**جـامـعـة بـولـيـتـكـنـك فـلـسـطـيـن**

**كـلـيـة الـهـنـدسـة**

**دائرة الهندسة المدنية والمعمارية**

**هندسة مباني**

**الخليل- فلسطين**

**مشروع التخرج**

# التصميم الإنشائي لـِ " مستشفى أبو مازن" في محافظة الخليل.

**فـريـق الـعـمـل**

أسماء إسماعيل نجار

ذكرى أحمد كرجة

**إشـراف :**

**م.ايناس شويكي.**

**مايو - 2023**

# جـامـعـة بـولـيـتـكـنـك فـلـسـطـيـن

## كـلـيـة الـهـنـدسـة

## دائرة الهندسة المدنية والمعمارية

## هندسة مباني

## الخليل- فلسطين

# التصميم الإنشائي لـِ " مستشفى أبو مازن" في محافظة الخليل.


**فريق العمل**

**أسماء إسماعيل نجار** **ذكرى أحمد كرجة**


بناء على توجيهات الأستاذ المشرف على المشروع وبموافقة جميع أعضاء اللجنة الممتحنة، تم تقديم هذا المشروع إلى دائرة الهندسة المدنية والمعمارية في كلية الهندسة للوفاء بمتطلبات الدائرة لدرجة البكالوريوس.

| **توقيع مشرف المشروع** | **توقيع رئيس الدائرة** |
|---|---|
| **م.ايناس شويكي** | م. بلال المصري |
| ..... | ..... |

**مايو - 2023م**

## الإهـــــداء

**إلى الشموع التي استطاعت قهر الظلام بقوة إرادة نورهما... الذين كلما مر الوقت أكثر**

**نفهم كم هو صعب أن نحاول سداد ديوننا لهم....خاصة عندما يكون "الثبات"**

**على ما نؤمن به...هو من بعض غرسهم**

أمهاتنا وآبائنا أدام الله نورهم..

**إلى العلم، والتربية، والوقار، والإخلاص، والتواضع**

أساتذتنا الكرام..

**إلى دعائم قوتنا وطموحنا....بلسم عّلتنا وجروحنا**

إخواننا وأخواتنا..

**إلى كل الوفيات المخلصات اللواتي جعلن من الوفاء شمعة تنير دربهن**

**إلى من يجسدن الوفاء في أرقى صوره**

صديقاتنا ورفيقات دربنا ..

**وإلى كل من أخذ ويأخذ بأيدينا إلى قمة المجد**

نُهدي هذا المشروع ..

**فـريـق الـعـمـل**

## شـــكـر وتـــقـــديـــر

**ليس هناك شكر أعظم من الاعتراف بالجميل، وليس هناك مشكور أعظم من صاحب الفضل الذي لا ينقطع فضله ولا تنحصر نعمه، فحمدًا لله حمداً لا ينتهي عند حد ولا ينقطع عند أجل.**

**وفي هذا المقام لا يسعنا إلا أن نتقدم بجزيل شكرنا، وعظيم امتناننا وتقديرنا وعرفاننا؛إلى كل من ساهم في إنجاز بحثنا هذا، مّتحدين معنا كل الصعاب فلهم جميعًا الشكر والتقدير كله.**

**ونخص بشكرنا وتقديرنا أستاذنا الفاضل المهندس سفيان الترك المشرف والموجه والمعلم، الذي لم يتوان، ولم يتأخر عن تقديم ما آتاه الله من علم وحلم لنا، ونشكر طاقم دائرة الهندسة المدنية والمعمارية كل بمكانه الذين كرسوا وقتهم وجهدهم لمساعدتنا ومساعدة زملائنا طوال سنوات الدراسة.**

**كما نتقدم بشكرنا الى زملائنا وزميلاتنا الأعزاء الذين لولا وجودهم لما أحسسنا بمتعة البحث , ولا حلاوة المنافسة الإيجابية.**

**وختام القول مسك، فالشكر كل الشكر إلى أبآئنا وأمهاتنا وإخواننا الذين كان لهم الدور الأكبر في الوصول إلى ما وصلنا إليه، ولعلنا نوفيهم حقهم ببلوغنا رضاهم جميعاً.**

**فـريـق الـعـمـل**

# خـلاصـة الـمـشروع

## التصميم الإنشائي لـِ " مستشفى أبو مازن " في محافظة الخليل .


## فريق العمل

**أسماء إسماعيل نجار** **ذكرى أحمد كرجة**

## إشراف :

م.ايناس شويكي


**مايو - 2023 م**


يمكن تلخيص هدف المشروع في عمل التصميم الإنشائي لجميع العناصر الإنشائية التي يحتويها المشروع، من عقدات وجسور وأعمدة وأساسات وجدران وغيرها من العناصر الإنشائية.

يتكون المبنى من ثلاثة طوابق , وتبلغ المساحة الإجمالية (6320.66)متر مربع , ويتميز التصميم من الناحية المعمارية للمشروع بأنه تم بأسلوب يقوم على تعدد الكتل الفراغية وتوزيعها بشكل متناسق من الناحية الجمالية والوظيفية , إضافة إلى أنه تم الاهتمام عند توزيع الكتل بتوفير الراحة والسهولة وسرعة الوصول للمستخدمين.

تكمن أهمية المشروع في تنوع العناصر الإنشائية في المبنى مثل الجسور والأعمدة والبلاطات الخراسانية , وتعدد الكتل ووجود تراجعات في المساحات الطابقية .

من الجدير بالذكر أنه سيتم استخدام الكود الأردني لتحديد الأحمال الحية، ولتحديد أحمال الزلازل ، أما بالنسبة للتحليل الإنشائي وتصميم المقاطع فسيتم استخدام الكود الأمريكي (ACI_318_08) ، ولا بد من الإشارة إلى أنه سيتم الاعتماد على بعض برامج الحاسوب مثل :-

Autocad (2014), Atir, Microsoft Office.

وسيتضمن المشروع دراسة إنشائية تفصيلية من تحديد وتحليل للعناصر الإنشائية والأحمال المختلفة المتوقعة ومن ثم التصميم الإنشائي للعناصر وإعداد المخططات التنفيذية بناء على التصميم المعد لجميع العناصر الإنشائية التي تكوّن الهياكل الإنشائية للمبنى ، ومن المتوقع بعد إتمام المشروع أن نكون قادرين على تقديم التصميم الإنشائي لجميع العناصر الإنشائية بإذن الله.

**والله ولي التوفيق .**

# Structural Design For Specialist Hospital In Dura

**Prepared by**

**Asmaa Ismael Najjar** **Thekra Ahmad Karaja**

**2023-Palestine Polytechnic University**

**Supervisor**

**Eng.Inas Shweiki**

## Abstract

The idea of this project can be summarized by preparing Specialist Hospital In Dura. Which consists of all facilities that should be available in any Hospital.

The project is consists of three floors, and the total area of the building is 6320.66 meter square, the design of the project is based on the multiplicity of spatial cluster and distributed consistently aesthetically and functional .

We used ACI-318 code and structural designing programs such, ATIR, AutoCAD (2014), and we studied some old graduation projects, and the project will include detailed structural study of identified and analysis of the construction elements and the expected various loads, and then the structural design of elements and the preparation of shop drawings based on the prepared design.

God grants success

**فهرس المحتويات**

| الموضوع | رقم الصفحة |
|---|---|
| **تقرير مقدمة المشروع** | I |
| **تقييم مقدمة مشروع التخرج** | II |
| **الإهداء** | III |
| **الشكر والتقدير** | IV |
| **الملخص باللغة العربية** | V |
| **الملخص باللغة الانجليزية** | VI |
| **فهرس المحتويات** | VII |
| **List of abbreviations** | X |
| **فهرس الجداول** | XII |
| **فهرس الأشكال** | XIII |
| **الفصل الأول : المقدمة** | 1 |
| 1-1 المقدمة | 2 |
| 1-2 أهداف المشروع | 3 |
| 1-3 مشكلة المشروع | 3 |
| 1-4 حدود مشكلة المشروع | 3 |
| 1-5 المسلمات | 3 |
| 1-6 فصول المشروع | 4 |
| 1-7 إجراءات المشروع | 4 |
| **الفصل الثاني : الوصف المعماري** | 6 |
| 2-1 مقدمة | 7 |
| 2-2 لمحة عامة عن المشروع | 7 |
| 2-3 موقع المشروع | 8 |
| 2-3-1 أهمية الموقع | 9 |
| 2-3-2 حركة الشمس والرياح | 9 |
| 2-3-3 الرطوبة | 10 |
| 2-4 وصف طوابق المشروع | 10 |
| 2-4-1 طابق التسوية | 10 |
| 2-4-2 الطابق الارضي | 11 |
| 2-4-3 الطابق الأول | 11 |
| 2-4-4 الطابق الثاني | 12 |
| 2-5 الواجهات | 13 |
| 2-5-1 الواجهة الرئيسة (الشرقية) | 13 |
| 2-5-2 الواجهة الشمالية | 14 |
| 2-5-3 الواجهة الجنوبية | 14 |
| 2-5-4 الواجهة الغربية | 15 |
| 2-6 وصف الحركة والمداخل | 15 |
| 2-7 المداخل | 15 |
| **الفصل الثالث : الوصف الإنشائي** | 16 |
| 3-1 مقدمة | 17 |
| 3-2 هدف من التصميم الإنشائي | 17 |
| 3-3 مراحل التصميم الإنشائي | 17 |
| 3-4 الأحمال | 18 |
| 3-4-1 الأحمال الميتة | 18 |
| 3-4-2 الأحمال الحية | 18 |

3-4-3 الأحمال البيئية 19
3-4-3-1 أحمال الرياح 19
3-4-3-2 أحمال الثلوج 19
3-4-3-3 أحمال الزلازل 20
3-5 الاختبارات العملية 20
3-6 العناصر الإنشائية المكونة للمبنى 20
3-6-1 العقدات 20
3-6-1-1 عقدات العصب ذات الاتجاه الواحد 21
3-6-1-2 عقدات العصب ذات الاتجاهين 21
3-6-1-3 العقدات المصمتة ذات الاتجاه الواحد 22
3-6-1-4 العقدات المصمتة ذات الاتجاهين 22
3-6-1-5 العقدات (Flat Plate) 23
3-6-2 الأدراج 23
3-6-3 الجسور 24
3-6-4 الأعمدة 25
3-6-5 جدران القص 25
3-6-6 الأساسات 26
3-7 فواصل التمدد ( Expansion Joints ) 26
3-8 برامج الحاسوب 27

**الفصل الرابع : Structural Analysis and Design 28**

4-1 Introduction 29
4-2 Design method and requirements. 29
4-3 Check of Minimum Thickness of Structural Member 30
4-4 Design of Topping 31
4-5 Design of One Way Rib Slab (R4). 33
4-6 Design of Beam (B3) 41
4-7 Design of stairs 50
4-7-1 Landing Dead Load Computation 51
4-7-2 Shear 52
4-7-3 Bending Moment Design 52
4-7-4 Landing Deisgn 54
4-7-5 Shear Design For Landing 54
4-7-6 Bending Moment Design 55
4-7-8 Temperature and shrinkage reinforcemen 56
4-8 Design of column (c5) 57
4-9 Design of Shear wall 60
4-10 Design of Footing 64

**الفصل الخامس : النتائج والتوصيات** 72

5-1 المقدمة 73
5-2 النتائج 73
5-3 التوصيات 74

# List of Abbreviations

- **Ac** = area of concrete section resisting shear transfer.
- **As** = area of non-prestressed tension reinforcement.
- **$A_s'$ =** area of non-prestressed compression reinforcement.
- **Ag** = gross area of section.
- **Av** = area of shear reinforcement within a distance (S).
- **At** = area of one leg of a closed stirrup resisting tension within a (S).
- **b** = width of compression face of member.
- **bw** = web width, or diameter of circular section.
- **$C_c$ =** compression resultant of concrete section.
- **$C_s$** = compression resultant of compression steel.
- **DL** = dead loads.
- **d** = distance from extreme compression fiber to centroid of tension reinforcement.
- **Ec** = modulus of elasticity of concrete.
- **$f_c'$** = compression strength of concrete .
- **fy** = specified yield strength of non-prestressed reinforcement.
- **h** = overall thickness of member.
- **Ln** = length of clear span in long direction of two- way construction, measured face-to-face of supports in slabs without beams and face to face of beam or other supports in other cases.
- **LL** = live loads.
- **Lw** = length of wall.
- **M** = bending moment.
- **Mu** = factored moment at section.
- **Mn** = nominal moment.

- **Pn** = nominal axial load.
- **Pu** = factored axial load
- **S** = Spacing of shear in direction parallel to longitudinal reinforcement.
- **Vc** = nominal shear strength provided by concrete.
- **Vn** = nominal shear stress.
- **Vs** = nominal shear strength provided by shear reinforcement.
- **Vu** = factored shear force at section.
- **Wc** = weight of concrete.
- **W** = width of beam or rib.
- **Wu** = factored load per unit area.
- **Φ** = strength reduction factor.
- $\varepsilon_c$ **=** compression strain of concrete = 0.003.
- $\varepsilon_s$ **=** strain of tension steel**.**
- $\acute{\varepsilon}_s$ **=** strain of compression steel.
- **ρ** = ratio of steel area .

# فهرس الجداول


| رقم الجدول | الجدول | رقم الصفحة |
|---|---|---|
| 1-1 | الجدول الزمني للمشروع خلال السنة الدراسية (2022-2023) | 5 |
| 1-2 | الكثافة النوعية للمواد المستخدمة | 18 |
| 2-2 | الأحمال الحية المبنى | 18 |
| 3-2 | أحمال الثلوج حسب الارتفاع عن سطح البحر | 19 |
| 4-1 | Check Of Minimum Thickness Of Structural Member | 31 |
| 4-2 | Dead load calculation | 33 |
| 4-3 | Dead load calculation of Rib (R1) | 36 |
| 4-4 | Calculation of the total dead load for Landing and flight | 51 |

# فهرس الأشكال


| رقم الشكل | الشكل | رقم الصفحة |
|---|---|---|
| 1-1 | خارطة الموقع الجغرافي لمدينة حلحول | 8 |
| 1-2 | المسقط الافقي الطابق التسوية | 10 |
| 2-2 | المسقط الافقي للطابق الارضي | 11 |
| 3-2 | المسقط الافقي للطايق الاول | 12 |
| 4-2 | المسقط الافقي للطابق الثاني | 13 |
| 5-2 | الواجهة الشرقية | 13 |
| 6-2 | الواجهه الشمالية | 14 |
| 7-2 | الواجهة الجنوبية | 14 |
| 8-2 | الواجهه الغربية | 15 |
| 1-3 | العقدات العصب ذات الاتجاه الواحد | 21 |
| 2-3 | العقدة ذات العصب باتجاهين | 21 |
| 3-3 | العقدات المصمتة ذات الاتجاه الواحد | 22 |
| 4-3 | العقدات المصمتة ذات الاتجاهين | 22 |
| 5-3 | Flat Plate | 23 |
| 6-3 | الدرج | 24 |
| 7-3 | أنواع الجسور | 25 |
| 8-3 | أنواع الاعمدة | 26 |
| 9-3 | جدار قص | 26 |
| 10-3 | أساس مفرد | 27 |
| 4-1 | Topping Load. | 32 |
| 4-2 | Statically System and Loads Distribution of Rib(R04) | 35 |
| 4-3 | Shear and Moment Envelope Diagram of Rib (R04 ) | 37 |
| 4-4 | Statically System and Loads Distribution of Beam (B3) | 42 |
| 4-5 | Shear and Moment Envelope Diagram of Beam (B3) | 45 |
| 4-5* | C5 Reinforcment Details | 59 |
| 4-6 | Shear Diagram of Shear Wall. | 60 |
| 4-7 | Moment Diagram of Shear Wall. | 61 |
| 4-8 | | |

**جـامـعـة بـولـيـتـكـنـك فـلـسـطـيـن**

**كـلـيـة الـهـنـدسـة**

**دائرة الهندسة المدنية والمعمارية**

**هندسة مباني**

**الخليل- فلسطين**

**مشروع التخرج**

# التصميم الإنشائي لـِ " مستشفى أبو مازن" في محافظة الخليل.

**فـريـق الـعـمـل**

أسماء إسماعيل نجار ذكرى أحمد كرجة

**إشـراف :**

م. سفيان الترك .

**كانون الأول – 2022م**

# جـامـعـة بـولـيـتـكـنـك فـلـسـطـيـن

## كـلـيـة الـهـنـدسـة

## دائرة الهندسة المدنية والمعمارية

## هندسة مباني

## الخليل- فلسطين

# التصميم الإنشائي لـِ " مستشفى أبو مازن" في محافظة الخليل.

**فريق العمل**

**أسماء إسماعيل نجار** **ذكرى أحمد كرجة**

بناء على توجيهات الأستاذ المشرف على المشروع وبموافقة جميع أعضاء اللجنة الممتحنة، تم تقديم هذا المشروع إلى دائرة الهندسة المدنية والمعمارية في كلية الهندسة للوفاء بمتطلبات الدائرة لدرجة البكالوريوس.

| **توقيع مشرف المشروع** | **توقيع رئيس الدائرة** |
|---|---|
| م. سفيان الترك | م. فيضي شبانة |
| ..... | ..... |

**كانون الأول - 2022م**

## الإهـــــداء

**إلى الشموع التي استطاعت قهر الظلام بقوة إرادة نورهما... الذين كلما مر الوقت أكثر**

**نفهم كم هو صعب أن نحاول سداد ديوننا لهم....خاصة عندما يكون "الثبات"**

**على ما نؤمن به...هو من بعض غرسهم**

أمهاتنا وآبائنا أدام الله نورهم..

