx} = 0.4$ $\left( Ly/Lx = 1.25 \right)$

$\rightarrow V_{SX} = 0.4 * 7.272 * 3 = 8.73$ KN

$\rightarrow V = \frac{8.73}{1000*90} = 0.097$ N / mm$^2$

Table 3.8

$\rightarrow Vc = \frac{0.79}{1.25} \left( \frac{100 \text{ As prov}}{b*d} \right)^{\frac{1}{3}} * (\frac{400}{d})^{\frac{1}{4}} * \left(\frac{fcu}{25}\right)^{\frac{1}{3}}$

$\frac{100\,As}{b*d} = \frac{100*262}{1000*90} = 0.29 < 3$ OK

$(\frac{400}{d})^{\frac{1}{3}} = (\frac{400}{90})^{2.5} = 1.4 > 0.67$ OK

$(\frac{fcu}{25})^{\frac{1}{3}} = (\frac{25}{25})^{\frac{1}{3}} = 1$

$\rightarrow Vc = \frac{0.79}{1.25} * 0.29^{\frac{1}{3}} * 1.4 * 1 = 0.58$ OK

$0.097 < 0.58$ OK

| Component | Designed by : | Page NO : |
|---|---|---|
| | Checked by : | |

| Re | Calculations | output |
|---|---|---|
| Eq 15<br>Table 3.14 | **Direction ( y – y ) :**<br>**Moment :** T – 3.14<br>$\rightarrow M_{sy} = \beta_{sy} * n * Lx^2$<br>-Ve m = $0.032 * 7.272 * 3^2 = 2.09$ KN.m<br>+ Ve m = $0.024 * 7.272 * 3^2 = 1.57$ KN.m<br><br>**Design of moment: -Ve = 2.09**<br>$\rightarrow K = \frac{2.09 * 10^6}{1000 * 90^2 * 25} = 0.01$<br>$\rightarrow Z/d = 0.95 \quad Z = 85.5$<br><br>$\rightarrow As_{req} = \frac{2.09 * 10^6}{0.95 * 460 * 85.5} = 56$ mm$^2$<br>$\rightarrow As_{min} = 156$ mm$^2$<br>$\rightarrow$Spacing = 300 mm<br>$\rightarrow As_{prov} = 262$ mm$^2$<br>**$\rightarrow$Design for moment : + Ve = 1.57 KN.m**<br>$\rightarrow K = \frac{1.57 * 10^6}{1000 * 90^2 * 25}$<br>$\rightarrow Z/d = 0.95 \quad Z = 85.5$<br><br>$\rightarrow As_{req} = \frac{1.57 * 10^6}{0.95 * 460 * 85.5} = 56$ mm$^2$ | Use φ 10<br>@ 300<br>$c/c$ |

| Component | Designed by : | Page NO : |
|---|---|---|
| | Checked by : | |

| Re | Calculations | output |
|---|---|---|
| | $\rightarrow As_{min} = 156\ mm^2$ | |
| | $\rightarrow$Spacing = 300 mm | Use φ 10 @ 300 $c/c$ |
| | $\rightarrow As_{prov} = 262\ mm^2$ | |
| | **Check for shear :** | |
| | $V \leq Vc$ | |
| | $\rightarrow V = V_{Sy} / b * d$ | |
| Eq 19 | $\rightarrow V_{Sy} = \beta_{vy} * n * L_x$ | |
| Table 3.15 | $\rightarrow \beta_{vy} = 0.33$ | |
| | $\rightarrow V_{Sy} = 0.33 * 7.272 * 3 = 7.2$ KN | |
| | $\rightarrow V = \frac{7.2 * 10^3}{1000 * 90} = 0.08\ N / mm^2$ | |
| Table 3.8 | $\rightarrow Vc = \frac{0.79}{1.25} \left( \frac{100\ As\ prov}{b*d} \right)^{\frac{1}{3}} * (\frac{400}{d})^{\frac{1}{4}} * \left(\frac{fcu}{25}\right)^{\frac{1}{3}}$ | |
| | $\frac{100\ As}{b*d} = \frac{100*262}{1000*90} = 0.29 < 3$ OK | |
| | $(\frac{400}{d})^{\frac{1}{3}} = (\frac{400}{90})^{2.5} = 1.4 > 0.67$ OK | |
| | $(\frac{fcu}{25})^{\frac{1}{3}} = (\frac{25}{25})^{\frac{1}{3}} = 1$ | |
| | $\rightarrow Vc = \frac{0.79}{1.25} * 0.29^{\frac{1}{3}} * 1.4 * 1 = 0.58$ OK | |
| | $0.08 < 0.58$ OK | |

| Component | Designed by : | Page NO : |
|---|---|---|
| | Checked by : | |

| Re | Calculations | Output |
|---|---|---|
| Eq 14<br><br>Table 3.14 | **Panel ❷ :**<br>**Direction ( x – x ) :**<br>**Moment**<br>$\rightarrow m_{sx} = \beta_{sx}\, n\, L_x^2$<br>$\rightarrow L / L_X = 5/4$<br>-Ve $\beta_{sx}$ = 0.05<br>+ Ve $\beta_{sx}$ = 0.038<br>$\rightarrow$- Ve m = 0.05 * 7.272 * $4^2$ = 5.82 KN. m<br>$\rightarrow$ + Ve m = 0.038 * 7.272 * $4^2$ = 4.42 KN. m<br>**Design for moment : - Ve = 5.82**<br>$\rightarrow d = h - c - \frac{\phi}{2}$<br>= 120 – 25 – 5 = 90 mm<br>$\rightarrow K = {}^{m}/_{bd^2 fcu}$<br>= 5.32 * $10^6$ / 1000 * $90^2$ * 25 = 0.029 < 0.0156 ( singly ) *OK | |

| Component | Designed by : | Page NO : |
|---|---|---|
| | Checked by : | |

| Re | Calculations | output |
|---|---|---|
| | $\rightarrow {}^{Z}/_{d} = 0.5 + \sqrt{0.25 - {}^{0.014}/_{0.9}} = 0.97$<br>$\rightarrow$Use : ${}^{Z}/_{d} = 0.95$<br>$\rightarrow Z = 0.95 * 90 = 85.5$ mm<br>$\rightarrow As = \frac{M}{0.95 * fy * Z}$<br>$= \frac{5.82 * 10^{6}}{0.95 * 460 * 85.5} = 156$ mm$^2$<br>$\rightarrow As_{min} = \frac{0.13 * 1000 * 120}{100} = 156$ mm$^2$<br>$\rightarrow$Spacing = 300 mm<br>$\rightarrow As_{prov} = 262$ mm$^2$<br>**Design for moment : + Ve = 4.42 KN.m**<br>$\rightarrow d = 90$ mm<br>$\rightarrow K = \frac{4.42 * 10^{6}}{10^{3} * 90^{2} * 25} = 0.022 < 0.156$ ( singly reinforced )<br>$\rightarrow {}^{Z}/_{d} = 0.5 + \sqrt{0.25 - {}^{0.022}/_{0.156}}$<br>Use : ${}^{Z}/_{d} = 0.95$ As = 119 mm$^2$ | Use φ 10<br>@ 300<br>${}^{c}/_{c}$ |

| component | Designed by : | Page NO : |
|---|---|---|
| | Checked by : | |

| Re | Calculations | output |
|---|---|---|
| | $\rightarrow As_{min} = 156\ mm^2$ | |
| | $\rightarrow$Spacing $= 300$ mm | Use φ 10 @ 300 $c/c$ |
| | $\rightarrow As_{prov} = 262\ mm^2$ | |
| | **Check for deflection :** | |
| | $\rightarrow (L/d)_{Act} \leq (L/d)_{Limit}$ | |
| | $(L/d)_{Act} = \frac{4000}{90} = 44.44$ | |
| | $\rightarrow (L/d)_{Limit} = (L/d)_{Basic} * M_{ft} * M_{fc}$ | |
| Table 3.9 | $\rightarrow (L/d)_{Basic} = 26$ | |
| | $\rightarrow f_s = \frac{2 fy * As\ req}{As\ prov} * \frac{1}{\beta b}$ | |
| | $\rightarrow \beta_{b=1}$ | |
| | $= \frac{2*460*119}{3*262} = 139.29\ KN/mm^2$ | |
| Table 3.10 | $\rightarrow M_{ft} = 0.55 + \frac{(477-156)}{120\,(0.9+0.022*25)} = 2.5 > 2$ Not OK | |
| | Use : $M_{ft} = 2$ | |
| | $\rightarrow M_{fs} = 1.0$ ( for singly reinforced ) | |
| | $\rightarrow (L/d)_{Limit} = 26 * 2 * 1 = 52$ | |
| | $44.4 < 52$ ( satisfied ) | |

| component | Designed by : | Page NO : |
|---|---|---|
| | Checked by : | |

| Re | Calculations | output |
|---|---|---|

## Check for shear :

$V \leq Vc$

$\rightarrow V = V_{SX} / b * d$

Eq 20 $\rightarrow V_{SX} = \beta_{vx} * n * L_x$

Table 3.15 $\rightarrow \beta_{vx} = 0.43$

$\rightarrow V_{SX} = 0.43 * 7.272 * 4 = 12.51$ KN

$\rightarrow V = \frac{12.51}{1000*90} = 0.14$ N / mm$^2$

Table 3.8 $\rightarrow Vc = \frac{0.79}{1.25} \left( \frac{100 \text{ As prov}}{b*d} \right)^{\frac{1}{3}} * (\frac{400}{d})^{\frac{1}{4}} * \left(\frac{fcu}{25}\right)^{\frac{1}{3}}$

$\frac{100\ As}{b*d} = \frac{100*262}{1000*90} = 0.29 < 3$ OK

$(\frac{400}{d})^{\frac{1}{3}} = (\frac{400}{90})^{2.5} = 1.4 > 0.67$ OK

$(\frac{fcu}{25})^{\frac{1}{3}} = (\frac{25}{25})^{\frac{1}{3}} = 1$

$\rightarrow Vc = \frac{0.79}{1.25} * 0.29^{\frac{1}{3}} * 1.4 * 1 = 0.58$ OK

$0.14 < 0.58$ OK

| component | Designed by : | Page NO : |
|---|---|---|
| | Checked by : | |

| Re | Calculations | Output |
|---|---|---|
| Eq 15<br><br>Table 3.14 | **Direction ( y – y ) :**<br><br>**Moment : T – 3.14**<br><br>$\rightarrow M_{sy} = \beta_{sy} * n * Lx^2$<br><br>→-Ve m = 0.037 * 7.272 * $4^2$ = 4.31 KN.m<br><br>→+ Ve m = 0.028 * 7.272 * $4^2$ = 3.26 KN.m<br><br>**Design of moment : -Ve = 4.31**<br><br>→ K = $\frac{4.31* 10^6}{1000*90^2*25}$ = 0.021<br><br>$Z/_d$ = 0.95 Z = 85.5<br><br>→As $_{req}$ = $\frac{4.31*10^6}{0.95*460*85.5}$ = 116 $mm^2$<br><br>→As $_{min}$ = 156 $mm^2$<br><br>→Spacing = 300 mm<br><br>→ As $_{prov}$ = 262 $mm^2$<br><br>**Design for moment : + Ve = 3.26 KN.m**<br><br>→K = $\frac{3.26* 10^6}{1000*90^2*25}$ = 0.016<br><br>→$Z/_d$ = 0.95 Z = 85.5<br><br>→As $_{req}$ = $\frac{3.26*10^6}{0.95*460*85.5}$ = 88 $mm^2$ | Use φ 10 @ 300 $c/_c$ |

| component | Designed by : | Page NO : |
|---|---|---|
| | Checked by : | |

| Re | Calculations | output |
|---|---|---|
| | $\rightarrow As_{min}$ = 156 $mm^2$ | |
| | →Spacing = 300 mm | |
| | $\rightarrow As_{prov}$ = 262 $mm^2$ | Use φ 10 @ 300 $^{c}/_{c}$ |
| | **Check for shear :** | |
| | V ≤ Vc | |
| | →V = $V_{SY}$ / b * d | |
| Eq 19 | $\rightarrow V_{SY} = \beta_{vY} * n * L_x$ | |
| Table 3.15 | $\rightarrow \beta_{vy} = 0.36$ | |
| | $\rightarrow V_{Sy} = 0.36 * 7.272 * 4 = 10.47$ KN | |
| | $\rightarrow V = \frac{10.47 * 10^3}{1000 * 90} = 0.12$ N / $mm^2$ | |
| Table 3.8 | $\rightarrow Vc = \frac{0.79}{1.25} \left( \frac{100\ As\ prov}{b*d} \right)^{\frac{1}{3}} * (\frac{400}{d})^{\frac{1}{4}} * \left(\frac{fcu}{25}\right)^{\frac{1}{3}}$ | |
| | $\frac{100\ As}{b*d} = \frac{100*262}{1000*90} = 0.29 < 3$ OK | |
| | $(\frac{400}{d})^{\frac{1}{3}} = (\frac{400}{90})^{2.5} = 1.4 > 0.67$ OK | |
| | $(\frac{fcu}{25})^{\frac{1}{3}} = (\frac{25}{25})^{\frac{1}{3}} = 1$ | |
| | $\rightarrow Vc = \frac{0.79}{1.25} * 0.29^{\frac{1}{3}} * 1.4 * 1 = 0.58$ OK | |
| | $0.12 < 0.58$ OK | |
| | ( Satisfied ) | |