**إلى العلم، والتربية، والوقار، والإخلاص، والتواضع**

أساتذتنا الكرام..

**إلى دعائم قوتنا وطموحنا....بلسم عّلتنا وجروحنا**

إخواننا وأخواتنا..

**إلى كل الوفيات المخلصات اللواتي جعلن من الوفاء شمعة تنير دربهن**

**إلى من يجسدن الوفاء في أرقى صوره**

صديقاتنا ورفيقات دربنا ..

**وإلى كل من أخذ ويأخذ بأيدينا إلى قمة المجد**

نُهدي هذا المشروع ..

**فـريـق الـعـمـل**

## شـــكـر وتـــقـــديـــر

**ليس هناك شكر أعظم من الاعتراف بالجميل، وليس هناك مشكور أعظم من صاحب الفضل الذي لا ينقطع فضله ولا تنحصر نعمه، فحمدًا لله حمداً لا ينتهي عند حد ولا ينقطع عند أجل.**

**وفي هذا المقام لا يسعنا إلا أن نتقدم بجزيل شكرنا، وعظيم امتناننا وتقديرنا وعرفاننا؛إلى كل من ساهم في إنجاز بحثنا هذا، مّتحدين معنا كل الصعاب فلهم جميعًا الشكر والتقدير كله.**

**ونخص بشكرنا وتقديرنا أستاذنا الفاضل المهندس سفيان الترك المشرف والموجه والمعلم، الذي لم يتوان، ولم يتأخر عن تقديم ما آتاه الله من علم وحلم لنا، ونشكر طاقم دائرة الهندسة المدنية والمعمارية كل بمكانه الذين كرسوا وقتهم وجهدهم لمساعدتنا ومساعدة زملائنا طوال سنوات الدراسة.**

**كما نتقدم بشكرنا الى زملائنا وزميلاتنا الأعزاء الذين لولا وجودهم لما أحسسنا بمتعة البحث , ولا حلاوة المنافسة الإيجابية.**

**وختام القول مسك، فالشكر كل الشكر إلى أبآئنا وأمهاتنا وإخواننا الذين كان لهم الدور الأكبر في الوصول إلى ما وصلنا إليه، ولعلنا نوفيهم حقهم ببلوغنا رضاهم جميعاً.**

**فـريـق الـعـمـل**

# خـلاصـة الـمـشـروع

## التصميم الإنشائي لـِ " مستشفى أبو مازن " في محافظة الخليل .

## فريق العمل

**أسماء إسماعيل نجار** **ذكرى أحمد كرجة**

**إشراف :**

م. سفيان الترك .

**كانون الأول –2022 م**

يمكن تلخيص هدف المشروع في عمل التصميم الإنشائي لجميع العناصر الإنشائية التي يحتويها المشروع، من عقدات وجسور وأعمدة وأساسات وجدران وغيرها من العناصر الإنشائية.

يتكون المبنى من ثلاثة طوابق , وتبلغ المساحة الإجمالية (6320.66)متر مربع , ويتميز التصميم من الناحية المعمارية للمشروع بأنه تم بأسلوب يقوم على تعدد الكتل الفراغية وتوزيعها بشكل متناسق من الناحية الجمالية والوظيفية , إضافة إلى أنه تم الاهتمام عند توزيع الكتل بتوفير الراحة والسهولة وسرعة الوصول للمستخدمين.

تكمن أهمية المشروع في تنوع العناصر الإنشائية في المبنى مثل الجسور والأعمدة والبلاطات الخراسانية , وتعدد الكتل ووجود تراجعات في المساحات الطابقية .

من الجدير بالذكر أنه سيتم استخدام الكود الأردني لتحديد الأحمال الحية، ولتحديد أحمال الزلازل ، أما بالنسبة للتحليل الإنشائي وتصميم المقاطع فسيتم استخدام الكود الأمريكي (ACI_318_08) ، ولا بد من الإشارة إلى أنه سيتم الاعتماد على بعض برامج الحاسوب مثل :-

Autocad (2014), Atir, Microsoft Office.

وسيتضمن المشروع دراسة إنشائية تفصيلية من تحديد وتحليل للعناصر الإنشائية والأحمال المختلفة المتوقعة ومن ثم التصميم الإنشائي للعناصر وإعداد المخططات التنفيذية بناء على التصميم المعد لجميع العناصر الإنشائية التي تكوّن الهياكل الإنشائية للمبنى ، ومن المتوقع بعد إتمام المشروع أن نكون قادرين على تقديم التصميم الإنشائي لجميع العناصر الإنشائية بإذن الله.

**والله ولي التوفيق .**

# Structural Design For Specialist Hospital In Dura

**Prepared by**

**Asmaa Ismael Najjar** **Thekra Ahmad Karaja**

**Palestine Polytechnic University -2017**

**Supervisor**

Eng .Sufian Al-Turk

## Abstract

The idea of this project can be summarized by preparing Specialist Hospital In Dura. Which consists of all facilities that should be available in any Hospital.

The project is consists of three floors, and the total area of the building is 6320.66 meter square, the design of the project is based on the multiplicity of spatial cluster and distributed consistently aesthetically and functional .

We used ACI-318 code and structural designing programs such, ATIR, AutoCAD (2014), and we studied some old graduation projects, and the project will include detailed structural study of identified and analysis of the construction elements and the expected various loads, and then the structural design of elements and the preparation of shop drawings based on the prepared design.

God grants success

# فهرس المحتويات


| الموضوع | رقم الصفحة |
|---|---|
| **تقرير مقدمة المشروع** | I |
| **تقييم مقدمة مشروع التخرج** | II |
| **الإهداء** | III |
| **الشكر والتقدير** | IV |
| **الملخص باللغة العربية** | V |
| **الملخص باللغة الانجليزية** | VI |
| **فهرس المحتويات** | VII |
| **List of abbreviations** | X |
| **فهرس الجداول** | XII |
| **فهرس الأشكال** | XIII |
| **الفصل الأول : المقدمة** | 1 |
| 1-1 المقدمة | 2 |
| 1-2 أهداف المشروع | 3 |
| 1-3 مشكلة المشروع | 3 |
| 1-4 حدود مشكلة المشروع | 3 |
| 1-5 المسلمات | 3 |
| 1-6 فصول المشروع | 4 |
| 1-7 إجراءات المشروع | 4 |
| **الفصل الثاني : الوصف المعماري** | 6 |
| 2-1 مقدمة | 7 |
| 2-2 لمحة عامة عن المشروع | 7 |
| 2-3 موقع المشروع | 8 |
| 2-3-1 أهمية الموقع | 9 |
| 2-3-2 حركة الشمس والرياح | 9 |
| 2-3-3 الرطوبة | 10 |
| 2-4 وصف طوابق المشروع | 10 |
| 2-4-1 طابق التسوية | 10 |
| 2-4-2 الطابق الارضي | 11 |
| 2-4-3 الطابق الأول | 11 |
| 2-4-4 الطابق الثاني | 12 |
| 2-5 الواجهات | 13 |
| 2-5-1 الواجهة الرئيسة (الشرقية) | 13 |
| 2-5-2 الواجهة الشمالية | 14 |
| 2-5-3 الواجهة الجنوبية | 14 |
| 2-5-4 الواجهة الغربية | 15 |
| 2-6 وصف الحركة والمداخل | 15 |
| 2-7 المداخل | 15 |
| **الفصل الثالث : الوصف الإنشائي** | 16 |
| 3-1 مقدمة | 17 |
| 3-2 هدف من التصميم الإنشائي | 17 |
| 3-3 مراحل التصميم الإنشائي | 17 |
| 3-4 الأحمال | 18 |

3-4-1 الأحمال الميتة 18
3-4-2 الأحمال الحية 18
3-4-3 الأحمال البيئية 19
3-4-3-1 أحمال الرياح 19
3-4-3-2 أحمال الثلوج 19
3-4-3-3 أحمال الزلازل 20
3-5 الاختبارات العملية 20
3-6 العناصر الإنشائية المكونة للمبنى 20
3-6-1 العقدات 20
3-6-1-1 عقدات العصب ذات الاتجاه الواحد 21
3-6-1-2 عقدات العصب ذات الاتجاهين 21
3-6-1-3 العقدات المصمتة ذات الاتجاه الواحد 22
3-6-1-4 العقدات المصمتة ذات الاتجاهين 22
3-6-1-5 العقدات (Flat Plate) 23
3-6-2 الأدراج 23
3-6-3 الجسور 24
3-6-4 الأعمدة 25
3-6-5 جدران القص 26
3-6-6 الأساسات 27
3-7 فواصل التمدد ( Expansion Joints ) 27
3-8 برامج الحاسوب 28

**الفصل الرابع : Structural Analysis and Design** **29**

4-1 Introduction 30
4-2 Design method and requirements. 30
4-3 Check of Minimum Thickness of Structural Member 31
4-4 Design of Topping 32
4-5 Design of One Way Rib Slab (R4). 34
4-6 Design of Beam (B,G02) 41

**الفصل الخامس : النتائج والتوصيات** 51

5-1 المقدمة 52
5-2 النتائج 52
5-3 التوصيات 53

# List of Abbreviations

- **Ac** = area of concrete section resisting shear transfer.
- **As** = area of non-prestressed tension reinforcement.
- **$A_s'$ =** area of non-prestressed compression reinforcement.
- **Ag** = gross area of section.
- **Av** = area of shear reinforcement within a distance (S).
- **At** = area of one leg of a closed stirrup resisting tension within a (S).
- **b** = width of compression face of member.
- **bw** = web width, or diameter of circular section.
- **$C_c$ =** compression resultant of concrete section.
- **$C_s$** = compression resultant of compression steel.
- **DL** = dead loads.
- **d** = distance from extreme compression fiber to centroid of tension reinforcement.
- **Ec** = modulus of elasticity of concrete.
- **$f_c'$** = compression strength of concrete .
- **fy** = specified yield strength of non-prestressed reinforcement.
- **h** = overall thickness of member.
- **Ln** = length of clear span in long direction of two- way construction, measured face-to-face of supports in slabs without beams and face to face of beam or other supports in other cases.
- **LL** = live loads.
- **Lw** = length of wall.
- **M** = bending moment.
- **Mu** = factored moment at section.

- **Mn** = nominal moment.
- **Pn** = nominal axial load.
- **Pu** = factored axial load
- **S** = Spacing of shear in direction parallel to longitudinal reinforcement.
- **Vc** = nominal shear strength provided by concrete.
- **Vn** = nominal shear stress.
- **Vs** = nominal shear strength provided by shear reinforcement.
- **Vu** = factored shear force at section.
- **Wc** = weight of concrete.
- **W** = width of beam or rib.
- **Wu** = factored load per unit area.
- **Φ** = strength reduction factor.
- $\varepsilon_c$ **=** compression strain of concrete = 0.003.
- $\varepsilon_s$ **=** strain of tension steel**.**
- $\acute{\varepsilon}_s$ **=** strain of compression steel.
- **ρ** = ratio of steel area .

# فهرس الجداول


| رقم الجدول | الجدول | رقم الصفحة |
|---|---|---|
| 1-1 | الجدول الزمني للمشروع خلال السنة الدراسية (2022-2023) | 5 |
| 1-2 | الكثافة النوعية للمواد المستخدمة | 18 |
| 2-2 | الأحمال الحية المبنى | 18 |
| 3-2 | أحمال الثلوج حسب الارتفاع عن سطح البحر | 19 |
| 4-1 | Check Of Minimum Thickness Of Structural Member | 31 |
| 4-2 | Dead load calculation | 33 |
| 4-3 | Dead load calculation of Rib (R1) | 36 |

# فهرس الأشكال


| رقم الشكل | الشكل | رقم الصفحة |
|---|---|---|
| 1-1 | خارطة الموقع الجغرافي لمدينة حلحول | 8 |
| 1-2 | المسقط الافقي الطابق التسوية | 10 |
| 2-2 | المسقط الافقي للطابق الارضي | 11 |
| 3-2 | المسقط الافقي للطايق الاول | 12 |
| 4-2 | المسقط الافقي للطابق الثاني | 13 |
| 5-2 | الواجهة الشرقية | 13 |
| 6-2 | الواجهه الشمالية | 14 |
| 7-2 | الواجهة الجنوبية | 14 |
| 8-2 | الواجهه الغربية | 15 |
| 1-3 | العقدات العصب ذات الاتجاه الواحد | 21 |
| 2-3 | العقدة ذات العصب باتجاهين | 21 |
| 3-3 | العقدات المصمتة ذات الاتجاه الواحد | 22 |
| 4-3 | العقدات المصمتة ذات الاتجاهين | 22 |
| 5-3 | Flat Plate | 23 |
| 6-3 | الدرج | 24 |
| 7-3 | أنواع الجسور | 25 |
| 8-3 | أنواع الاعمدة | 26 |
| 9-3 | جدار قص | 26 |
| 10-3 | أساس مفرد | 27 |
| 4-1 | Topping Load. | 32 |
| 4-2 | Statically System and Loads Distribution of Rib(R04) | 35 |
| 4-3 | Shear and Moment Envelope Diagram of Rib (R04 ) | 37 |
| 4-4 | Statically System and Loads Distribution of Beam (B,G02) | 42 |
| 4-5 | Shear and Moment Envelope Diagram of Beam (B,G02) | 45 |

1

# الفصل الأول

# المُـقَـدِمَة

1-1 المقدمة.

2-1 أهداف المشروع.

3-1 مشكلة المشروع.

4-1 حدود مشكلة المشروع.

5-1 المسلمات.

6-1 فصول المشروع.

7-1 إجراءات المشروع.

## 1-1 المقدمة :

دأب الانسان منذ بدايته إلى البحث عن مسكن فالتجأ إلى الكهوف والتجاويف الصخرية المحيطة به ، ومع محاولاته لتطوير أساليب الحياة لديه ، والتكيف مع بيئته اجتهد لتطوير مسكنه ، فاستخدم المواد المحيطة به لانشاء هذا المأوى ، وتشكل الأراضي المحيطة بهذه المباني مصادر لمواد البناء كالخشب والخيزران والبوص في المناطق الحارة الرطبة ، والحجارة والطين والطوب في المناطق القاحلة ، وتستخدم المواد العضوية (كالخشب) وغير العضوية(كالحجارة والطوب) في المناطق التي تتوفر فيها كلا الخاصيتين ، وصولا إلى استخدامه الحديد والاسمنت المستخدم حاليا في البناء.

فالهندسة هي الجسد الذي يجمع بين الأدوات التقنية المتاحة والأنشطة والمعرفة ، فهي النشاط الاحترافي الذي يستخدم التخيل والحكمة والذكاء في تطبيق العلوم والتكنولوجيا والرياضيات و الخبرة العملية لكي تستطيع أن تصمم وتنتج وتدير العمليات التي تتناسب واحتياجات البشرية ، والهندسة المدنية هي فرع من فروع الهندسة وأكثرها التصاقا بنشأة الإنسان وتطوره عبر السنين والعصور، والمحفز الأساسي للمنتجات المعملية.

وهي كأي علم تتطور باستمرار ودون توقف وفي الآونة الحديثة ترابطت مع التطور الصناعي بشكل كبير لإنتاج مواد إنشائية جديدة ومتطورة تفي بالمتطلبات التي تكون دائما متزايدة من المجتمع.

واستجابة لمتطلبات التقدم والتطور بدأ بالاتجاه إلى الأبنية المتخصصة بالمجالات الحياتية العامة والخاصة ، فجعل لكل احتياج مبناه الخاص مثل:المستشفيات ، المدارس ، والجامعات ، ومن هنا يأتي دور المهندس الذي يضع أفكاره وحلوله من أجل المضي قدما في مواكبة النهضة البشرية.

فالمهندس هو من يصمم وينشئ الملاذ الآمن لرجل عائد إلى بيته بعد يوم طويل مرهق ومتعب وهو ذاته من يجمع الناس تحت سقف واحد في حدث موسيقي هنا وأخر رياضي هناك , بكل اختصار المهندس هو من يظهر أو على الأقل من يحاول أن يظهر الجمال المدفون وراء وجه الطبيعة.

محور الدراسة في هذا المشروع هو القيام بإجراء التصميم الإنشائي لمستشفى متعددة الطوابق مقام في حلحول شمال محافظة الخليل ، و يكمن عملنا في إيجاد الحلول الإنشائية المناسبة، بحيث يتم دراسة النظام الإنشائي الذي سيتم إتباعه في هذا المشروع، ودراسة الأحمال التي من الممكن ان يتعرض لها المبنى، ثم تصميم جميع العناصر الانشائية التي لها القدرة على مقاومة هذه الأحمال من العقدات وحتى الأساسات ، بحيث يكون التصميم الإنشائي محققا لهدفين أساسيين و هما الأمان و الإقتصادية.

## 1- 2 أهداف المشروع :

نأمل من هذا المشروع بعد إكماله أن نكون قد وصلنا إلى الأهداف التالية:

1. القدرة على اختيار النظام الإنشائي المناسب للمشروع وتوزيع عناصره الإنشائية على المخططات، مع مراعاة الحفاظ على الطابع المعماري.
2. القدرة على تصميم العناصر الإنشائية المختلفة.
3. تطبيق وربط المعلومات التي تم دراستها في المساقات المختلفة .
4. إتقان استخدام برامج التصميم الإنشائي ومقارنتها مع الحل اليدوي.

## 1-3 مشكلة المشروع :

تتمثل مشكلة هذا المشروع في التحليل والتصميم الإنشائي لجميع العناصر الإنشائية المكونة للمبنى، وفي هذا المجال سيتم تحليل كل عنصر من العناصر الإنشائية مثل البلاطات والأعصاب والأعمدة والجسور....الخ وذلك بتحديد الأحمال الواقعة عليه ومن ثم تحديد أبعاده وتصميم التسليح اللازم له مع الأخذ بعين الاعتبار عامل الأمان للمنشأ ،ومن ثم سيتم عمل المخططات التنفيذية للعناصر الإنشائية التي تم تصميمها ،لإخراج هذا المشروع من حيز الاقتراح إلى حيز التنفيذ.