جدول (4-1) يبين تفاصيل التصميم وحديد التسليح

| Member Type | | Dimension(mm) | Reinforcement |
|---|---|---|---|
| Wall | Ground Floor | 286.6*2650 | ———— |
| | Others Floors | 186.4*2680 | ———— |
| Beam | Ground Floor | 186.4*200 | Use 4 H 12 |
| | Others Floors | 286.6*200 | Use 4 H 12 |
| Grade Beam | | 573.2*400 | Use 4 H 12 |
| Step | | 286.6*200 | Ues 5 H 12 |
| Strip Foundation | | 573.2*700 | ———— |
| Roof slab | | 120(depth) | Use ø10@300 |
| Floor slab | | 150(depth) | Use ø10@300 |

## 2-4 تقديرات مبني الالواح المعزولة (3D panel)

## الطابق الأرضي

جدول(4-1) يبين تقديرات الطابق الارضي لمبني الالواح المعزولة (3d panel)

| البند | المواصفات | الوحدة | الكمية | السعر | الاجمالي |
|---|---|---|---|---|---|
| **1- أعمال التخطيط** | | | | | |
| 1.1 | عمل تخطيط كامل للموقع بعد استلام الموقع خاليا من الموانع | عملية | 1.00 | 1,500 | 1,500 |
| | **جملة أعمال التخطيط** | | | | **1,500** |
| **2- أعمال الحفر والردم والاساسات** | | | | | |
| 2.1 | حفر أساس شريطي 70*50سم للاساسات يشمل نقل فائض الحفر خارج الموقع | م.ط | 200.06 | 100 | 20,006 |
| 2.2 | توريد وبناء حجر لبشة للاساس ارتفاع 70سم وعرض 50سم مع الرمله السفايه والرش الجيد | م.ط | 200.06 | 170 | 34,010 |
| 2.3 | توريد وعمل مباني قصة واحد ونصف طوبة ارتفاع 30سم بمونة اسمنت 1:6 لأساسات المباني الداخلية | م.ط | 200.06 | 150 | 30,009 |
| 2.4 | توريد وعمل ردميات ترابية لزوم الارضيات الداخلية | م$^3$ | 181.80 | 135 | 24,543 |
| 2.5 | توريد وصب خرسانة مسلحة خلطة 1:2:4 للقريدبيم 20*20 للاساسات حديد تسليح قطر 12 ملم وكانات قطر 6 ملم كل 20 سم | م.ط | 200.06 | 350 | 70,021 |
| | **جملة أعمال الحفر والردم والاساسات** | | | | **178,589** |
| **3- أعمال الخرسانات** | | | | | |
| 3.1 | توريد وصب خرسانة بيضاء خلطة 1:3:6 سمك 10 سم لارضيات المباني الداخلية | م$^2$ | 303.00 | 160 | 48,480 |
| 3.2 | توريد وصب خرسانة سمسية 1:2:4 للسقف سمك 5 سم للسقوفات شامل حديد التسليح | م$^2$ | 301.73 | 250 | 75,433 |
| 3.3 | توريد وعمل بيم دائري بمقاس 10*20 سم وتسليح 4 سيخات قطر 10 ملم | م.ط | 200.06 | 275 | 55,017 |
| | **جملة أعمال الخرسانات** | | | | **178,929** |
| **4- أعمال المباني** | | | | | |
| 4.1 | توريد وتركيب الواح 8 سم للحوائط | م$^2$ | 560.70 | 175 | 98,123 |
| 4.2 | توريد وتركيب سقف من الواح العكدابي سمك 16 سم مع الابيام | م$^2$ | 301.73 | 220 | 66,381 |
| 4.3 | توريد وتركيب سلم كامل من الواح العكدابي | عملية | 1.00 | 25,000 | 25,000 |
| 4.4 | توريد وتركيب عازل مائي membrane sheets | م$^2$ | 17.12 | 175 | 2,996 |
| 4.5 | توريد وعمل طلية اسمنتية سماكة 2 سم | م$^2$ | 17.12 | 65 | 1,113 |
| | **جملة أعمال المباني** | | | | **193,613** |
| **5- أعمال البياض والطرطشة** | | | | | |

| | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| 5.1 | توريد وعمل رش اولي (طرطشة) للحوائط | م$^2$ | 1121.40 | 70 | 78,498 |
| 5.2 | توريد وعمل بياض داخلي وخارجي للحوائط | م$^2$ | 1121.40 | 70 | 78,498 |
| 5.3 | توريد وعمل رش اولي (طرطشة) للسقوفات | م$^2$ | 301.73 | 75 | 22,630 |
| **البند** | **المواصفات** | **الوحدة** | **الكمية** | **السعر** | **الاجمالي** |
| 5.4 | توريد وعمل بياض داخلي للسقوفات | م$^2$ | 301.73 | 75 | 22,630 |
| 5.5 | توريد وعمل بياض للسوكات والمعابر | م.ط | 220.00 | 60 | 13,200 |
| | **جملة أعمال البياض والطرطشة** | | | | **215,456** |
| **6- أعمال الطلاء** | | | | | |
| 6.1 | توريد وعمل طلاء للحوائط داخلي و خارجي بوهيات المهندس او ما يعادلها | م$^2$ | 1121.40 | 40 | 44,856 |
| 6.2 | توريد وعمل طلاء للسقوفات من الداخل | م$^2$ | 301.73 | 40 | 12,069 |
| | **جملة أعمال الطلاء** | | | | **56,925** |
| **7- أعمال الابواب والشبابيك** | | | | | |
| 7.1 | توريد وتركيب ابواب حديد بمقاس 1.5*2.2 م | عدد | 2.00 | 3,960 | 7,920 |
| 7.2 | توريد وتركيب ابواب حديد سحاب (Rollup) بمقاس 2*2.2م | عدد | 8.00 | 4,400 | 35,200 |
| 7.3 | توريد وتركيب ابواب حديد صيني بمقاس 1.0*2.2 م | عدد | 4.00 | 3,300 | 13,200 |
| 7.4 | توريد وتركيب ابواب حديد صيني بمقاس 0.8*2.2 م | عدد | 4.00 | 1,760 | 7,040 |
| 7.5 | توريد وتركيب شبابيك المونيوم بمقاس 1.2*1.5 م | عدد | 6.00 | 3,150 | 18,900 |
| 7.6 | توريد وتركيب شبابيك المونيوم بمقاس 1.0*1.2 م | عدد | 1.00 | 2,100 | 2,100 |
| 7.7 | توريد وتركيب شبابيك المونيوم بمقاس 0.6*0.3 م | عدد | 3.00 | 2,100 | 6,300 |
| | **جملة أعمال الابواب والشبابيك** | | | | **90,660** |
| **8- أعمال البلاط** | | | | | |
| 8.1 | توريد وتركيب سيراميك ارضيات سالومي ايطالي 40*40سم | م$^2$ | 303.00 | 220 | 66,660 |
| 8.2 | شرحه ولكن للوزره | م.ط | 320.00 | 110 | 35,200 |
| 8.3 | توريد وتركيب سيراميك حوائط سالومي ايطالي 20*30 سم | م$^2$ | 142.00 | 225 | 31,95 |
| | **جملة أعمال البلاط** | | | | **133,810** |
| **9- أعمال الكهرباء** | | | | | |
| 9.1 | توريد وتركيب لمبات انجليزية 4" | عدد | 29.00 | 450 | 13,050 |
| 9.2 | توريد وتركيب لمبات سقف spot light | عدد | 7.00 | 180 | 1,260 |
| 9.3 | توريد وتركيب مروحة سقف هندية (السعر يشمل اسلاك التوصيل والمفتاح) | عدد | 13.00 | 650 | 8,450 |
| 9.4 | توريد وتركيب مروحة شفط 12" (السعر شامل اسلاك التوصيل والمفتاح) | عدد | 4.00 | 550 | 2,200 |
| 9.5 | توريد وتركيب بلك 16 امبير انجليزي شاملة اسلاك التوصيل | عدد | 42.00 | 250 | 10.500 |
| 9.6 | توريد وتركيب بلك 45 امبير انجليزي شاملة اسلاك | عدد | 12.00 | 550 | 6,600 |

| | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| | التوصيل | | | | |
| 9.7 | توريد وتركيب مفتاح 1و2 خط انجليزي شاملة اسلاك التوصيل | عدد | 16.00 | 75 | 1,200 |
| 9.8 | توريد وتركيب مفتاح تأمين | عدد | 1.00 | 2,500 | 2,500 |
| **البند** | **المواصفات** | **الوحدة** | **الكمية** | **السعر** | **الاجمالي** |
| 9.9 | توريد وتركيب طبلون 12 خط | عدد | 1.00 | 3,250 | 3,250 |
| **جملة أعمال الكهرباء** | | | | | **49,010** |
| **10- أعمال الصرف الصحي** | | | | | |
| 10.1 | توريد وتركيب مقعد افرنجي كامل | عدد | 3.00 | 3,500 | 10,500 |
| 10.2 | توريد وتركيب حوض غسيل ايدي كامل | عدد | 6.00 | 2,500 | 15,00 |
| 10.3 | توريد وتركيب شور كامل | عدد | 2.00 | 1,000 | 2,000 |
| 10.4 | توريد وتركيب بيبه كامله | عدد | 6.00 | 150 | 900 |
| 10.5 | توريد وتركيب حوض مطبخ كامل | عدد | 1.00 | 750 | 750 |
| 10.6 | توريد وتوصيل ماسورة 4" PVC | عدد | 60.00 | 75 | 4,500 |
| 10.7 | توريد وتوصيل ماسوره ½" PPR | عدد | 60.00 | 55 | 3,300 |
| **جملة أعمال الصرف الصحي** | | | | | **36,950** |
| **الجملة بالجنيه السوداني** | | | | | **1,135,442** |
| **القيمة المضافة 17%** | | | | | **193,025** |
| **الإجمالي شامل القيمة المضافه** | | | | | **1,328,467** |

## الطابق الأول

جدول (4-2) يبين تقديرات الطابق الأول لمبني الألواح المعزولة (3d panel)

| البند | المواصفات | الوحدة | الكمية | السعر | الاجمالي |
|---|---|---|---|---|---|
| **1- أعمال الخرسانات** | | | | | |
| 1.1 | توريد وصب خرسانة سمسمية 1:2:4 للسقف سمك 5 سم للسقوفات شامل حديد التسليح | م$^2$ | 243.90 | 250 | 60,975 |
| 1.2 | توريد وعمل بيم دائري بمقاس 10*20 سم وتسليح 4 سيخات قطر 10 ملم | م.ط | 147.48 | 275 | 40,557 |
| | **جملة أعمال الخرسانات** | | | | **101,532** |
| **2- أعمال المباني** | | | | | |
| 2.1 | توريد وتركيب الواح سمك 8 سم للحوائط | م$^2$ | 461.10 | 175 | 80,693 |
| 2.2 | توريد وتركيب الواح سمك 8 سم للبربيت | م$^2$ | 48.00 | 175 | 8,400 |
| 2.3 | توريد وتركيب سقف من الواح العكدابي سمك 14 سم مع الابيام | م$^2$ | 243.90 | 200 | 48,780 |
| 2.4 | توريد وتركيب سلم كامل من الواح العكدابي | عملية | 1.00 | 25,000 | 25,000 |
| 2.5 | توريد وتركيب عازل مائي membrane sheets | م$^2$ | 243.90 | 175 | 42,683 |
| 2.6 | توريد وعمل طليه اسمنتية سماكة 2 سم | م$^2$ | 243.90 | 65 | 15,854 |
| | **جملة أعمال المباني** | | | | **221,409** |
| **3- أعمال البياض والطرطشة** | | | | | |
| 3.1 | توريد وعمل رش اولي (طرطشة) للحوائط | م$^2$ | 1018.20 | 70 | 71,274 |
| 3.2 | توريد وعمل بياض داخلي وخارجي للحوائط | م$^2$ | 1018.20 | 70 | 71,274 |
| 3.3 | توريد وعمل رش اولي (طرطشة) للسقوفات | م$^2$ | 243.90 | 75 | 18,293 |
| 3.4 | توريد وعمل بياض داخلي للسقوفات | م$^2$ | 243.90 | 75 | 18,293 |
| 3.5 | توريد وعمل بياض للسوكات والمعابر | م.ط | 225.00 | 60 | 13,500 |
| | **جملة اعمال البياض والطرطشة** | | | | **192,633** |
| **4- أعمال الطلاء** | | | | | |
| 4.1 | توريد وعمل طلاء للحوائط داخلي وخارجي بوهيات المهندس او ما يعادلها | م$^2$ | 1018.20 | 40 | 40,728 |
| 4.2 | شرحه للسقوفات من الداخل | م$^2$ | 243.90 | 40 | 9,756 |
| | **جملة اعمال الطلاء** | | | | **50,484** |
| **5- أعمال الابواب والشبابيك** | | | | | |
| 5.1 | توريد وتركيب ابواب حديد صيني بمقاس 1.0*2.2 م | عدد | 5.00 | 3,300 | 16,500 |
| 5.2 | توريد وتركيب ابواب حديد صيني بمقاس 0.8*2.2 م | عدد | 3.00 | 1,760 | 5,280 |
| 5.3 | توريد وتركيب شبابيك المونيوم بمقاس 1.2*1.5 م | عدد | 8.00 | 3,150 | 25,200 |
| 5.4 | توريد وتركيب شبابيك المونيوم بمقاس 1.0*1.2 م | عدد | 2.00 | 2,100 | 4,200 |
| 5.5 | توريد وتركيب شبابيك المونيوم بمقاس 0.3*0.6 م | عدد | 3.00 | 2,100 | 6,300 |

| البند | المواصفات | الوحدة | الكمية | السعر | الاجمالي |
|---|---|---|---|---|---|
| | **جملة أعمال الابواب والشبابيك** | | | | **57,480** |
| **6- أعمال البلاط** | | | | | |
| 6.1 | توريد وتركيب سيراميك ارضيات سالومي ايطالي 40*40 سم | م$^2$ | 220.70 | 220 | 48,554 |
| 6.2 | شرحه ولكن للوزره | م.ط | 232.40 | 110 | 25,564 |
| 6.3 | توريد وتركيب سيراميك حوائط سالومي ايطالي 20*30 سم | م$^2$ | 147.84 | 225 | 33,264 |
| | **جملة أعمال البلاط** | | | | **107,382** |
| **7- أعمال الكهرباء** | | | | | |
| 7.1 | توريد وتركيب لمبات انجليزية 4" | عدد | 20.00 | 450 | 9,000 |
| 7.2 | توريد وتركيب لمبات سقف spot light | عدد | 6.00 | 180 | 1,080 |
| 7.3 | توريد وتركيب مروحة سقف هندية (السعر شامل اسلاك التوصيل والمفتاح) | عدد | 9.00 | 650 | 5,850 |
| 7.4 | توريد وتركيب مروحة شفط 12" (السعر شامل اسلاك التوصيل والمفتاح) | عدد | 4.00 | 550 | 2,200 |
| 7.5 | توريد وتركيب بلك 16 أمبير انجليزي شاملة اسلاك التوصيل | عدد | 42.00 | 250 | 10,500 |
| 7.6 | توريد وتركيب بلك 45 أمبير انجليزي شاملة اسلاك التوصيل | عدد | 16.00 | 550 | 8,800 |
| 7.7 | توريد وتركيب مفتاح 1و2 خط انجليزي شاملة اسلاك التوصيل | عدد | 16.00 | 75 | 1,200 |
| 7.8 | توريد وتركيب مفتاح تأمين | عدد | 1.00 | 2,500 | 2,500 |
| 7.9 | توريد وتركيب طبلون 12 خط | عدد | 1.00 | 3,250 | 3,250 |
| | **جملة أعمال الكهرباء** | | | | **44,380** |
| **8- أعمال الصرف الصحي** | | | | | |
| 8.1 | توريد وتركيب مقعد افرنجي كامل | عدد | 3.00 | 3,500 | 10,500 |
| 8.2 | توريد وتركيب حوض غيسل ايدي كامل | عدد | 4.00 | 2,500 | 10,000 |
| 8.3 | توريد وتركيب شور كامل | عدد | 3.00 | 1,000 | 3,000 |
| 8.4 | توريد وتركيب بيبه كامله | عدد | 6.00 | 150 | 900 |
| 8.5 | توريد وتركيب حوض مطبخ كامل | عدد | 1.00 | 750 | 750 |
| 8.6 | توريد وتوصيل ماسوره 4" PVC | عدد | 60.00 | 75 | 4,500 |
| 8.7 | توريد وتوصيل ماسوره ½" PPR | عدد | 60.00 | 55 | 3,300 |
| | **جملة أعمال الصرف الصحي** | | | | **32,950** |
| | **الجملة بالجنيه السوداني** | | | | **808,250** |
| | **القيمة المضافة 17%** | | | | **137,402** |
| | **الإجمالي شامل القيمة المضافة** | | | | **945,652** |

# الملخص

جدول (4-3) يبين التكلفة الكلية لمبني الألواح المعزولة (3d panel)

| البند | المواصفات | الإجمالي |
|---|---|---|
| 1 | الطابق الارضي | 1,328,467 |
| 2 | الطابق الأول | 945,652 |
| | الإجمالي بالجنيه السوداني | 2,274,119 |