## 1-4 حدود مشكلة المشروع :

يقتصر العمل لهذا المشروع على الناحية الإنشائية فقط، حيث بدأنا العمل على ذلك في هذا الفصل من خلال مقدمة مشروع التخرج , وسنقوم باستكمال العمل خلال مساق مشروع التخرج في الفصل القادم.

## 1-5 المسلمات :

1. اعتماد الكود الأمريكي في التصاميم الإنشائية المختلفة (ACI-318-08) .
2. استخدام برامج التحليل والتصميم الإنشائي مثل ( SAP2000 , Etabs , Safe , Atir12)
3. برامج أخرى مثل Autocade , Excel , Power Point , Microsoft office Word .

## 1- 6 فصول المشروع :

يحتوي هذا المشروع على خمسة فصول وهي:

1- الفصل الأول : يشمل المقدمة العامة .
2- الفصل الثاني : يشمل الوصف المعماري للمشروع.
3- الفصل الثالث : يشمل وصف العناصر الإنشائية للمبنى.
4- الفصل الرابع : التحليل والتصميم الإنشائي لبعض العناصر الإنشائية.
5- الفصل الخامس : النتائج و التوصيات.

## 1-7 إجراءات المشروع :

1) دراسة المخططات المعمارية وذلك للتأكد من صحتها من النواحي المعمارية وتوافقها مع أهداف المشروع مع إجراء كافة التعديلات المعمارية اللازمة عليها، وإكمال النقص الموجود فيها إن وجد.

2) دراسة العناصر الإنشائية المكونة للمبنى والآلية الأنسب لتوزيع هذه العناصر كالأعمدة والجسور والأعصاب بشكل لا يصطدم مع التصميم المعماري الموضوع ويحقق الجانب الاقتصادي و عامل الأمان.

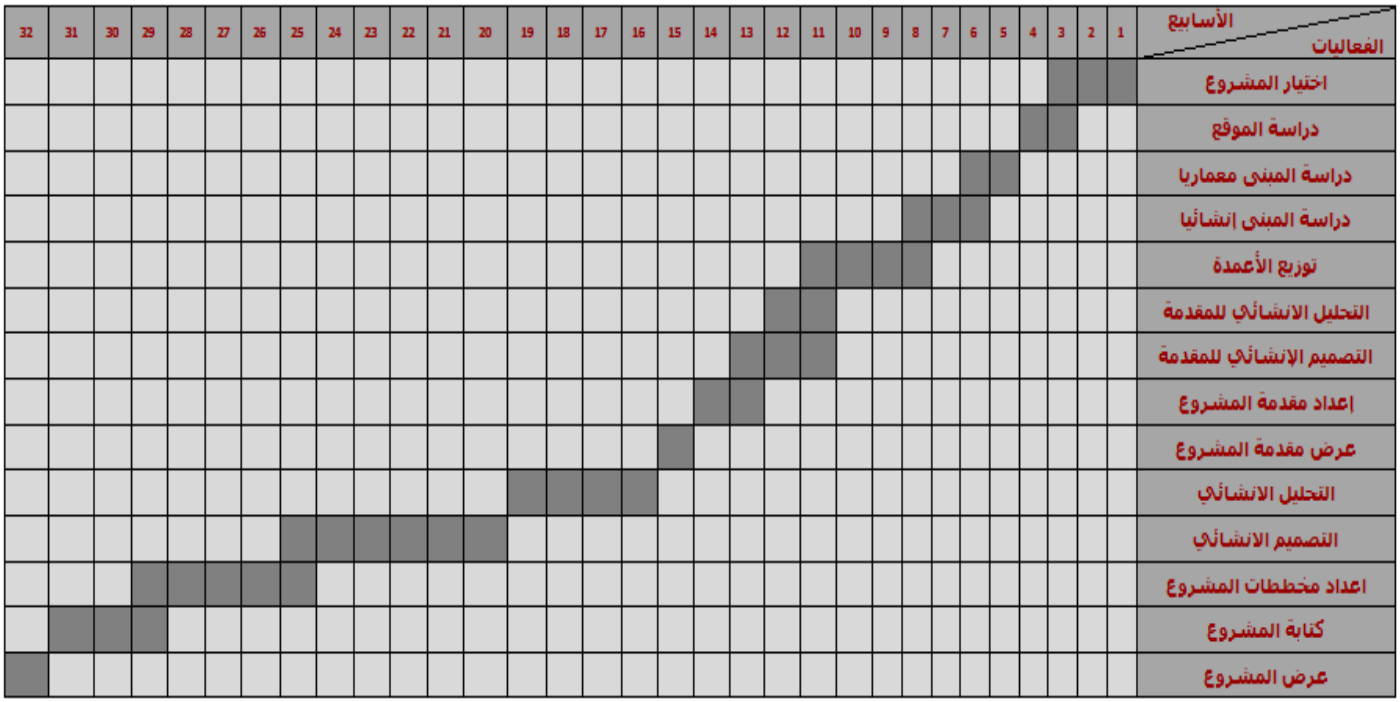
3) تحليل العناصر الإنشائية والأحمال المؤثرة عليها.

4) تصميم بعض العناصر الإنشائية بناء على نتائج التحليل.

5) استخدام بعض برامج التصميم المختلفة في بعض الحسابات.

والجدول التالي يوضح تسلسل أعمال المشروع والزمن اللازم لكل نشاط :

جدول (1-1) الجدول الزمني للمشروع خلال السنة الدراسية (2022 – 2023)



# 2

# الفصل الثاني

## الوصـف المِـعـمَــاري

2-1 مقدمة .

2-2 لمحة عامة عن المشروع .

2-3 موقع المشروع .

2-4 وصف طوابق المشروع .

2-5 الواجهات .

2-6 وصف الحركة و المداخل .

2-7 المداخل.

## 1-2 مقدمة :

تعتبر العمارة أم العلوم الهندسية، وهي ليست وليدة هذا العصر؛ بل هي منذ أن خلق الله تعالى الإنسان الذي أطلق العنان لمواهبه و خواطره، فانتقل بهذه المواهب من حياة الكهوف إلى أفضل صورة من صور الرفاهية، مستغلاً ما وهبه الله من جمال لهذه الطبيعة الخلابة.

وبهذا أصبحت العمارة فن وموهبة وأفكار، تستمد وقودها مما وهبه الله للمعماري من مواهب الجمال. وإذا كان لكل فن أو علم ضوابط وحدود يقف عندها فإن العمارة لا تخضع لأي حد أو قيد، فهي تتأرجح مابين الخيال والواقع؛ والنتيجة قد تكون أبنية متناهية البساطة والصراحة تثير فينا بعض الفضول رغم أنها قد تخبئ لنا العديد من المفاجآت عندما ندخلها ونتفاعل مع تفاصيلها.

وقد يبدو المبنى بسيطاً من الخارج، وكأنه مفكك إلى عدة قطع ضخمة دون الشعور بالاتصال بين هذه القطع؛ مع أنها في حقيقة الأمر متصلة ومترابطة عبر عدة فراغات وجسور. وقد يعتمد المبنى في تركيبته الهندسية اعتماداً كلياً على شكل هندسي منتظم كوحدة متكررة في كل أجزاء المبنى، وإن كانت أحياناً تحّرف وتقطع لتخرج بتركيبة بصرية لا توحي بارتباطها بالشكل المنتظم.

إن عملية التصميم لأي منشأ أو مبنى تتم عبر عدة مراحل حتى يتم إنجازه على أكمل وجه، تبدأ أولا بمرحلة التصميم المعماري حيث يتم في هذه المرحلة تحديد شكل المنشأ ويؤخذ بعين الاعتبار تحقيق الوظائف والمتطلبات المختلفة التي من أجلها سيتم إنشاء هذا المبنى، حيث يجري توزيع أولي لمرافقه، بهدف تحقيق الفراغات والأبعاد المطلوبة وتحديد مواقع الأعمدة والمحاور، وتتم في هذه العملية أيضا دراسة الإنارة والتهوية والحركة والتنقل وغيرها من المتطلبات الوظيفية.

وبعد الانتهاء من مرحلة التصميم المعماري وإخراجها بصورتها النهائية تبدأ عملية التصميم الإنشائي التي تهدف إلى تحديد أبعاد العناصر الإنشائية وخصائصها اعتمادا على الأحمال المختلفة الواقعة عليها والتي يتم نقلها عبر هذه العناصر إلى الأساسات ومن ثم إلى التربة.

## 2-2 لمحة عامة عن المشروع :

تعاني مدينة حلحول من عدة مشاكل في تصميم المستشفيات نتيجة لعدة أسباب منها : سيطرة الاحتلال الإسرائيلي على الموارد المتاحة وقلتها في نفس الوقت , وغياب التخطيط الجيد في توزيع المستشفيات . لذلك أتت الحاجة لتصميم مستشفى يراعي احتياجات الشعب الفلسطيني النفسية والجسدية, ويساعد في إصلاح وتطوير القطاع الصحي الفلسطيني.

تقوم فكرة المشروع على أساس إنشاء مبنى مستشفى ، و مما لا شك فيه أن دور المستشفيات في عصرنا الحالي لم يعد يقتصر على تقديم الخدمة العلاجية فقط ، ولم يعد كذلك يعرف بأنه مكان لإيواء المرضى والمصابين كما كان في الماضي، حيث كان أقدم وأبسط تعريف للمستشفى هو أنه مكان لإيواء المرضى والمصابين حتى يتم شفاؤهم، ولكن المستشفى الحديث يعد تنظيماً طبياً متكاملاً يستهدف تقديم الخدمة الصحية بمفهومها الشامل من وقاية وعلاج وتعليم طبي إضافةً إلى إجراء البحوث الصحية في مختلف فروعها.

## 3-2 موقع المشروع :

لتصميم أي مشروع فإنه ينبغي دراسة الموقع المراد تشييد المبنى فيه بعناية فائقة سواء تعلق ذلك بالموقع الجغرافي أم بتأثير القوى المناخية السائدة في المنطقة. بحيث تصان العناصر القائمة و علاقاتها بالتصميم المقترح في تآلف وتناغم لتحقيق التصميم الأمثل.

فلذلك يجب إعطاء فكرة عامة عن عناصر الموقع، من توضيح لمقاسات الأرض المقترحة للبناء، علاقة الموقع بالشوارع والخدمات المحيطة، ارتفاع المباني المحيطة، واتجاه الرياح السائدة والضجيج ومسار الشمس.

الموقع المقترح للمشروع هو بإرض بالقرب من منطقة بطن الجرن-زبود ،مدينة حلحول ،شمال مدينة الخليل جنوب الضفة الغربية، ترتفع قطعة الأرض 1003.00م عن سطح البحر ، وقريبة عن شارع القدس-الخليل وشارع زبود المغذي للقرى المجاورة.

**الشكل (1-1) خارطة الموقع الجغرافي لمدينة حلحول .**

## 2-3-1 أهمية الموقع :

**الشروط العامة لاختيار الموقع :**

إن عمليه اختيار ارض لإقامة مستشفى لا تقيم بشكل أساسي لتوفر قطعه الأرض بل تقيم على أسس ومعايير تساعد في وضع قرار سليم يوجه المشروع إلى ذلك المسلك الذي يضفي على خدمات المشروع وأجزائه صبغه التكامل والتوافق مع النسيج الحضري العام . وفيما يلي عدة نقاط مهمة في عملية اختيار ارض لمستشفى حلحول :

1. جغرافيه الموقع : هو الجانب الذي يختص في دراسة موقع الأرض بالنسبة للنسيج العمراني بشكل عام ، وتأثير الموقع على وظيفة المبنى ، ودراسة المناخ وطبوغرافية الأرض .

2. شبكه المواصلات : هو الجانب الذي يتم فيه دراسة الطرق الرئيسية والفرعية المؤدية للموقع.

3. الغطاء النباتي : هو الجانب الذي يتحدث عن طبيعة الأرض من حيث احتوائها على الغطاء النباتي من أشجار ونباتات .

4. أنماط المباني المحيطة : طبيعة المباني المحيطة بقطعة الأرض ونوعها ، تجارية ،صناعية ، سكنية، أم خدماتية ...الخ . وكيفيه تأثير هذه المباني على قطعه الأرض وتأثيرها على المبنى المراد إنشاؤه ، ونوعية مواد البناء المستخدمة في المباني المحيطة وارتفاعاتها إن وجدت .

## 2-3-2 حركة الشمس و الرياح :

تتعرض مدينة حلحول إلى الرياح الشمالية الغربية وهي رياح باردة جدا وجافة ,واليها يعود انخفاض الحرارة في المناطق المرتفعة، كما تتعرض إلى الرياح الجنوبية الغربية وهي رياح محملة بالأمطار والرطوبة .ونظراً لموقعها الجغرافي فإن الرياح الغربية تهب عليها وتصطدم بتيارات دافئة ، وتلتقي تلك القادمة من الشرق بالرياح القادمة من الغرب فتقلل من رطوبتها وتجعلها أكثر انسجاما ، إذ تجعل الهواء معتدلا جافا،كما تهب على المدينة رياح جافة كرياح الخماسين في أواخر فصل الربيع.

إن دراسة حركة الشمس والرياح من العوامل المهمة في تحليل المبنى، فالشمس طاقة مرغوب فيها، وتوجيه المبنى تجاه الشمس مع حمايته من السطوع الواقع عليه من المنطقة الغربية هي وسيلة ناجحة في الحصول على أكبر قدر ممكن من الطاقة الشمسية في أيام البرد، والتقليل من كمية الطاقة المستهلكة للتدفئة، وللرياح تأثير كبير على المباني، فهي تعد حمل أفقي يؤثر على جدران المبنى، وبالتالي على الهيكل الإنشائي له فيجب مراعاة تأثير الرياح والشمس على المبنى ليتم تصميمه بشكل يلبي شروط التصميم المتعلقة بالتهوية.

## 2-3-3 الرطوبة:-

مناخ حلحول يتأثر بمناخ فلسطين الذي يعرف بأنه جاف وحار صيفاً ومعتدل وماطر شتاءً، ومناخ حلحول رغم صغرها يتباين تبعاً للتضاريس والمسطحات المائية المجاورة والبعد عن الصحراء, أما فيما يتعلق بالأمطار فإن معدلات التساقط متفاوتة تبعاً لتضاريس المنطقة الجغرافية والتي تعتبر جزء من محافظة الخليل حيث إن الأمطار في حلحول تتراوح ما بين (400-600 ملم) سنوياً.

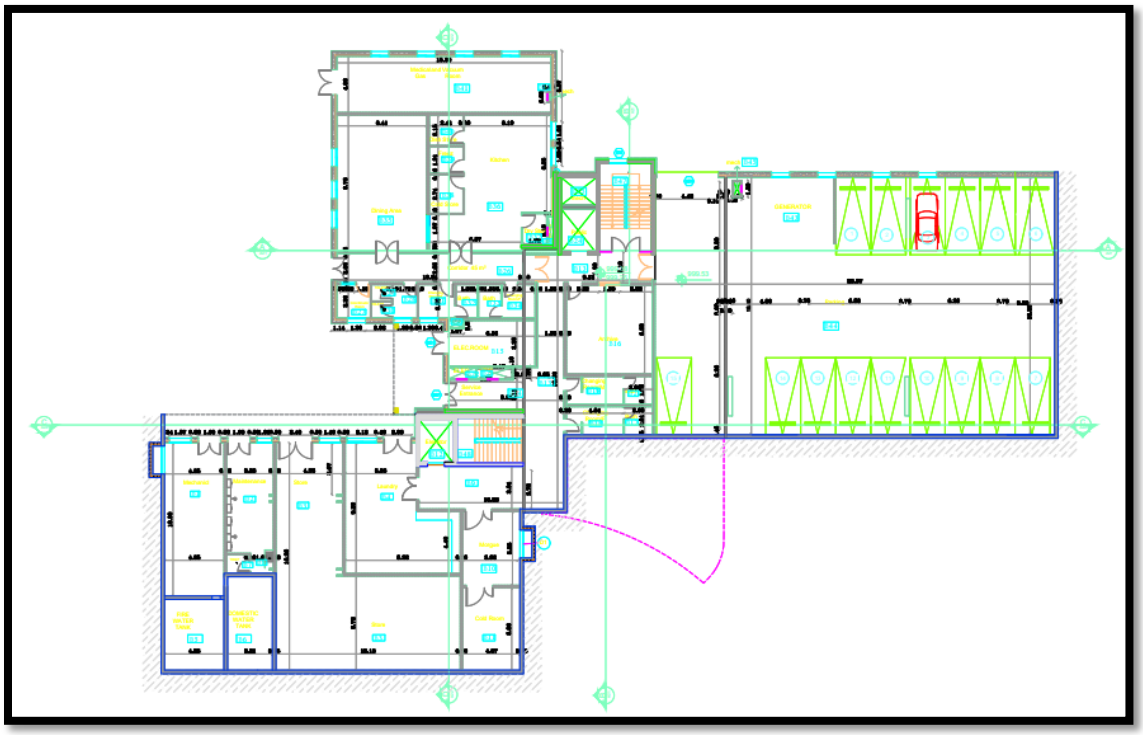
## 2-4 وصف طوابق المشروع :-

يتكون المشروع من أربعة طوابق ذات تنوع خدماتي , وهو عبارة عن مؤسسة معقدة ذات مرافق متعددة, التوزيع المعماري لهذه المرافق يتسم بالتعقيد وعدم التماثل بين الطوابق وهذا أدى إلى صعوبة في التصميم الإنشائي للمشروع .