## 3-4 تقديرات مبني الطوب

## الطابق الأرضي

جدول(4-4) يبين تقديرات الطابق الأرضي لمبني الطوب

| البند | المواصفات | الوحدة | الكمية | السعر | الاجمالي |
|---|---|---|---|---|---|
| **1- أعمال التخطيط** | | | | | |
| 1.1 | عمل تخطيط كامل للموقع بعد استلام تاموقع خاليا من الموانع | عملية | 1.00 | 1,500 | 1,500 |
| | **جملة أعمال التخطيط** | | | | **1,500** |
| **2- أعمال الحفر والردم والاساسات** | | | | | |
| 2.1 | حفر أساس شريطي 70*50سم للاساسات يشمل نقل فائض الحفر خارج الموقع | م.ط | 200.06 | 100 | 20,006 |
| 2.2 | توريد وبناء حجر لبشة للاساس ارتفاع 70سم وعرض 50سم مع الرمله السفايه والرش الجيد | م.ط | 200.06 | 170 | 34,010 |
| 2.3 | توريد وعمل مباني قصة واحد ونصف طوبة ارتفاع 30سم بمونة اسمنت 1:6 لأساسات المباني الداخلية | م.ط | 200.06 | 150 | 30,009 |
| 2.4 | توريد وعمل ردميات ترابية لزوم الارضيات الداخلية | م$^3$ | 181.80 | 135 | 24,543 |
| 2.5 | توريد وصب خرسانة مسلحة خلطة 1:2:4 للقريدبيم 20*20 للاساسات حديد تسليح قطر 12 ملم وكانات قطر 6 ملم كل 20 سم | م.ط | 200.06 | 350 | 70,021 |
| | **جملة أعمال الحفر والردم والاساسات** | | | | **178,589** |
| **3- أعمال الخرسانات** | | | | | |
| 3.1 | توريد وصب خرسانة بيضاء خلطة 1:3:6 سمك 10 سم لارضيات المباني الداخلية | م$^2$ | 303.00 | 160 | 48,480 |
| 3.2 | توريد وصب خرسانة مسلحة للسقف1:2:4 شامل حديد التسليح | م$^3$ | 57.88 | 2055 | 118,943 |
| 3.3 | توريد وصب خرسانة مسلحة للعتب 1:2:4 شامل حديد التسليح | م$^3$ | 5.07 | 1832 | 9,288 |
| 3.4 | توريد وصب خرسانة مسلحة للبيم 1:2:4 شامل حديد التسليح | م$^3$ | 11.42 | 1832 | 20,921 |
| 3.5 | توريد وصب خرسانة مسلحة للسلم 1:2:4 شامل حديد التسليح | م$^3$ | 2.64 | 1565 | 4,132 |
| | **جملة اعمال الخرسانات** | | | | **201,764** |
| **4- أعمال المباني** | | | | | |
| 4.1 | توريد وعمل مباني للحوائط بسمك طوبة ونصف ومونة 1:6 | م$^2$ | 451.72 | 90 | 40,655 |
| | **جملة اعمال المباني** | | | | **40,655** |
| **5- أعمال البياض** | | | | | |
| 5.2 | توريد وعمل بياض داخلي وخارجي للحوائط | م$^2$ | 1121.40 | 70 | 78,498 |
| 5.4 | توريد وعمل بياض داخلي للسقوفات | م$^2$ | 301.73 | 75 | 22,630 |
| 5.5 | توريد وعمل بياض للسوكات والمعابر | م.ط | 220.00 | 60 | 13,200 |

| | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| **جملة اعمال البياض** | | | | | **114,328** |
| **6- أعمال الطلاء** | | | | | |
| **البند** | **المواصفات** | **الوحدة** | **الكمية** | **السعر** | **الاجمالي** |
| 6.1 | توريد وعمل طلاء للحوائط داخلي و خارجي بوهيات المهندس او ما يعادلها | م$^2$ | 1121.40 | 40 | 44,856 |
| 6.2 | توريد وعمل طلاء للسقوفات من الداخل | م$^2$ | 301.73 | 40 | 12,069 |
| **جملة أعمال الطلاء** | | | | | **56,925** |
| **7- أعمال الابواب والشبابيك** | | | | | |
| 7.1 | توريد وتركيب ابواب حديد بمقاس 1.5*2.2 م | عدد | 2.00 | 3,960 | 7,920 |
| 7.2 | توريد وتركيب ابواب حديد سحاب (Rollup) بمقاس 2*2.2م | عدد | 8.00 | 4,400 | 35,200 |
| 7.3 | توريد وتركيب ابواب حديد صيني بمقاس 1.0*2.2 م | عدد | 4.00 | 3,300 | 13,200 |
| 7.4 | توريد وتركيب ابواب حديد صيني بمقاس 0.8*2.2 م | عدد | 4.00 | 1,760 | 7,040 |
| 7.5 | توريد وتركيب شبابيك المونيوم بمقاس 1.2*1.5 م | عدد | 6.00 | 3,150 | 18,900 |
| 7.6 | توريد وتركيب شبابيك المونيوم بمقاس 1.0*1.2 م | عدد | 1.00 | 2,100 | 2,100 |
| 7.7 | توريد وتركيب شبابيك المونيوم بمقاس 0.6*0.3 م | عدد | 3.00 | 2,100 | 6,300 |
| **جملة أعمال الابواب والشبابيك** | | | | | **90,660** |
| **8- أعمال البلاط** | | | | | |
| 8.1 | توريد وتركيب سيراميك ارضيات سالومي ايطالي 40*40سم | م$^2$ | 303.00 | 220 | 66,660 |
| 8.2 | شرحه ولكن للوزره | م.ط | 320.00 | 110 | 35,200 |
| 8.3 | توريد وتركيب سيراميك حوائط سالومي ايطالي 20*30 سم | م$^2$ | 142.00 | 225 | 31,95 |
| **جملة أعمال البلاط** | | | | | **133,810** |
| **9- أعمال الكهرباء** | | | | | |
| 9.1 | توريد وتركيب لمبات انجليزية 4" | عدد | 29.00 | 450 | 13,050 |
| 9.2 | توريد وتركيب لمبات سقف spot light | عدد | 7.00 | 180 | 1,260 |
| 9.3 | توريد وتركيب مروحة سقف هندية (السعر يشمل اسلاك التوصيل والمفتاح) | عدد | 13.00 | 650 | 8,450 |
| 9.4 | توريد وتركيب مروحة شفط 12" (السعر شامل اسلاك التوصيل والمفتاح) | عدد | 4.00 | 550 | 2,200 |
| 9.5 | توريد وتركيب بلك 16 امبير انجليزي شاملة اسلاك التوصيل | عدد | 42.00 | 250 | 10.500 |
| 9.6 | توريد وتركيب بلك 45 امبير انجليزي شاملة اسلاك التوصيل | عدد | 12.00 | 550 | 6,600 |
| **جملة أعمال الكهرباء** | | | | | **49,010** |
| **10- أعمال الصرف الصحي** | | | | | |
| 10.1 | توريد وتركيب مقعد افرنجي كامل | عدد | 3.00 | 3,500 | 10,500 |
| 10.2 | توريد وتركيب حوض غسيل ايدي كامل | عدد | 6.00 | 2,500 | 15,00 |

| | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| 10.3 | توريد وتركيب شور كامل | عدد | 2.00 | 1,000 | 2,000 |
| 10.4 | توريد وتركيب بيبه كامله | عدد | 6.00 | 150 | 900 |
| **البند** | **المواصفات** | **الوحدة** | **الكمية** | **السعر** | **الاجمالي** |
| 10.5 | توريد وتركيب حوض مطبخ كامل | عدد | 1.00 | 750 | 750 |
| 10.6 | توريد وتوصيل ماسورة 4" PVC | عدد | 60.00 | 75 | 4,500 |
| 10.7 | توريد وتوصيل ماسوره ½" PPR | عدد | 60.00 | 55 | 3,300 |
| **جملة أعمال الصرف الصحي** | | | | | **36,950** |
| **الجملة بالجنيه السوداني** | | | | | **904,191** |
| **القيمة المضافة 17%** | | | | | **153,712** |
| **الإجمالي شامل القيمة المضافه** | | | | | **1,057,903** |

# الطابق الأول

جدول (4-5) يبين تقديرات الطابق الأول لمبني الطوب

| البند | المواصفات | الوحدة | الكمية | السعر | الاجمالي |
|---|---|---|---|---|---|
| **1- أعمال الخرسانات** | | | | | |
| 1.1 | توريد وصب خرسانة مسلحة للسقف1:2:4 شامل حديد التسليح | م$^3$ | 37.9 | 2055 | 77,844 |
| 1.2 | توريد وصب خرسانة مسلحة للعتب 1:2:4 شامل حديد التسليح | م$^3$ | 2.02 | 1832 | 3,701 |
| 1.3 | توريد وصب خرسانة مسلحة للبيم 1:2:4 شامل حديد التسليح | م$^3$ | 7.1 | 1832 | 13,007 |
| 1.4 | توريد وصب خرسانة مسلحة للسلم 1:2:4 شامل حديد التسليح | م$^3$ | 2.64 | 1565 | 4,132 |
| **جملة اعمال الخرسانة** | | | | | **98,684** |
| **2- أعمال المباني** | | | | | |
| 2.1 | توريد وعمل مباني للحوائط بسمك طوبة ونصف ومونة 1:6 | م$^2$ | 440,3 | 90 | 39,627 |
| **جملة اعمال المباني** | | | | | **39,627** |
| **3- أعمال البياض** | | | | | |
| 3.1 | توريد وعمل بياض داخلي وخارجي للحوائط | م$^2$ | 1018.20 | 70 | 71,274 |
| 3.2 | توريد وعمل بياض داخلي للسقوفات | م$^2$ | 243.90 | 75 | 18,293 |
| 3.3 | توريد وعمل بياض للسوكات والمعابر | م.ط | 225.00 | 60 | 13,500 |
| **جملة اعمال البياض** | | | | | **103,067** |
| **4- أعمال الطلاء** | | | | | |
| 4.1 | توريد وعمل طلاء للحوائط داخلي وخارجي بوهيات المهندس او ما يعادلها | م$^2$ | 1018.20 | 40 | 40,728 |
| 4.2 | شرحه للسقوفات من الداخل | م$^2$ | 243.90 | 40 | 9,756 |
| **جملة اعمال الطلاء** | | | | | **50,484** |
| **5- أعمال الابواب والشبابيك** | | | | | |
| 5.1 | توريد وتركيب ابواب حديد صيني بمقاس 1.0*2.2 م | عدد | 5.00 | 3,300 | 16,500 |
| 5.2 | توريد وتركيب ابواب حديد صيني بمقاس 0.8*2.2 م | عدد | 3.00 | 1,760 | 5,280 |
| 5.3 | توريد وتركيب شبابيك المونيوم بمقاس 1.2*1.5 م | عدد | 8.00 | 3,150 | 25,200 |
| 5.4 | توريد وتركيب شبابيك المونيوم بمقاس 1.0*1.2 م | عدد | 2.00 | 2,100 | 4,200 |
| 5.5 | توريد وتركيب شبابيك المونيوم بمقاس 0.3*0.6 م | عدد | 3.00 | 2,100 | 6,300 |
| **جملة أعمال الابواب والشبابيك** | | | | | **57,480** |
| **6- أعمال البلاط** | | | | | |
| 6.1 | توريد وتركيب سيراميك ارضيات سالومي ايطالي 40*40 سم | م$^2$ | 220.70 | 220 | 48,554 |
| 6.2 | شرحه ولكن للوزره | م.ط | 232.40 | 110 | 25,564 |

| | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| 6.3 | توريد وتركيب سيراميك حوائط سالومي ايطالي 20*30 سم | م$^2$ | 147.84 | 225 | 33,264 |
| **البند** | **المواصفات** | **الوحدة** | **الكمية** | **السعر** | **الاجمالي** |
| | **جملة أعمال البلاط** | | | | **107,382** |
| **7- أعمال الكهرباء** | | | | | |
| 7.1 | توريد وتركيب لمبات انجليزية 4" | عدد | 20.00 | 450 | 9,000 |
| 7.2 | توريد وتركيب لمبات سقف spot light | عدد | 6.00 | 180 | 1,080 |
| 7.3 | توريد وتركيب مروحة سقف هندية (السعر شامل اسلاك التوصيل والمفتاح) | عدد | 9.00 | 650 | 5,850 |
| 7.4 | توريد وتركيب مروحة شفط 12" (السعر شامل اسلاك التوصيل والمفتاح) | عدد | 4.00 | 550 | 2,200 |
| 7.5 | توريد وتركيب بلك 16 أمبير انجليزي شاملة اسلاك التوصيل | عدد | 42.00 | 250 | 10,500 |
| 7.6 | توريد وتركيب بلك 45 أمبير انجليزي شاملة اسلاك التوصيل | عدد | 16.00 | 550 | 8,800 |
| 7.7 | توريد وتركيب مفتاح 1و2 خط انجليزي شاملة اسلاك التوصيل | عدد | 16.00 | 75 | 1,200 |
| 7.8 | توريد وتركيب مفتاح تأمين | عدد | 1.00 | 2,500 | 2,500 |
| 7.9 | توريد وتركيب طبلون 12 خط | عدد | 1.00 | 3,250 | 3,250 |
| | **جملة أعمال الكهرباء** | | | | **44,380** |
| **8- أعمال الصرف الصحي** | | | | | |
| 8.1 | توريد وتركيب مقعد افرنجي كامل | عدد | 3.00 | 3,500 | 10,500 |
| 8.2 | توريد وتركيب حوض غيسل ايدي كامل | عدد | 4.00 | 2,500 | 10,000 |
| 8.3 | توريد وتركيب شور كامل | عدد | 3.00 | 1,000 | 3,000 |
| 8.4 | توريد وتركيب بيبه كامله | عدد | 6.00 | 150 | 900 |
| 8.5 | توريد وتركيب حوض مطبخ كامل | عدد | 1.00 | 750 | 750 |
| 8.6 | توريد وتوصيل ماسوره 4" PVC | عدد | 60.00 | 75 | 4,500 |
| 8.7 | توريد وتوصيل ماسوره ½" PPR | عدد | 60.00 | 55 | 3,300 |
| | **جملة أعمال الصرف الصحي** | | | | **32,950** |
| | **الجملة بالجنيه السوداني** | | | | **534,054** |
| | **القيمة المضافة 17%** | | | | **90,789** |
| | **الإجمالي شامل القيمة المضافة** | | | | **624,843** |