### 2-4-1 طابق التسوية :-

(منسوب 1000.25 م) بمساحة تقدر بـ 1547.66م$^2$.

يتكون الطابق التسوية من موقف لسيارات, أرشيف, غرف للتغير, غرفة الغازالطبية, منطقة الطعام, منطقة طهي, منطقة التخزين, غرفة منسق, غرفة كهربائية, الحمامات العامة, مدخل للخدمات, غرفة ميكانيكة, منطقة خاصة لاعمال الصيانة, مغسلة وثلاجة الموتى, خزانين ماء. كما هو موضح في الشكل (2-1) .

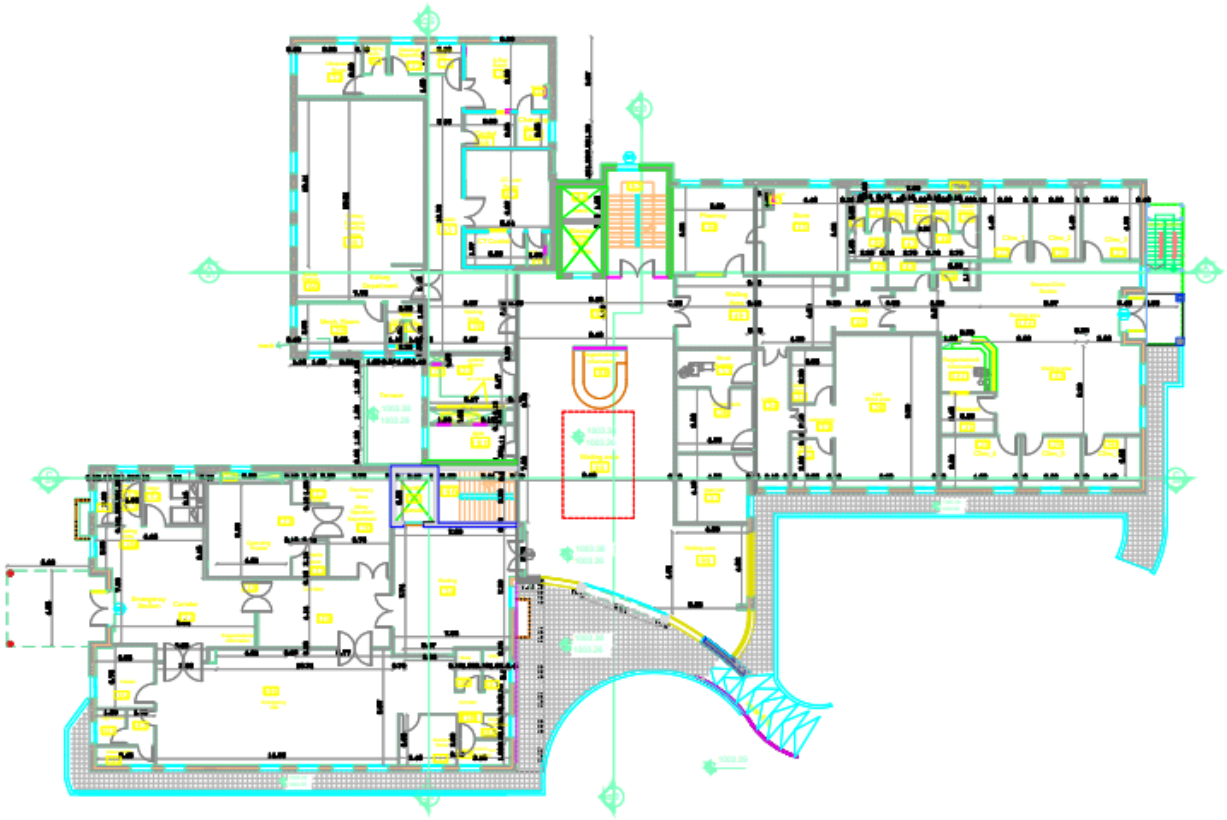


**الشكل (2-1) : مسقط الطابق التسوية.**

## 2-4-2 الطابق الأرضي :-

(منسوب 1004.12 م ) بمساحة تقدر بـ 1611.10 م$^2$.

يتكون الطابق الأرضي من عيادات, منطقة انتظار,مختبرات,حمامات عامة,منطقة تخزين,صيدلية,وبنك الدم,ومنطقة لتسجيل المعلومات,غرف اشعة,غرفة التراساوند,قسم الكلى,قسم الطوارئ, غرف للعمليات. كما هو موضح في الشكل (2-2) .



**الشكل (2-2) : مسقط الطابق الأرضي.**

## 2-4-3 الطابق الأول:-

(منسوب1008.28م) بمساحة تقدر ب 1606.50 م$^2$.

يتكون الطابق الأول من قاعات غرف مرضى, غرف للعزل المرضى, مركز التمريض, منطقة انتظار, وغرفة طبيب, حمامات عامة, مدير المستشفى, غرفة اجتماعات, المكتبة الالكترونية, منطقة لمدير الاداري وادارة العمليات, قسم التمريض, قسم الادارة. كما هو موضح في الشكل (2-3) .

**الشكل (2-3): المسقط الأفقي للطابق الأول.**

## 2-4-4 الطابق الثاني:-

(منسوب1012.44 م) بمساحة تقدر ب1348 م$^2$.

يتكون الطابق الثاني من مطبخ صغير, منطقة للممرضات, غرف لعزل الام,حاضنات, غرف الولادة, حمامات, غرف طبيب,غرف خاصة للمريضة بعد الولادة, منطقة انتظار,تيرأس,غرف العمليات, منطقة تخزين,منطقة تعقيم. كما هو موضح في الشكل (2-4) .

الشكل (2-4) : المسقط الأفقي للطابق الثاني .

## 5-2 الواجهات :-

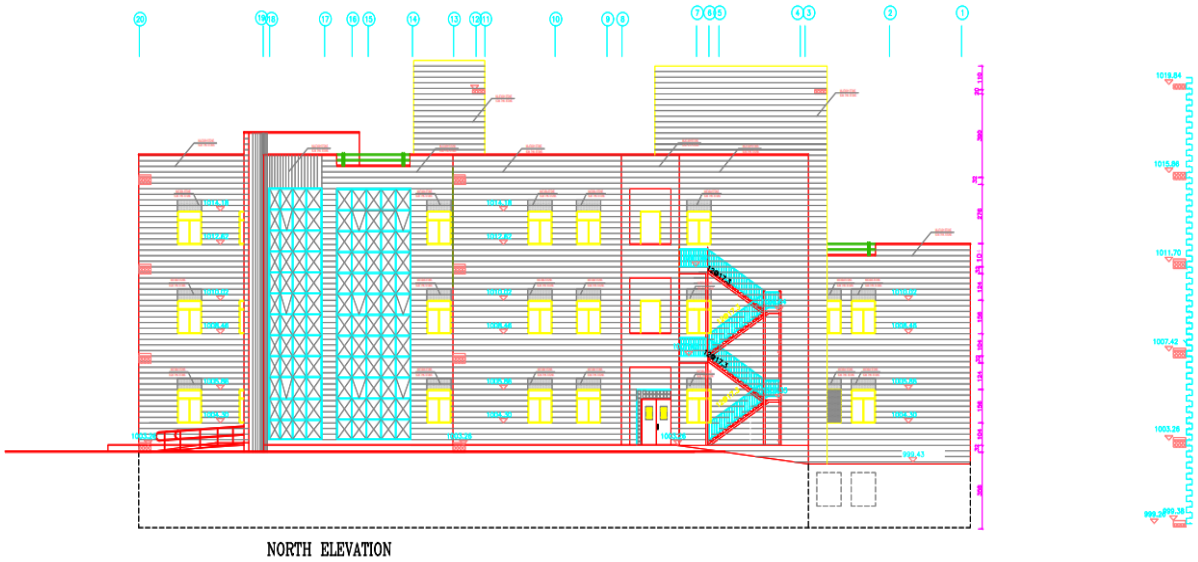
### 1-5-2 الواجهة الرئيسية ( الشرقية) :

و يظهر فيها المدخل الرئيسي للمبنى , واجمالية توزيع الكتل المعمارية .

الشكل (2-5): الواجهة الشرقية .

## 2-5-2 الواجهة الشمالية:

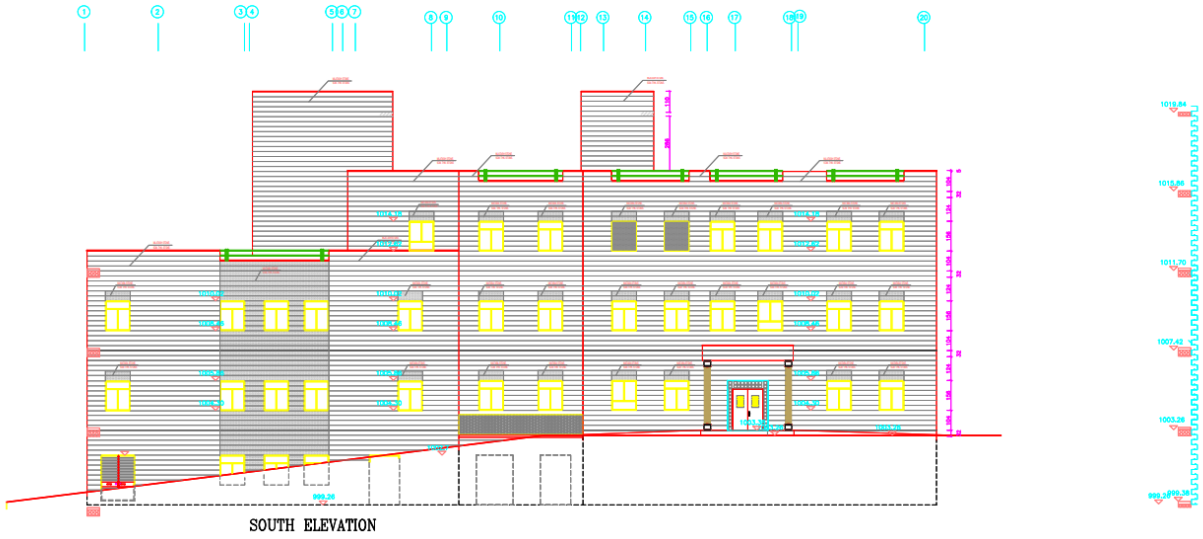
**و يظهر فيها مدخل رئيسي آخر للمبنى و تظهر الكتل المعمارية بشكل أوضح.**




**الشكل (2-6) :الواجهة الشمالية .**

## 3-5-2 الواجهة الجنوبية :

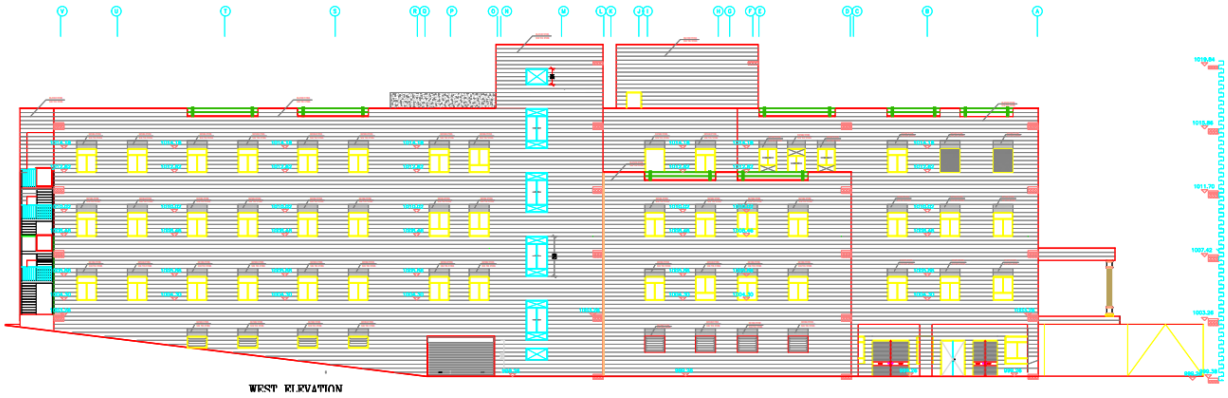
و يظهر فيها مداخل أخرى للمبنى من الجهة الجنوبية.




**الشكل (2-7) :الواجهة الجنوبية .**

## 4-5-2 الواجهة الغربية :

و يظهر فيها المدخل المؤدي لمصف سيارات وطابق التسوية.




**الشكل (2-8) :الواجهة الغربية .**

## 6-2 وصف الحركة و المداخل :-

تم تصميم المنشأة بحيث تتيح حرية و سهولة التنقل بين أجزاء المبنى و طوابقه من خلال المصاعد الموزعة على كافة أجزاء المبنى و وجود الRamp في المداخل لتسهل عملية التنقل للمرضى . و يوفر التصميم انتظام في توزيع الفراغات مما يوفر راحة في التنقل .

## 7-2 المداخل :-

يحتوي المشروع على :

1. المدخل الشرقي وهو المدخل الرئيسي هو للاستخدام العام .
2. المدخل الغربي وهو المدخل المؤدي الى مصف سيارات وطابق التسوية.
3. المدخل الجنوبي وهو مدخل المؤدي الي الطوارئ .
4. المدخل الشمالي وهو المدخل المؤدي الى العيادات ومختبرات .

3

# الـفـصـل الـثـالـث

# الـــوصـــف الإنْـشَـــائِـي

1-3 مقدمة .

2-3 الهدف من التصميم الإنشائي .

3-3 مراحل التصميم الإنشائي .

4-3 الأحمال.

5-3 الاختبارات العملية .

6-3 العناصر الإنشائية المكونة للمبنى .

7-3 فواصل التمدد .

8-3 برامج الحاسوب.

## 1-3 مـقدمـة :-

بعد دراسة المشروع من الناحية المعمارية لابد من الانتقال للجانب الإنشائي لدراسة العناصر الإنشائية ووصفها وصفا دقيقا, حيث يتم دراسة طبيعة الأحمال المسلطة على المبنى وكيفية التعامل معها للخروج بتصميم إنشائي يلبي جميع متطلبات الأمان ويراعي الجانب الاقتصادي للمشروع .

كما يتطلب التصميم الإنشائي اختيار العناصر الإنشائية المناسبة للمشروع المراد إنشاؤه ومراعاة قابلية تنفيذها على أرض الواقع بحيث يكون المبنى آمن, ونحافظ على التصاميم المعمارية.

## 2-3 الهدف من التصميم الإنشائي:-

التصميم الإنشائي عملية متكاملة تعتمد على بعضها البعض حيث تلبي مجموعة من الأهداف والعوامل التي من شأنها الخروج بمنشأ يحقق الهدف المرجو منه, وهذه الأهداف هي على النحو التالي:-

1- الأمان (Safety) : حيث يكون المبنى آمن في جميع الأحوال ومقاوم للتغيرات الطبيعية المختلفة.
2- والتكلفة الاقتصادية (Economical): وهي تحقيق اكبر قدر من الأمان للمنشأ بأقل تكلفة اقتصادية.
3- ضمان كفاءة الاستخدام (Serviceability): تجنب أي خلل في المنشأ كوجود بعض التشققات وبعض أنواع الهبوط التي من شأنها أن تضايق مستخدمي المبنى .
4- الحفاظ على التصميم المعماري للمنشأ.

## 3-3 مراحل التصميم الإنشائي:-

يمكن تقسيم مراحل التصميم الإنشائي إلى مرحلتين رئيسيتين:

**المرحلة الأولى :-**

وهي الدراسة الأولية للمشروع من حيث طبيعة المشروع وحجمه, بالإضافة لفهم المشروع من جميع جوانبه المختلفة , وتحديد مواد البناء التي سوف يتم اعتمادها للمشروع, ثم عمل التحاليل الإنشائية الأساسية لهذا النظام , والأبعاد الأولية المتوقعة منه.

**المرحلة الثانية:**

تتمثل في التصميم الإنشائي لكل جزء من أجزاء المنشأ, بشكل مفصل ودقيق وفقاً للنظام الإنشائي الذي تمّ اختياره وعمل التفاصيل الإنشائية اللازمة له من حيث رسم المساقط الأفقية والقطاعات الرأسية وتفاصيل تفريد حديد التسليح.

## 4-3 الأحمـال:-

تقسم الأحمال التي يتعرض لها المبنى إلى أنواع مختلفة وهي كما يلي:-

### 1-4-3 الأحمال الميتة :-

هي الأحمال الناتجة عن الوزن الذاتي للعناصر الرئيسة التي يتكون منها المنشأ, بصورة دائمة وثابتة, من حيث المقدار والموقع , بالإضافة لأجزاء إضافية كالقواطع الداخلية باختلافها وأي أعمال ميكانيكية أو إضافات تنفذ بشكل دائم وثابت في المبنى، ويمكن حسابها من خلال تحديد أبعاد العنصر الإنشائي, وكثافات المواد المكونة له , والجدول (3-1) يبين الكثافات النوعية للمواد المستخدمة في المشروع .

جدول ( 2-1) الكثافة النوعية للمواد المستخدمة .

| الرقم المتسلسل | المادة المستخدمة | الكثافة المستخدمة ($kN/m^3$) |
|---|---|---|
| 1 | المونة والقصارة | 22 |
| 2 | الرمل | 16 |
| 3 | الخرسانة | 25 |
| 4 | الطوب | 12 |
| 5 | البلاط | 23 |

أحمال القواطع (Partition ) = 1.50 $kN/m^2$

### 2-4-3 الأحمال الحية:-

وهي الأحمال التي تتغير من حيث المقدار والموقع بصورة مستمرة كالأشخاص، الأثاث، الاجهزة ، والمعدات ، وتعتمد قيمة هذه الأحمال على طبيعة الاستخدام للمنشأ و يؤخذ عادة مقدارها من جداول خاصة في الكودات المختلفة, والجدول (3-2) يبين الأحمال الحية في المشروع والمحددة بالرجوع إلى الكود الأردني.

جدول( 2- 2 ) الأحمال الحية للمبنى

| الرقم المتسلسل | طبيعة الاستخدام | الحمل الحي ($kN/m^2$) |
|---|---|---|
| 1 | المستشفيات | 5 |
| 2 | الأدراج | 3 |

### 3-4-3 الأحمال البيئية:

وتشمل الأحمال التي تنتج بسبب التغيرات الطبيعية التي تمر على المنشأ كالثلوج والرياح وأحمال الهزات الأرضية, والأحمال الناتجة عن ضغط التربة، وهي تختلف من حيث المقدار والاتجاه ومن منطقة لأخرى, و يمكن اعتبارها جزءاً من الأحمال الحية وهي كما يلي:-

### 3-4-3-1 أحمال الرياح :

أحمال الرياح تؤثر بقوى أفقية على المبنى ولتحديد أحمال الرياح تم الاعتماد على سرعة الرياح القصوى التي تتغير بتغير ارتفاع المنشأ عن سطح الأرض وموقعه من حيث إحاطته بمباني مرتفعة أو وجود المنشأ نفسه في موقع مرتفع أو منخفض والعديد من المتغيرات الأخرى ، حيث أن معدل السرعة حسب الكود الأردني تساوي 30م/ث$^2$.

### 3-4-3-2 أحمال الثلوج:

تعتمد أحمال الثلوج على ارتفاع المنطقة عن سطح البحر، وعلى شكل السقف , ويتم تحديدها باستخدام Codesالبناء المختلفة , من خلال جداول تأخذ ارتفاع المُنشأ عن سطح البحر و زاوية ميل السقف كأساس لتحديد قيمة القوى التي تؤثر بها على المنشأ.

و الجدول التالي يبين قيمة أحمال الثلوج حسب الارتفاع عن سطح البحر مأخوذا من كود البناء الأردني.

جدول ( 2 – 3 ) احمال الثلوج حسب الارتفاع عن سطح البحر

| أحمال الثلوج (KN /M²) | علو المنشأ عن سطح البحر (H) (بالمتر ) |
|---|---|
| 0 | h < 250 |
| (h-250) /1000 | 500 > h > 250 |
| (h-400) / 400 | 1500 > h > 500 |
| (h – 812.5)/ 250 | 2500 > h > 1500 |

استناداً إلى جدول أحمال الثلوج السابق وبعد تحديد ارتفاع المبنى عن سطح البحر, و الذي يساوي (1027م) وتبعاً للبند الثالث تم حساب أحمال الثلوج كالأتي:

$$s_L = \frac{h-400}{400}$$

$$s_L = \frac{1027-400}{400}$$

$$s_L = 1.57(\text{KN}/\text{m}^2)$$

### 3-3-4-3 أحـمــال الـزلازل:

تنتج الزلازل عن اهتزازات أفقية ورأسية , بسبب الحركة النسبية لطبقات الأرض الصخرية، فتنتج عنها قوى قص تؤثر على المنشأة، ويجب أن تؤخذ هذه الأحمال بعين الاعتبار عند التصميم وذلك لضمان مقاومة المبنى للزلازل في حال حدثت وبالتالي التقليل من الأضرار المحتملة نتيجة حدوث الزلزال.

وسيتم مقاومتها في هذا المشروع عن طريق جدران القص الموزعة في المبنى بناءً على الحسابات الإنشائية لها. الذي ستستخدم من أجله،لتجنب الآثار الناتجة عن الزلازل مثل :

- حدود صلاحية المبنى للتشغيل (Serviceability) من حيث تجنب أي هبوط زائد (Deflection) و تجنب التشققات (Cracks) التي تؤثر سلباً على المنظر المعماري المطلوب.
- الشكل و النواحي الجمالية للمنشأ.

## 5-3 الاختبارات العملية:

يسبق الدراسة الإنشائية لأي مبنى , عمل الدراسات الجيوتقنية للموقع، ويعنى بها جميع الأعمال التي لها علاقة باستكشاف الموقع ودراسة التربة والصخور والمياه الجوفية , وتحليل المعلومات وترجمتها للتنبؤ بطريقة تصرف التربة ,عند البناء عليها, وأكثر ما يهتم به المهندس الإنشائي هو الحصول على قوة تحمل التربة (Bearing Capacity) اللازمة لتصميم أساسات المبنى.

## 6-3 العناصر الإنشائية المكونة للمبنى:

تتكون المباني عادةً من مجموعة عناصر إنشائية تتقاطع مع بعضها لتقاوم الأحمال الواقعة على البناء, وتشمل: العقدات, والجسور, والأعمدة, وجدران القص, والأدراج, والأساسات. و يحتوي المشروع العناصر التالية :

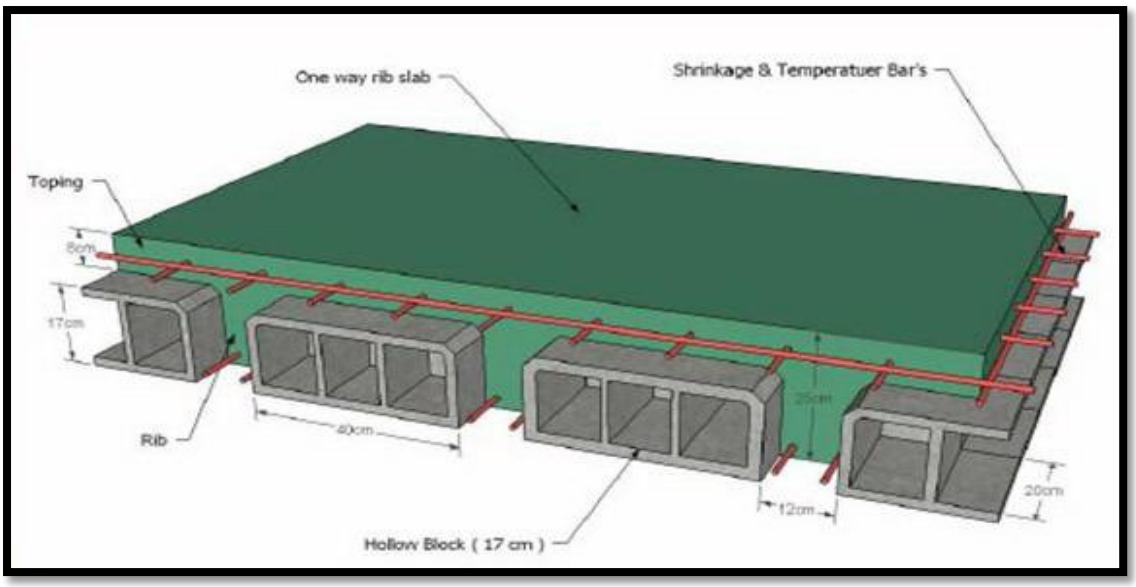
### 1-6-3 العقدات:

نظراً لوجود العديد من الفعاليات المختلفة في المبنى ومراعاة للمتطلبات المعمارية فإنه سيتم استخدام أنواع العقدات التالية في المشروع:

1. عقدات العصب ذات الاتجاه الواحد (One way ribbed slab).
2. عقدات العصب ذات الاتجاهين (Two way ribbed slab).
3. العقدات المصمتة ذات الاتجاه الواحد( One way solid slab).
4. العقدات المصمتة ذات الاتجاهين (Tow way solid slab)
5. Flat plate .

### 3-1-6-1 عقدات العصب ذات الاتجاه الواحد (One way ribbed slab)

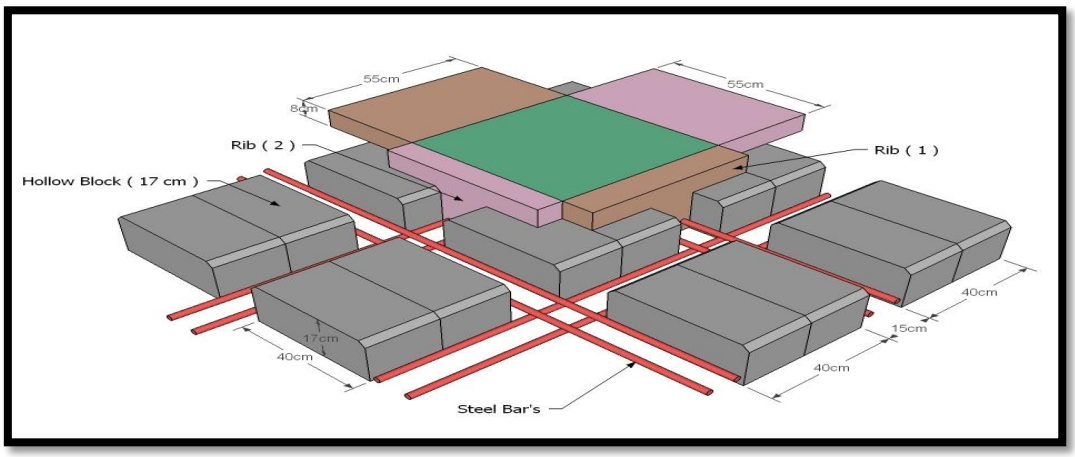
إحدى أشهر الطرق المستخدمة في تصميم العقدات في هذه البلاد وتتكون من صف من الطوب يليها العصب, ويكون التسليح باتجاه واحد كما هو مبين في الشكل (3-3).




الشكل ( 3 – 1 ) العقدات العصب ذات الاتجاه الواحد .

### 3-1-6-2 عقدات العصب ذات الاتجاهين (Two way ribbed slabs)

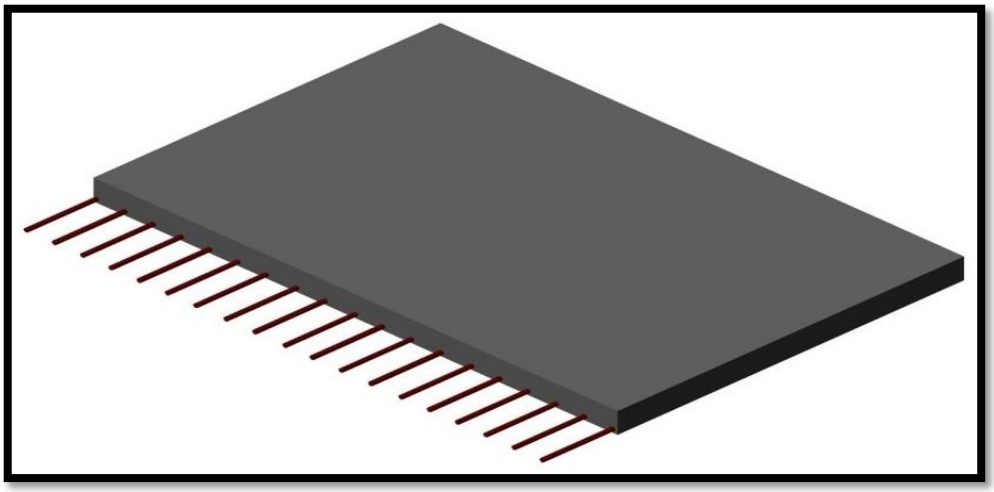
تشبه السابقة من حيث المكونات ولكنها تختلف من حيث كون التسليح باتجاهين ويتم توزيع الحمل في جميع الاتجاهات, ويراعى عند حساب وزنها طوبتين وعصب في الاتجاهين, كما يظهر في الشكل (3-4):




الشكل ( 3 – 2 ) العقدة ذات العصب باتجاهين .

### 3-1-6-3 العقدات المصمتة ذات الاتجاه الواحد (One way solid slab):

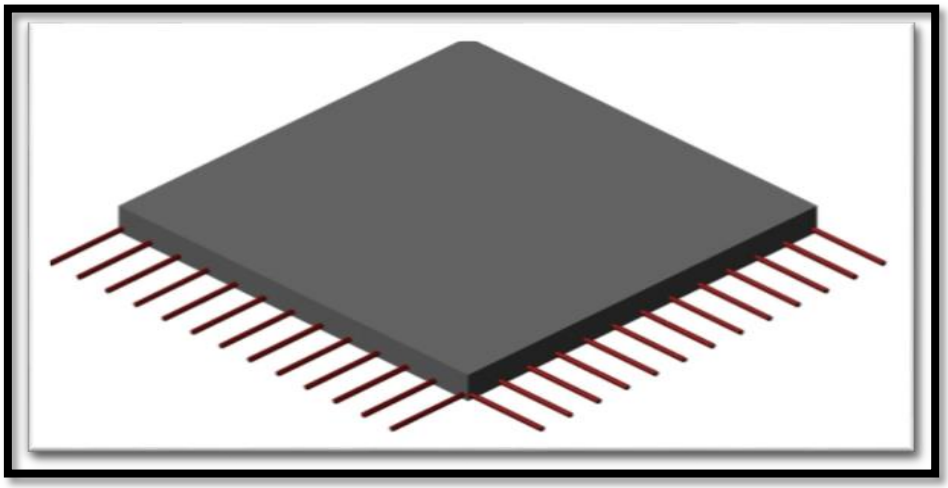
تستخدم في المناطق التي تتعرض كثيرا للأحمال الحية, كما في الشكل (3-5):-



الشكل (3 - 3) العقدات المصمتة ذات الاتجاه الواحد .

### 4-1-6-3 العقدات المصمتة ذات الاتجاهين (Two way solid slabs) :

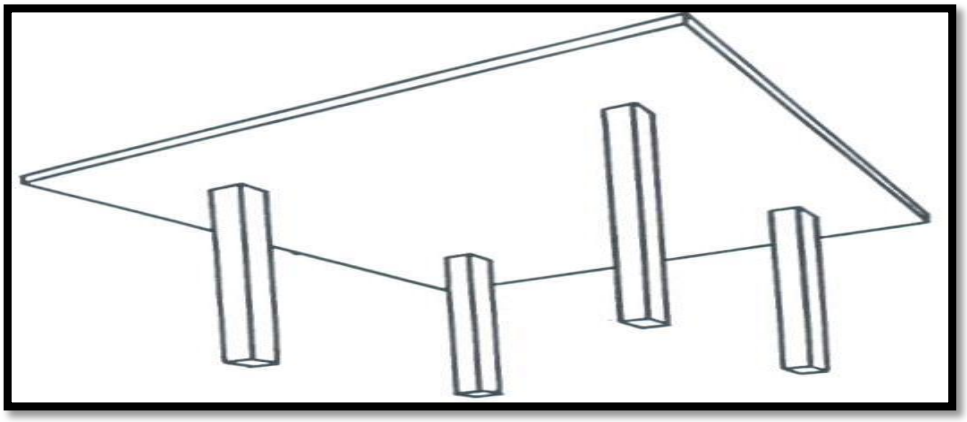
تستخدم في حال كانت الأحمال المؤثرة أكبر من المقدار الذي تستطيع العقدة المصمتة ذات الاتجاه الواحد مقاومتها، وعند ذلك يتم اللجوء إلى تصميم هذا النوع من العقدات وذلك لأنها تستطيع مقاومة الأحمال بشكل أكبر حيث يوزع التسليح الرئيسي فيها باتجاهين موضحه في الشكل (3-6).



الشكل (3-4) العقدات المصمتة ذات الاتجاهين.

### Flat plate 5-1-6-3:

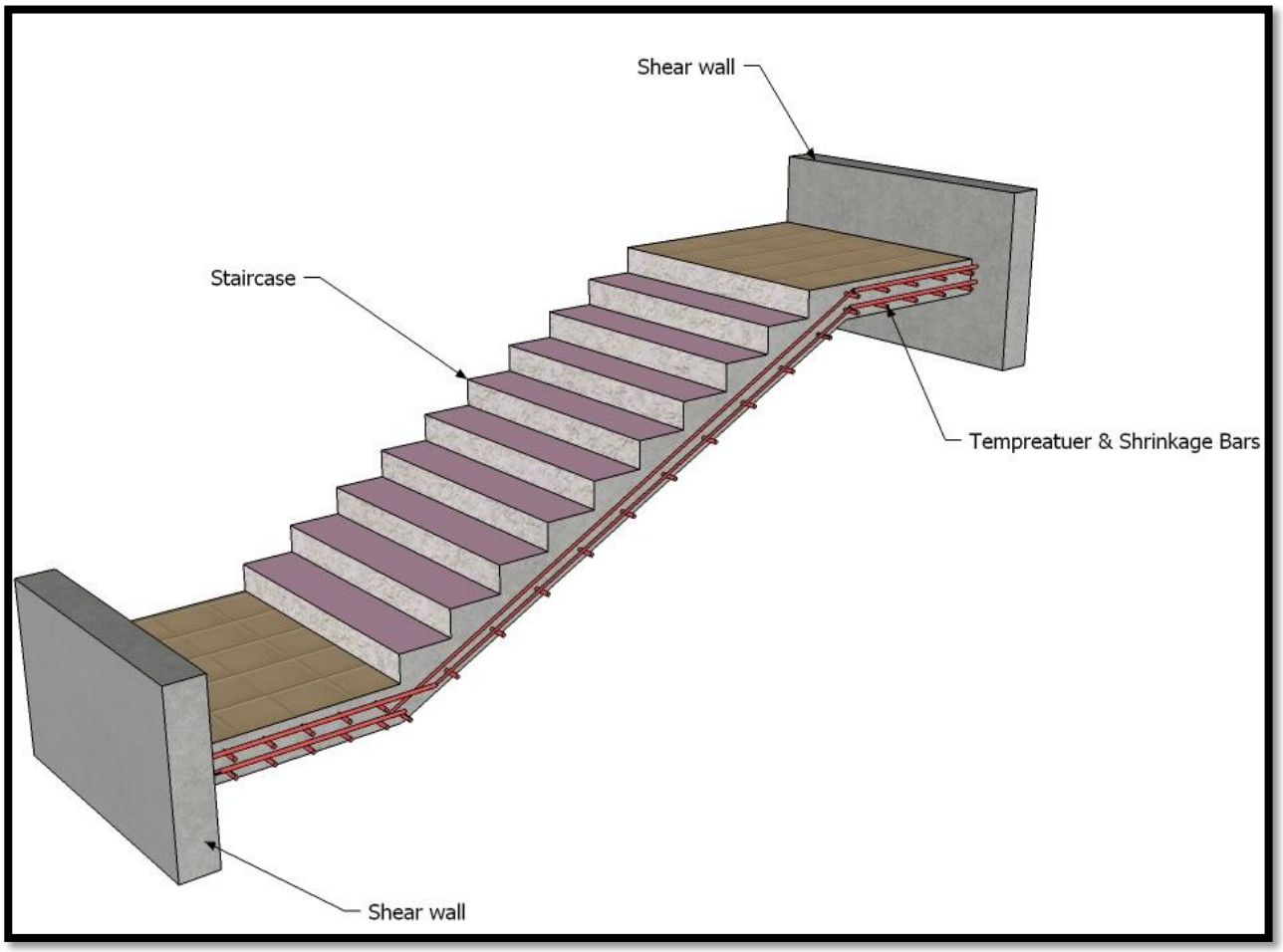
و تم استخدامها في حاله عدم الانتظام في توزيع الأعمدة.