# الملخص

جدول(4-6) يبين التكلفة الكلية لمبني الطوب

| البند | المواصفات | الإجمالي |
|---|---|---|
| 1 | الطابق الأرضي | 1,057,903 |
| 2 | الطابق الأول | 624,843 |
| الإجمالي بالجنيه السوداني | | 1,682,746 |

# الباب الخامس

# النتائج والمناقشة

# البـــاب الخـــامس

# النـــتائج والمناقشـــة

## 1-5 مقدمة

تم تحليل الاسعار وحساب الكميات لمبنى الطوب ومبني الألواح المعزولة (3d panel) ،وتم عمل التخطيط الزمني للمبنيين وعمل مقارنة كالاتي:

## 2-5 مقارنة من ناحية التكلفة

التكلفة الكلية لمبنى الطوب =1,682,746 جنيه سوداني

التكلفة الكلية لمبني ال(3d panel) =2,274,119 جنيه سوداني

الفرق في التكلفة بين النظامين:

1,682,745-2,274,119= 591,373 جنيه سوداني

ومن هنا نجد ان تكلفة نظام الألواح المعزولة (3d panel) تزيد عن تكلفة نظام البناء العادي (الطوب الأحمر) بنسبة 15%،وذلك للأسباب الأتية:

1/ ارتفاع أسعار الألواح:

نسبة لإستيراد المادة الخام (البولسترين) من الخارج مما يزيد من تكلفة التصنيع.

2/ قلة العمالة المنفذة لنظام الألواح المعزولة:

يعتبر نظام الألواح المعزولة نظام جديد في السودان لذلك لا تتوفر عمالة كافية لهذا النظام مما أدى الي ارتفاع تكاليف العمالة.

3/ طريقة التنفيذ:

في نظام الألواح المعزولة يتم إستخدام آليات ومعدات خاصة مثل:

- مضخات لطرطشة الحوائط والسقوفات (Bomb, Hooper gone).
- مسدس حراري لتركيب خراطيش الكهرباء ومواسير المياه.

في عملية التشطيب لنظام الألواح المعزولة يتم عمل طرطشة للحوائط والسقوفات قبل البياض، وايضاً يتم عمل عازل مائي للحمامات والمطابخ والسقوفات، بينما في نظام البناء العادي لا نحتاج لكل ذلك.

## 3-5 مقارنة من ناحية الزمن

الزمن الكلي لتنفيذ مبنى الطوب الأحمر =24 اسبوع

الزمن الكلي لتنفيذ مبني (3d panel) =17 اسبوع

الفرق في الزمن بين النظامين:

24-17 = 7 weeks

ومن هنا نجد ان نظام الألواح المعزولة يقلل من الزمن بنسبة 17% ويرجع ذلك الي:

في نظام الألواح المعزولة نحتاج الي 12 يوم لتركيب ألواح الحوائط والسقف لطابق واحد، بينما في نظام البناء لعادي نحتاج الي 50 يوم لبناء الحوائط وصب السقف لطابق واحد.

في نظام الألواح المعزولة نجد ان تركيب السلم يحتاج ليومين فقط بينما في نظام البناء العادي نحتاج لأكثر من 5 أيام.

ان تركيب خراطيش الكهرباء وتمديدات المياه العذبة والغير عذبة في نظام الألواح المعزولة يفوق سرعة التركيب في النظام العادي بـ7 مرات.

# الباب السادس

# الخلاصة والتوصيات

# الباب السادس

# الخلاصة والتوصيات

## 1-6 الخلاصة

من خلال دراستنا لنظام الألواح المعزولة ( 3d panel) نجد ان هذا النظام بدأ استخدامه في الولايات المتحدة منذ زمن طويل كما تم استخدامه في آسيا وأفريقيا وأروبا وذلك لخفة وزنه وسرعة تنفيذه ومرونة تشكيله، وهذه المميزات جعلته سريع الانشاء ومواكب لمتطلبات العصر وتتلخص نتائجنا في الاتي:

1. تم التعرف علي تقنية جديدة للبناء تمتاز بخفة الوزن وسهولة التركيب.
2. تم التعرف علي كيفية تنفيذ مباني الألواح المعزولة (3D panel).
3. تم عمل تصميم لمبنى الطوب الأحمر بنظام الحوائط الحاملة.
4. تم حساب تكلفة لمبنى الألواح المعزولة (3D panel) ومبنى الطوب الأحمر.
5. تم عمل تخطيط زمني للمبنيين باستخدام برنامج (Microsoft Project).
6. تم عمل مقارنة بين النظامين من ناحية التكلفة ووُجد أن نظام الألواح المعزولة أكثر تكلفة من نظام البناء العادي (الطوب الأحمر) بنسبة 15%.
7. تم عمل مقارنة بين النظامين من ناحية الزمن ووُجد أن نظام الألواح المعزولة يقلل في الزمن بنسبة 17%.

## 2-6 التوصيات

1. نوصي باستخدام نظام الألواح المعزولة في البناء كحوائط حاملة لطابقين وببحور معتادة و لتقليل الهياكل الخرسانية والحديدية وكذلك في الأعمال المدنية المختلفة والأعمال الانشائية .
2. نوصي المهندسين بتطوير هذا النظام خصوصاً نواحيه المعمارية والجمالية.
3. نوصي بتوفير عمالة مختصة بنظام الألواح المعزولة بصورة كافية.
4. نوصي بعمل اختبارات للألواح قبل استخدامها في الموقع.

## المراجع:

1/W.G. Curtin, G. Shaw, J.K. Beck and W. A. Bray, Structural Masonry Designers Manual, Blackwell Science,2006,Third Edition revised by David Easterbrook.

2/ British Stander Structure Use of concrete (BS 8110- Part I, 1997).

3/ الموقع الإلكتروني لشركة ألف صنف للوازم البناء والتعمير،
/3D+panel/3/مباني/www.nazirkhalifa.com/page،2015/1/13،الثلاثاء،3م.

4/ شركة ومصنع العكدابي، بحري شارع الصناعات، تجاري وصناعي.

# الملاحق