الشكل ( 3 – 5 ) Flat Plate .

## 2-6-3 الأدراج:

الأدراج عنصر معماري يوجد في المباني للانتقال بين مستويين في نفس الطابق أو بين عدد من طوابق المبنى ، الشكل (3-8).



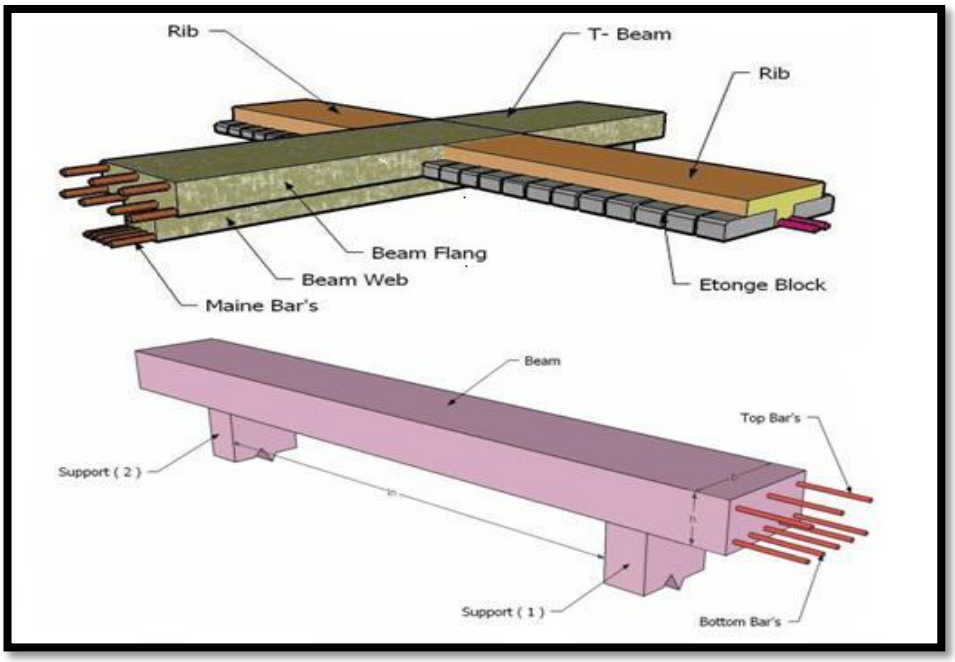

الشكل ( 3 – 6 ) الدرج .

## 3-6-3 الجسور:-

وهي عناصر أساسية في المبنى تقوم بنقل الأحمال الواقعة على الأعصاب إلى الأعمدة, حيث تقسم إلى:

1- جسور (Rectangular) .
2- جسور (T-section) .
3- جسور (L-section) .

ويكون التسليح بقضبان الحديد الأفقية لمقاومة العزم الواقع على الجسر, و بالكانات لمقاومة قوى القص والشكل (3-9) يبين أنواع الجسور التي استخدمت في المشروع.




الشكل

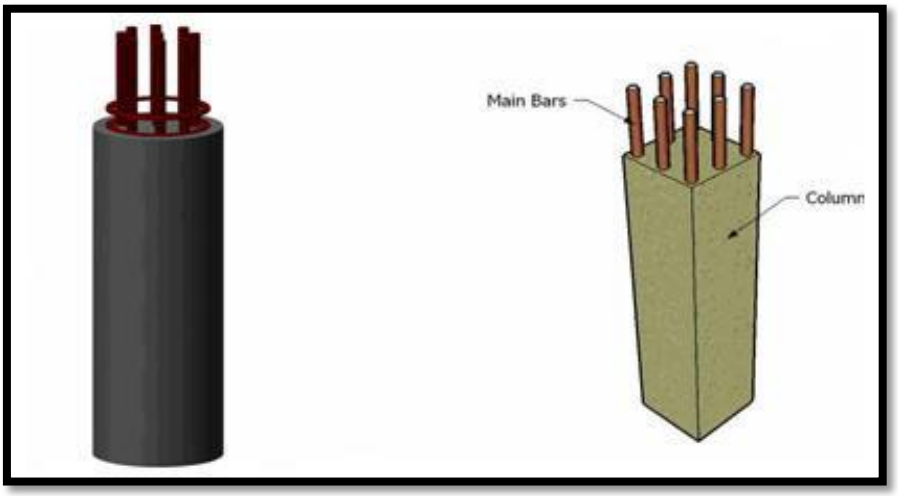
الشكل ( 3 –7) أنواع الجسور.

## 4-6-3 الأعمدة:

هي عنصر أساسي ورئيسي في المنشأ , حيث تنتقل الأحمال من العقدة إلى الجسور , وتنقلها الجسور بدورها إلى الأعمدة , ثم إلى أساسات المبنى، لذلك فهي عنصر وسطي وأساسي, فيجب تصميمها بحرص لتكون قادرة على نقل وتوزيع الأحمال الواقعة عليها،والأعمدة نوعين من حيث التعامل معها في التصميم الإنشائي:

1- الأعمدة القصيرة (short column).
2- الأعمدة الطويلة (long column).

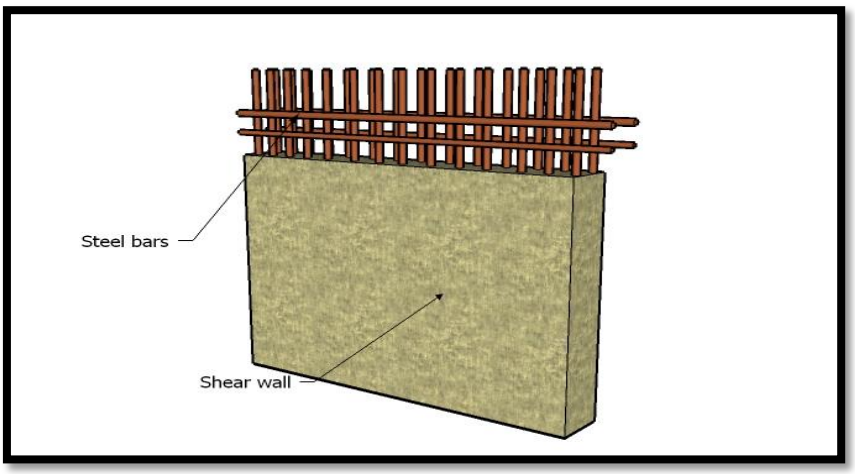
أما من حيث الشكل المعماري أو المقطع الهندسي فالمشروع يحتوي على ثلاثة أنواع من الأعمدة وهي المستطيلة والدائرية والمربعة كما في الشكل (3-10).




الشكل (3 – 8) أنواع الأعمدة .

## 5-6-3 جدران القص:

هي الجدران التي تحيط بيت الدرج، وجدران المصاعد، وأحيانا في بعض المناطق في المبنى حسب ما تقتضي الحاجة ، ووظيفة جدران القص مقاومة قوى القص الأفقية التي قد يتعرض لها المنشأ نتيجة لأحمال الزلازل والرياح إضافة إلى كونها جدران حاملة، ويراعى توفرها في اتجاهين متعامدين في المبنى لتوفير ثبات كامل للمبنى والشكل التالي يبين جدار قص مسلح الشكل (3-11).



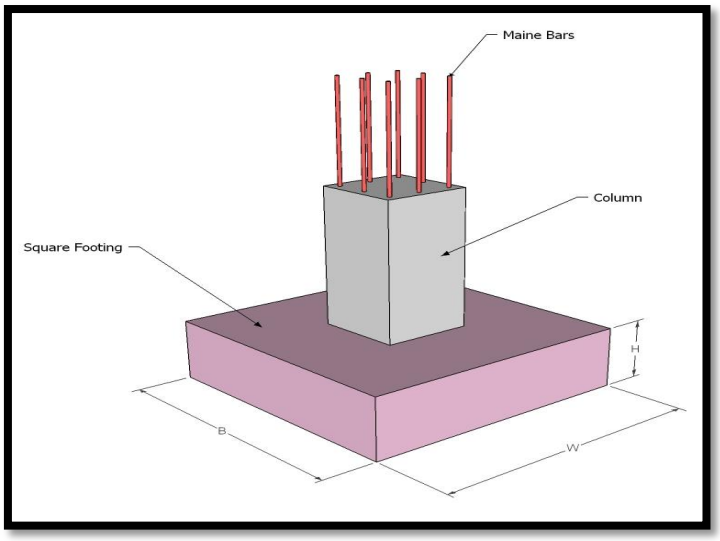

**الشكل (3-9) جدار قص .**

## 6-6-3 الأساسات:

الأساسات هي أول ما يبدأ بتنفيذها عند بناء المنشأ، إلا أن تصميمها يتم بعد الانتهاء من تصميم كافة العناصر الإنشائية في المبنى، حيث تقوم الأساسات بنقل الأحمال من الأعمدة والجدران الحاملة إلى التربة على شكل قوة ضغط, وهي على عدة أنواع كما يلي:-

1- أساسات منفصلة (Isolated footing)
2- أساسات مزدوجة (Compound footing)
3- أساسات شريطية(Strip footing)

وسوف يتم استخدام أساسات من أنواع مختلفة وذلك تبعا لنوع التربة وقوة تحملها والأحمال الواقعة عليها.




الشكل (3 –10 ) أساس مفرد .

## 7-3 فواصل التمدد (Expansions Joints)

يمكن تحديد المسافة القصوى بين فواصل التمدد للمنشآت العادية كما يلي :

- من 40 إل 45 م في المناطق المعتدلة كما هو الحال في فلسطين .
- من 30 إل 35 م في المناطق الحارة .
- و يمكن زيادة هذه المسافات بشرط الأخذ بعين الاعتبار تأثير عوامل الانكماش و التمدد و الزحف .
- و في حالة أعمال الخرسانة الكتلية كالحوائط الاستنادية و الأسوار يجب تقليل المسافات بين الفواصل و اخذ الاحتياطات اللازمة لمنع تسرب المياه من خلال فواصل التمدد .

## 8-3 برامج الحاسوب التي تم استخدامها:

1. AutoCAD (2014) for Drawings Structural and Architectural.
2. Microsoft Office (2010) For Text Edition.
3. Excel.
4. Atir 12.
5. Safe 2016 .
6. Etabs 2016 .
7. SAP 2000 .

4

# Chapter Four

## Structural Analysis and Design

**4-1 Introduction**

**4-2 Design method and requirements.**

**4-3 Check of Minimum Thickness of Structural Member.**

**4-4 Design of Topping .**

**4-5 Design of One Way Rib Slab (R04).**

**4-6 Design of Beam (B,G02).**

## 4.1 Introduction:

Many structures are built of reinforced concrete: bridges, buildings, retaining walls, tunnels, and others.

Reinforced concrete is logical union of two materials: plain concrete, which possesses high compressive strength but little tensile strength, and steel bars embedded in the concrete, which can provide the needed strength in tension.

Plain concrete is made by mixing cement, fine aggregate, coarse aggregate, water, and frequently admixtures.

Understanding of reinforced concrete behavior is still far from complete, building codes and specifications that give design procedures are continually changing to reflect latest knowledge.

Structural concrete can be classified into:

- Lightweight concrete with unit weight from about 1350 to 1850 kg/m$^3$.
- Normal weight concrete with unit weight from about 1800 to 2400 kg/m$^3$.
- Heavyweight concrete with unit weight from about 3200 to 5600 kg/m$^3$.

## 4-2 Design Method and Requirements

The design strength provided by a member is calculated in accordance with the requirements and assumptions of ACI_code (318_08).

- ✓ **Strength design method:-**

In ultimate strength design method, the service loads are increased by factors to obtain the load at which failure is considered to be occurring.
This load called factored load or factored service load. The structure or structural element is then proportioned such that the strength is reached when factored load is acting. The computation of this strength takes into account the nonlinear stress-strain behavior of concrete.
The strength design method is expressed by the following,

Strength provided ≥ strength required to carry factored loads.

**NOTE:-**

The statically calculation and the key plans dependent on the architectural plans.

- ✓ **Code:-**

ACI 2008

UBC

- ✓ **Material:-**

Concrete:-B300

$fc' = 30 N / mm^2 (MPa)$ For circular section

but for rectangular section ( $fc' = 30 * 0.8 = 24 MPa$ ).

Reinforcement steel:-

The specified yield strength of the reinforcement ( fy = 420 N/mm² (MPa) ).

- ✓ **Factored loads:-**

The factored loads for members in our project are determined by:-

**$W_u = 1.2 D_L + 1.6 L_L$** **ACI-code-318-08(9.2.1)**

## 4.3 Check of Minimum Thickness of Structural Member:

Minimum Thickness of Non prestressed Beam or One-Way Slabs Unless Deflections are Calculated. **(ACI 318M-11)**.

Table (4.1): Check of Minimum Thickness of Structural Member.

| Minimum thickness( h) | | | | |
|---|---|---|---|---|
| Member | Simply supported | One end Continuous | Both end continuous | Cantilever |
| solid one way slabs | L/20 | L/24 | L/28 | L/10 |
| Beams or ribbed one way slabs | L/16 | L/18.5 | L/21 | L/8 |

**For Rib :-**

$h_{min}$for(one end continuous)=L/18.5=6.70/18.5=36.2cm

$h_{min}$for(both end continuous)=L/21=6.00/21=28.6cm

$h_{min}$for(Cantilever)=L/8=4.2/8=52.5cm

**Take h = 34 cm**

**24 cm block + 10 cm topping = 34cm**

**For Beam :-**

$h_{min}$for(one end continuous)=L/18.5=7.83/18.5=42.3 cm

$h_{min}$for(both end continuous)=L/21=7.94/21=37.8cm

$h_{min}$for(Cantilever)=L/8=5.06=63.3cm

**Take h =70cm**

## 4.4 Design of Topping

### ✓ Statically System For Topping :-

Consider the topping as strip of (1m) width, and span of mold length with both end fixed in the ribs.

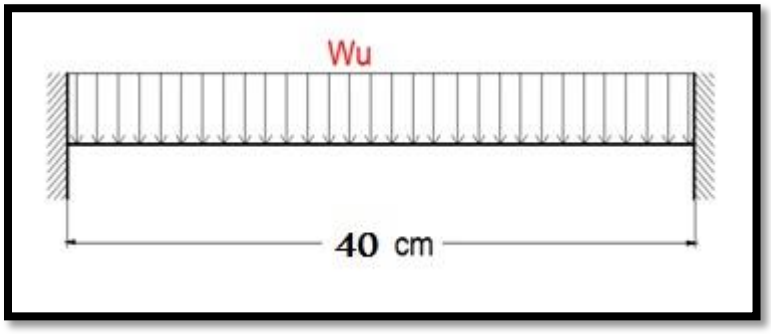



Fig 4.1: Topping Load.

## ✓ Load Calculations:-

### Dead Load:-

**Table ( 4.2 ): Dead Load Calculation of Topping.**

| No. | Parts of Rib | Calculation | |
|---|---|---|---|
| 1 | Tiles | 0.03*23*1 = 0.69 KN/m | |
| 2 | Mortar | 0.03*22*1 = 0.66 KN/m | |
| 3 | Coarse Sand | 0.07*16*1 = 1.12 KN/m | |
| 4 | Topping | 0.1*25*1 = 2.5 KN/m | |
| 5 | Interior partitions | 1*1.5=1.5 KN/m | |
| | | Sum = | 6.47KN/m |

### Live Load :-

$L_L$ =5 KN/$m^2$

$L_L$ =5 KN/$m^2$×1m=5KN/m

### Factored Load :-

$W_U$ = 1.2 ×6.47 + 1.6×5 =15.76KN/m

Check the strength condition for plain concrete, ø$M_n \geq M_u$, where ø = 0.55

$M_n$ = 0.42 λ $\sqrt{f_c'}$ $S_m$ **(ACI 22.5.1, equation 22-2)**

$$S_m = \frac{b.h^2}{6} = \frac{1000.100^2}{6} = 1666667\ mm^2$$

$\emptyset M_n = 0.55 \times 0.42 \times 1 \times \sqrt{24} \times 1666667 \times 10^{-6} = 1.89 KN.m$

$M_u = \frac{W_u L^2}{12} = \frac{15.76_* 400^2}{12} = 0.210 KN.m$ (negative moment)

$Mu = \frac{W_u L^2}{24} = \frac{15.76_* 400^2}{24} = 0.105 KN.m$ (positive moment)

$\emptyset M_n >> M_u = 0.210\ KN.m$

No reinforcement is required by analysis. **According to ACI 10.5.4**, provide$A_{s,min}$for slabs as shrinkage and temperature reinforcement.

$\rho_{shrinkage} = 0.0018$ **ACI 7.12.2.1**

$A_s = \rho \times b \times h_{topping} = 0.0018 \times 1000 \times 100 = 180\ mm^2/m$

Step (s) is the smallest of:

1. 3h = 3×100 =300 mm ***control*** **ACI 10.5.4**
2. 450mm.
3. $S = 380\left(\frac{280}{f_s}\right) - 2.5C = 380\left(\frac{280}{\frac{2}{3}420}\right) - 2.5 \times 20 = 330mm$ **ACI 10.6.4**

**Take ø 8 @ 200 mm in both direction , S = 200 mm <$S_{max}$ = 300 mm … OK**

## 4.5 Design of One Way Rib Slab (R4)

**Requirements For Ribbed Slab Floor According to *ACI- (318-08)* .**

bw ≥ 10cm……**ACI(8.13.2)**

Select bw=12 cm

h ≤ 3.5*bw ……**ACI(8.13.2)**

Select h=34cm<3.5*12= 42 cm

tf ≥ Ln/12≥50mm ……..**ACI(8.13.6.1)**

Select tf=10cm

## ✓ Material :-

⇒ concrete B300 $Fc' = 24\ N/mm^2$

⇒ Reinforcement Steel $fy = 420\ N/mm^2$

## ✓ Section :-

⇒ B = 520mm

⇒ Bw= 120 mm

⇒ h= 340 mm

⇒ t= 100 mm

⇒ d=340-20-10-12/2= 304 mm

## ✓ Statically System and Dimensions:-

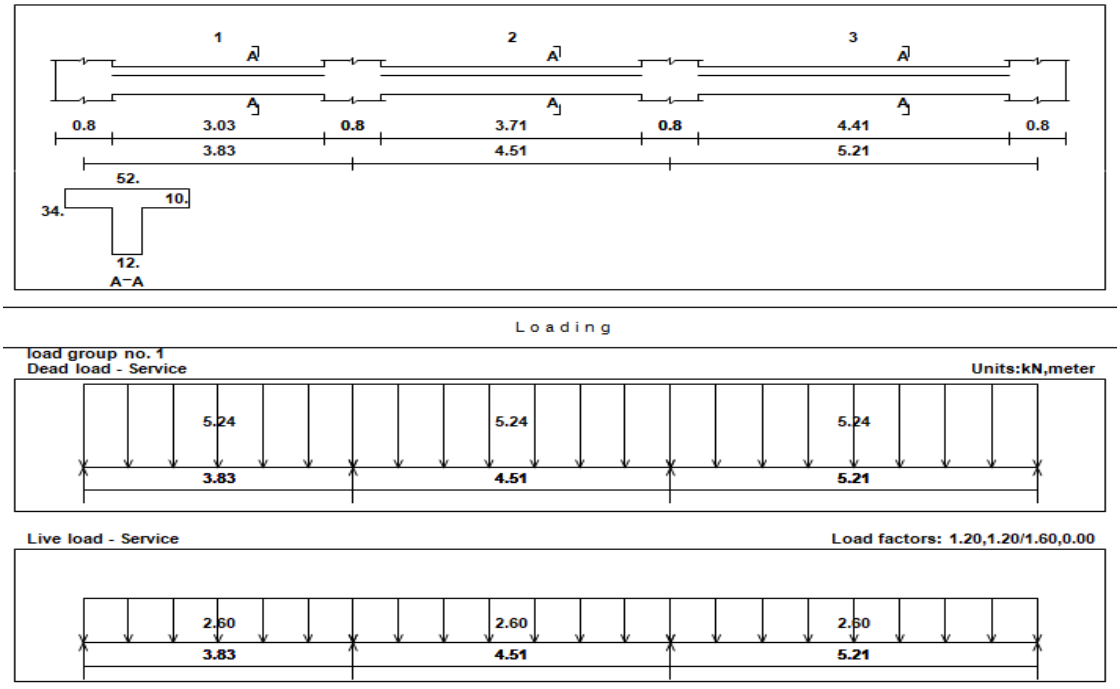



Fig 4.2: Statically System and Loads Distribution of Rib(R04).

## ✓ Load Calculation:-

### Dead Load:-

Table ( 4.3 ): Dead Load Calculation of Rib(R04).

| No. | Parts of Rib | Calculation |
|---|---|---|
| 1 | **Tiles** | 0.03*23*0.52 = 0.3588 KN/m/rib |
| 2 | **Mortar** | 0.03*22*0.52 = 0.3432 KN/m/rib |
| 3 | **Coarse Sand** | 0.07*17*0.52 = 0.6188 KN/m/rib |
| 4 | **Topping** | 0.08*25*0.52 = 1.04 KN/m/rib |
| 5 | **RC. Rib** | 0.24*25*0.12 = 0.72 KN/m/rib |
| 6 | **Hollow Block** | 0.24*12*0.4 = 1.152 KN/m/rib |
| 7 | **plaster** | 0.02*22*.52= 0.2288 KN/m/rib |
| 8 | **partions** | 1.5*0.52= 0.78 KN/m/rib |
| | | **Sum = 5.2416 KN/m/rib** |

**Dead Load /rib = 5.2416 KN/m**

### Live Load:-

Live load = 5 KN/$M^2$

Live load /rib = 5 KN/$m^2$ × 0.52m = 2.6 KN/m.

- Effective Flange Width ( $b_E$ ):-**ACI-318-11 (8.10.2)**

$b_E$ For T- section is the smallest of the following:-

$b_E$ = L / 4 = 1240/4 =310

$b_E$ = 15 + 16 t = 15 + 16 (10) = 175 cm

$b_E$ = $b_e$ ≤ center to center spacing between adjacent beams = 52 cm. ***Control***

$b_E$ **For T-section = 52cm .**

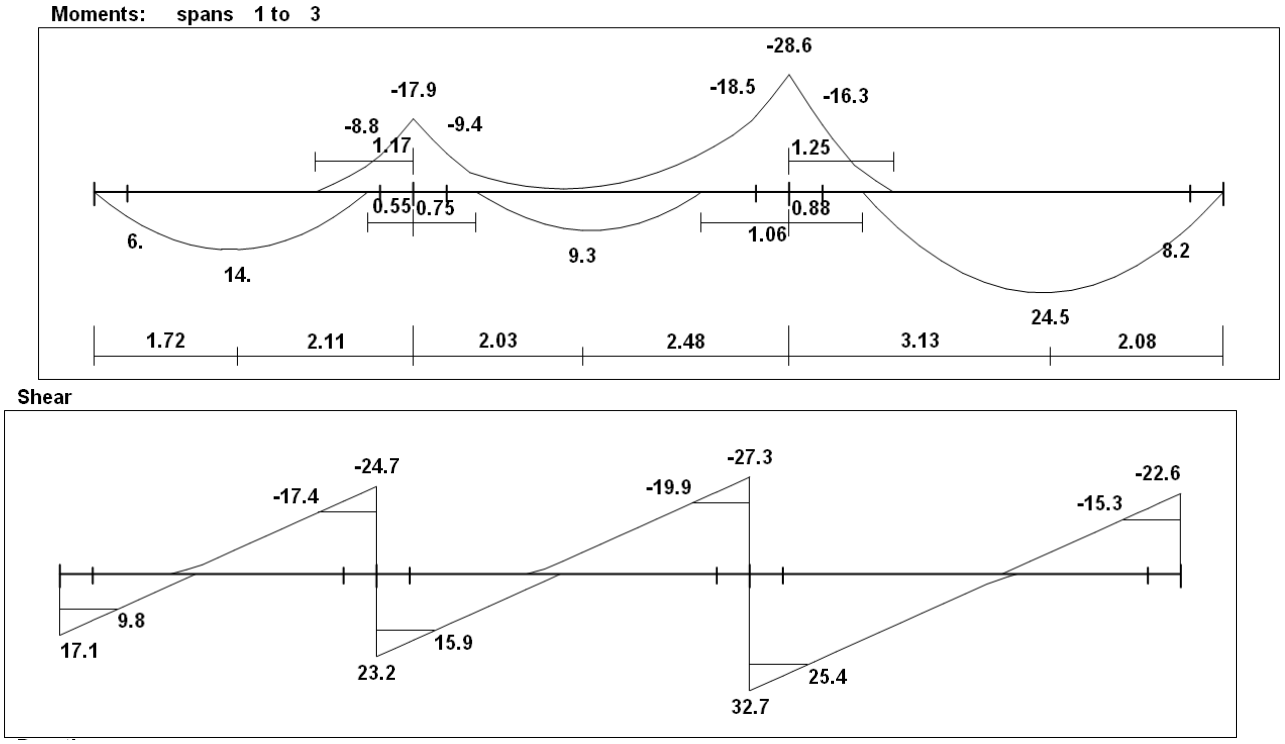



Fig 4.3: Shear and Moment Envelope Diagram of Rib (R04 ).

## ✓ Moment Design for (R 04):-

## Design of Positive Moment for (Rib04 ):-(Mu=24.5KN.m)

Assume bar diameter ø 12 for main positive reinforcement

d =h- cover - $d_{stirrups} - \frac{d_b}{2} = 340 - 20 - 10 - \frac{12}{2} = 304\ mm$

Check if a>$h_f$ to determine whether the section will act as rectangular or T- section.

$M_{nf} = 0.85.f'_c.b_e.h_f.(d - \frac{h_f}{2})$

$= 0.85 \times 24 \times 520 \times 100 \times \left(304 - \frac{100}{2}\right) \times 10^{-6} = 269.44\ \text{KN.m}$

$M_n \gg \frac{M_u}{\varphi} = \frac{24.5}{0.9} = 27.22\text{KN.m}$ , the section will be designed as rectangular section

with$b_e$ =520 mm.

$R_n = \frac{M_u}{\emptyset b d^2} = \frac{24.5\times10^6}{0.9\times520\times304^2} = 0.566\ Mpa$

$m = \frac{f_y}{0.85 f_c'} = \frac{420}{0.85\times24} = 20.6$

$\rho = \frac{1}{m}\left(1 - \sqrt{1 - \frac{2.m.R_n}{420}}\right) = \frac{1}{20.6}\left(1 - \sqrt{1 - \frac{2\times20.6\times0.566}{420}}\right) = 0.00137$

$A_{s,req} = \rho.b.d = 0.00137 \times520\times304 = 216.25\ mm^2$

**Check for As min:-**

$A_s\ min = \frac{\sqrt{fc'}}{4(fy)}(bw)(d)$ **ACI-318 (10.5.1)**

$A_s\ min = \frac{\sqrt{24}}{4(420)}(120)(304) = 106.38 mm^2$

$A_s\ min = \frac{1.4}{(fy)}(bw)(d)$

$A_s\ min = \frac{1.4}{420}(120)(304) = 121.6 mm^2$ **controls**

$As_{req}$= 216.25 $mm^2$ >$As_{min}$= 121.6$mm^2$ **OK**

**Use 2 ø 12 ,$A_{s,provided}$= 262.2 $mm^2$>$A_{s,required}$= 216.25 $mm^2$ …. Ok**

$S = \frac{520-40*2-20*2-(2\times12)}{1} = 376\ mm > d_b = 12 > 25\ mm$ ***OK***

**Check for strain:-**

$a = \frac{A_{s.f_y}}{0.85 b\ f_c'} = \frac{262.2\times420}{0.85\times520\times24} = 10.38\ mm$

$x = \frac{a}{\mathcal{B}_1} = \frac{10.38}{0.85} = 12.21\ mm$

$$\varepsilon_s = 0.003\left(\frac{d-x}{x}\right) = 0.003\left(\frac{304\ -12.21}{12.21}\right) = 0.072 > 0.005 \qquad \boldsymbol{0k}$$

## Design of Negative Moment for(Rib4 ):- (Mu=-18.5Kn.m)

Assume bar diameter ø 12 for main positive reinforcement

d =h- cover - $d_{stirrups} - \frac{d_b}{2} = 340 - 20 - 10 - \frac{12}{2} = 304\ mm$

$R_n = \frac{M_u}{\emptyset b d^2} = \frac{18.5\times10^6}{0.9\times120\times304^2} = 1.85 Mpa$

$m = \frac{f_y}{0.85 f_c'} = \frac{420}{0.85\times24} = 20.6$

$\rho = \frac{1}{m}\left(1 - \sqrt{1 - \frac{2.m.R_n}{420}}\right) = \frac{1}{20.6}\left(1 - \sqrt{1 - \frac{2\times20.6\times1.85}{420}}\right) = 0.00463$

$A_{s,req} = \rho.b.d = 0.00463\times120\times304 = 169.06 mm^2$

**Check for As min:-**

$$A_s\ \min = \frac{\sqrt{fc'}}{4(fy)}(bw)(d)$$ **ACI-318 (10.5.1)**

$$A_s\ \min = \frac{\sqrt{24}}{4(420)}(120)(304) = 106.38 mm^2$$

$$A_s\ \min = \frac{1.4}{(fy)}(bw)(d)$$

$$A_s\ \min = \frac{1.4}{420}(120)(304) = 121.6 mm^2$$ **controls**

$As_{req} = 169.06 mm^2 > As_{min} = 121.6\ mm^2$ **OK**

**Use 2 ø 12 ,$A_{s,provided} = 262.2\ mm^2 > A_{s,required} = 196.06\ mm^2$… Ok**

$S = \frac{120-40-20-(2\times12)}{1} = 36\ mm > d_b = 10 > 25\ mm$ ***not OK***

**Check for strain:-**

$a = \frac{A_s.f_y}{0.85 b\ f_c'} = \frac{262.2\times420}{0.85\times120\times24} = 44.99\ mm$

$x = \frac{a}{\mathcal{B}_1} = \frac{44.99}{0.85} = 52.92\ mm$

$$\varepsilon_s = 0.003\left(\frac{d-x}{x}\right) = 0.003\left(\frac{304-52.92}{52.92}\right) = 0.014 > 0.005 \qquad \boldsymbol{0k}$$

## ✓ Shear Design for (R ib 04):-

**Case 2 :-**

**$V_u$ at distance d from support= 25.4 KN**

Shear strength $V_c$, provided by concrete for the joists may be taken 10% greater than for beams. This is mainly due to the interaction between the slab and closely spaced ribs.**(ACI, 8.13.8).**

$V_c = \frac{1.1}{6}\sqrt{f_c'}b_w d = \frac{1.1}{6}\sqrt{24} \times 120 \times 304 \times 10^{-3} = 32.76\ KN$

ø$V_c$ =0.75×32.76=24.57 KN

0.5 ø $V_c$ =0.5×24.57 =12.285 KN

0.5 ø $V_c$< $V_u$< ø $V_c$

12.285<25.4<24.57

Case (2) for shear design ..... **is not suitable**

**Case 3 :-**

Φ Vc<Vu ≤ (Φ Vc + Φ Vsmin)

$\Phi\ Vs\ min \geq \frac{\Phi}{16}\sqrt{fc'}b_w\ d = \frac{0.75}{16}\sqrt{24} * 120 * 304 * 10^{-3} = 8.38KN$

≥ 0.75 ($\frac{1}{3}$) * bw * d =0 .75* ($\frac{1}{3}$)*120*304*$10^{-3}$ = 9.12 KN **Controls**

Φ Vs min= *9.12*

Φ Vc<Vu ≤ Φ Vc + Φ Vsmin

**24.57<25.4 ≤ 33.69…… Case 3 is satisfied**

$$Vs = \frac{Vu}{\Phi} - Vc$$

*Vs=25.4/0.75 -32.76=1.1077KN*

*Try 2 Φ10=2*78.5=157mm²*

$\frac{2*78.5}{S} = \frac{1.107*10^3}{420*304}$, $S = 18045.98 \text{mm}^2/\text{m}_{\text{strip}}$

$s_{max} \leq \frac{d}{2} = \frac{304}{2} = 152\ mm$ ***control***

*or* $s_{max} \leq 600\ mm$

*Selected S=15cm*

## 4.6 Design of Beam (B,G02)

✓ **Material :-**

⇒ concrete B300 Fc' = 24 N/mm²

,

⇒ Reinforcement Steel fy = 420 N/mm²

✓ **Section :-**

⇒ B = 80cm

⇒ h=70 cm

⇒ d=700-40-10-20/2= 640 mm

## ✓ Statically System and Dimensions:-

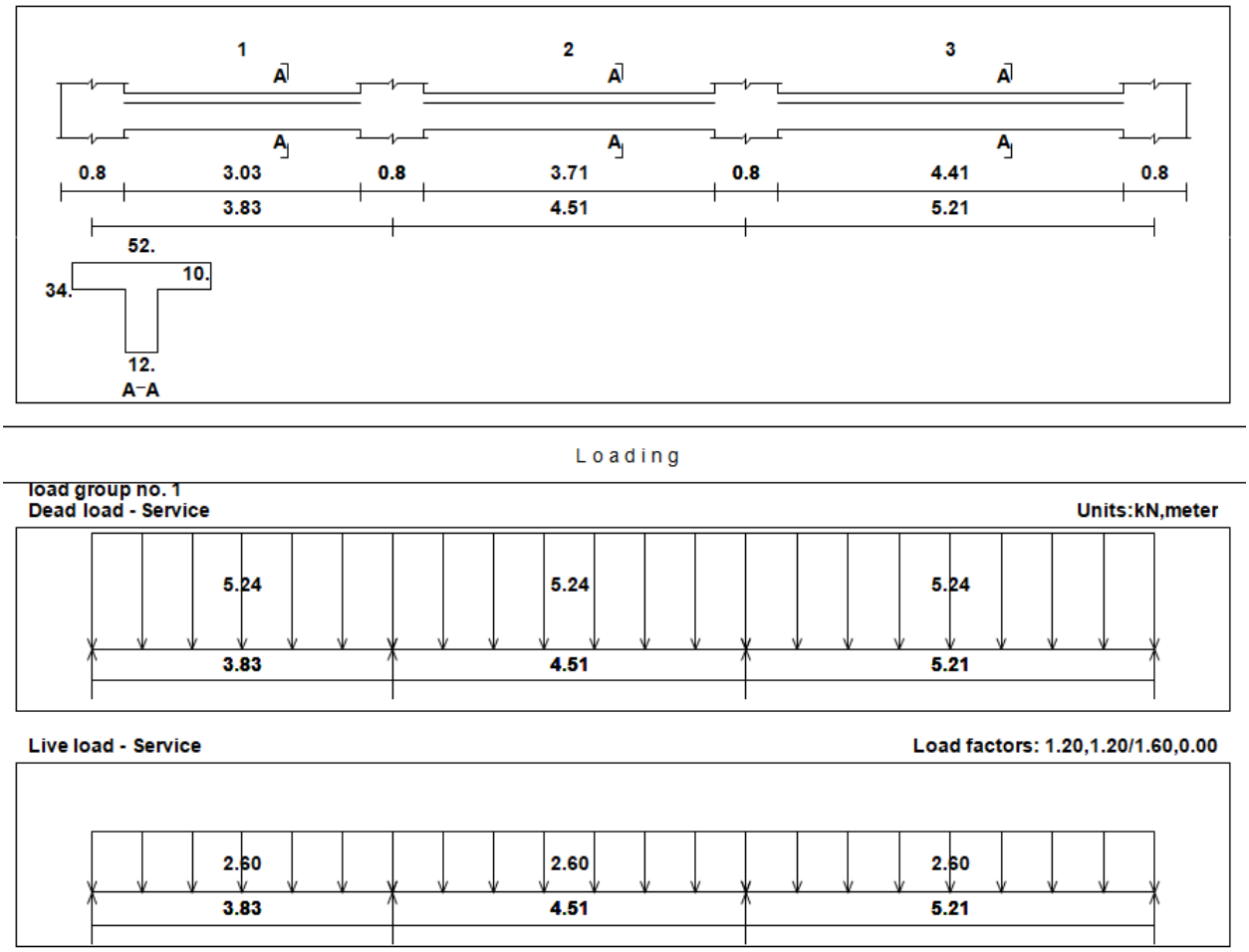



Fig 4.4: Statically System and Loads Distribution of Beam (B,G02).

## ✓ Load Calculations:-

**From Rib01**

The maximum support reaction from Dead Loads for R01 upon B,G02 is 24.07 KN,
The distributed Dead Load from the R4 on B,G02.
DL =(24.07/ 0.52) = 46.29 KN / m

Self weight of beam = 10.8 KN / m
DL =10.8+46.29=57.09 KN / m

**From Rib03**

The maximum support reaction from Dead Loads for R03 upon B,G02 is23.82KN,
The distributed Dead Load from the R03 on B,G02
DL =(23.82/ 0.52) = 45.81 KN / m

Self weight of beam = 10.8 KN / m

DL = 10.8+45.81=56.61 KN /m

**From Rib04**

The maximum support reaction from Dead Loads for R04 upon B,G02 is22.57KN,
The distributed Dead Load from the R04 on B,G02
DL =(22.57/ 0.52) = 43.40 KN / m

Self weight of beam = 10.8 KN / m

DL = 10.8+43.40=54.2 KN /m

**Live Load calculations for Beam (B.G02):-**

**From Rib01**

The maximum support reaction from Live Loads for R01 upon B,G02 is 13.37 KN The distributed Live Load from the Rib 01 on B,G02.

LL =13.37/ 0.52= 25.71 KN/m.

Nominal Total live load = 5 * 0.8 = 4 KN/m

Total LL =25.71+4=29.71KN/m

**From Rib03**

The maximum support reaction from Live Loads for R03 upon B,G02 is 13.22Kn The distributed Live Load from the Rib03 on B,G02.

LL =13.22/ 0.52= 25.42 KN/m.

Nominal Total live load = 5 * 0.8 = 4 KN/m

Total LL =25.42+4=29.42KN/m

**From Rib04**

The maximum support reaction from Live Loads for R04 upon B,G02 is 12.97Kn The distributed Live Load from the Rib04 on B,G029.

LL =12.97/ 0.52= 24.94KN/m.

Nominal Total live load = 5 * 0.8 = 4 KN/m

Total LL =24.94+4=28.94KN/m

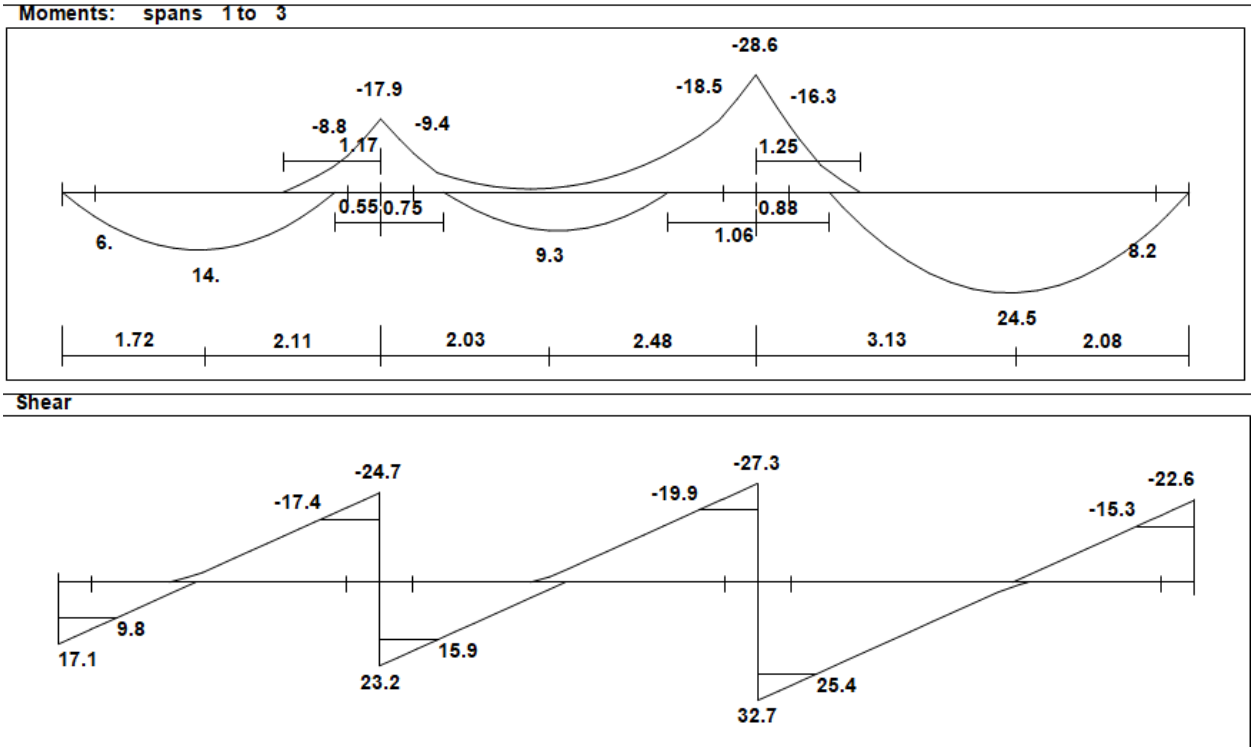



Fig 4.5: Shear and Moment Envelope Diagram of Beam (B,G02).

## ✓ Moment Design for (B,G 02):-

### Flexural Design of Positive Moment for(B,G02):-(Mu=536.3KN.m)

Determine of $M_{n,max}$

d =700 – 40 -10 – 20\2 = 640 mm

$$x = \frac{3}{7}d = \frac{3}{7} * 640 = 274.28\ mm$$

$$a = \mathcal{B}.x = 124.7 * 0.85 = 233.14\ mm$$

$Mn_{max}$= $0.85 * f'_c * a * b(d - \frac{a}{2}) = 0.85*24*233.14*800*(640-233.14/2) *10^{-6}$= 1991.57KN.m

$\emptyset\ Mn_{max}$ = 0.82* 1991.57 = 1633.08KN.m >285.8KN.m .

Design as singly reinforcement

$$Rn = \frac{M_u}{\emptyset bd^2} = \frac{536.3 \times 10^6}{0.9 \times 800 \times 640^2} = 1.82Mpa$$

$$m = \frac{f_y}{0.85f_c'} = \frac{420}{0.85 \times 24} = 20.6$$

$$\rho = \frac{1}{m}\left(1 - \sqrt{1 - \frac{2.m.R_n}{420}}\right) = \frac{1}{20.6}\left(1 - \sqrt{1 - \frac{2 \times 20.6 \times 1.82}{420}}\right) = 0.00454$$

$A_s = \rho.b.d = 0.00454 \times 800 \times 640 = 2324.48\ mm^2$

**Check for $A_{s,min}$:-**

$$As_{min} = \frac{\sqrt{fc'}}{4(fy)}(bw)(d) = \frac{\sqrt{24}}{4 * 420} * 500 * 640 = 933.14\ mm^2$$

$$As_{min} = \frac{1.4}{(fy)}(bw)(d) = \frac{1.4}{420} * 500 * 640 = 1066.67\ mm^2$$ **Controls**

$A_s = 2324.48\ mm^2$

**Use 5ø 25 Bottom, $A_{s,provided} = 2454.4\ mm^2 > A_{s,required} = 2324.48 mm^2$… Ok**

**Check spacing :-**

$$S = \frac{800 - 40*2 - 2*20 - (5*25)}{4} = 138.75\ mm > d_b = 20 > 25\ mm \quad \boldsymbol{OK}$$

**Check for strain:-**

$$a = \frac{A_{s.f_y}}{0.85b\ f_c'} = \frac{2454.4 \times 420}{0.85 \times 800 \times 24} = 63.16\ mm$$

$$x = \frac{a}{\mathcal{B}_1} = \frac{63.16}{0.85} = 74.31mm$$

$$\varepsilon_s = 0.003\left(\frac{d - x}{x}\right) = 0.003\left(\frac{640 - 74.31}{74.31}\right) = 0.0228 > 0.005 \qquad \boldsymbol{0k}$$

## Flexural Design of Positive Moment for(B,G02):-(Mu=516.9KN.m)

$R_n = \frac{M_u}{\emptyset b d^2} = \frac{516.9\times10^6}{0.9\times800\times640^2} = 1.753 Mpa.$

$m = \frac{f_y}{0.85 f_c'} = \frac{420}{0.85\times24} = 20.6$

$\rho = \frac{1}{m}\left(1 - \sqrt{1 - \frac{2.m.R_n}{420}}\right) = \frac{1}{20.6}\left(1 - \sqrt{1 - \frac{2\times20.6\times1.753}{420}}\right) = 0.00437$

$A_s = \rho.b.d = 0.00437\times800\times640 = 2237.36 mm^2.$

**Check for $A_{s,min}$:-**

$As_{min} = \frac{\sqrt{fc'}}{4(fy)}(bw)(d) = \frac{\sqrt{24}}{4*420} * 500 * 640 = 933.14\ mm^2$

$As_{min} = \frac{1.4}{(fy)}(bw)(d) = \frac{1.4}{420} * 500 * 640 = 1066.7\ mm^2$ **Controls**

$A_s = 2237.36\ mm^2$

**Use 6ø22Bottom, $A_{s,provided} = 2280.8\ mm^2 > A_{s,required} = 2237.36\ mm^2$ … Ok**

**Check spacing :-**

$S = \frac{700-40*2-2*20-(6*22)}{5} = 89.6mm > d_b = 20 > 25$ ***OK***

**Check for strain:-**

$a = \frac{A_{s.f_y}}{0.85 b\ f_c'} = \frac{2280.8\times420}{0.85\times800\times24} = 58.70mm$

$x = \frac{a}{\mathcal{B}_1} = \frac{58.70}{0.85} = 69.06\ mm$

$$\varepsilon_s = 0.003\left(\frac{d-x}{x}\right) = 0.003\left(\frac{640-69.06}{69.06}\right) = 0.0248 > 0.005 \qquad \boldsymbol{0k}$$

## Flexural Design of Negative Moment for(B,G02 ):-(Mu=-627.8KN.m)

$$Rn = \frac{M_u}{\emptyset bd^2} = \frac{627.8\times10^6}{0.9\times800\times640^2} = 2.129\ Mpa$$

$$m = \frac{f_y}{0.85f_c'} = \frac{420}{0.85\times24} = 20.6$$

$$\rho = \frac{1}{m}\left(1-\sqrt{1-\frac{2.m.R_n}{420}}\right) = \frac{1}{20.6}\left(1-\sqrt{1-\frac{2\times20.6\times2.129}{420}}\right) = 0.00536$$

$A_s = \rho.b.d = 0.00536\times800\times640 = 2746.86mm^2$

**Check for $A_{s,min}$:-**

$$As_{min} = \frac{\sqrt{fc'}}{4(fy)}(bw)(d) = \frac{\sqrt{24}}{4*420}*500*640 = 933.14\ mm^2$$

$$As_{min} = \frac{1.4}{(fy)}(bw)(d) = \frac{1.4}{420}*500*640 = 1066.7\ mm^2$$ **Controls**

$A_s = 2746.86mm^2$ **Controls**

**Use9ø 20 ,$A_{s,provided}$= 2827.4 $mm^2$>$A_{s,required}$= 2227.2… Ok**

**Check spacing :-**

$$S = \frac{800-40*2-2*20-(9*20)}{8} = 62.5\ mm > d_b = 20 > 25 \qquad \boldsymbol{OK}$$

**Check for strain:-**

$$a = \frac{A_s.f_y}{0.85b\ f_c'} = \frac{2827.4\times420}{0.85\times800\times24} = 72.76\ mm$$

x= $\frac{a}{\mathcal{B}_1} = \frac{72.76}{0.85} = 85.60mm$

$$\varepsilon_s = 0.003\left(\frac{d-x}{x}\right) = 0.003\left(\frac{640-85.60}{85.60}\right) = 0.0194 > 0.005 \qquad \boldsymbol{0k}$$

## ✓ Shear Design for (B ,G02):-

### 1. Case 3 :-

for shear design, minimum shear reinforcement is required ($A_{v,min}$), Reinforcement.

Use stirrups (2 leg stirrups ) ø10/ 250 mm , $A_v = 2 \times 79 = 157\ mm^2$

**$V_u$ = 421.5 KN**

$V_c = \frac{1}{6}\sqrt{fc'}b_w\ d = = \frac{1}{6}\sqrt{24} * 500 * 640 = 261.28$ KN

Φ $V_c$= 0.75*261.28 =195.96 KN

Φ Vsmin≥ 0.75 $(\frac{1}{3})$ * bw * d =0 .75* $(\frac{1}{3})$*500*640*$10^{-3}$ = 80 KN **Controls**

Φ Vsmin ≥0.75 $(\frac{\sqrt{fc'}}{16})$ * bw * d = 0.75*$(\frac{\sqrt{24}}{16})$ * 500 * 640*$10^{-3}$ = 73.48 KN

Φ Vc<Vu ≤ Φ Vc + Φ Vsmin

**195.96<421.5 ≤ 275.96…… not satisfied**

**Cases 1&2&3 is not suitable**

**Case 4 :-**

$v_{s'} = \frac{1}{3}\sqrt{fc'}b_w\ d = \frac{1}{3}\sqrt{24} * 500 * 640$ = 522.55KN

$\emptyset(v_c + v_{s,\min}) < v_u \leq \emptyset(v_c + v_{s'})$

0.75(261.28+ 106.67)< **421.5** < 0.75(261.28 + 522.55)

275.9<**421.5** <587.87

**shear reinforcement are required**

Use 2 leg Φ 10

As =157 $mm^2$

$V_s = V_n - V_c = \frac{421.5}{0.75} - 261.28 = 300.72KN$

$$S = \frac{A_v f_{yt}\, d}{v_s} = \frac{157 * 420 * 640}{300.72 * 1000} = 140.34\ mm \qquad \boldsymbol{control}$$

$$s_{max} \leq \frac{d}{2} = \frac{640}{2} = 320\ mm$$

$$or \qquad s_{max} \leq 600\ mm$$

**Use 2 leg Φ 10 @12.5**cm

5

# الفصـــــــــل الخامس

## النتائج والتوصيات

**1-5 مقدمة .**

**2-5 النتائج.**

**3-5 التوصيات.**

## 1-5 مقدمة :-

في هذا المشروع تم الحصول على مخططات معمارية تفتقد إلى الكثير من الأمور, بعد دراسة جميع المتطلبات تم إعداد المخططات المعمارية والمخططات الإنشائية الشاملة للمستشفى المقترح بناؤه في مدينه دورا.

وتم إعداد المخططات الانشائية بشكل مفصل ودقيق وواضح لتسهيل عملية البناء, ويقدم هذا التقرير شرحا لجميع خطوات التصميم المعمارية والانشائية للمبنى.

## 2-5 النتائج :-

1. يجب على كل طالب أو مصمم إنشائي أن يكون قادراً على التصميم بشكل يدوي حتى يستطيع امتلاك الخبرة والمعرفة في استخدام البرامج التصميمية المحوسبة.
2. من العوامل التي يجب أخذها بعين الاعتبار، العوامل الطبيعية المحيطة بالمبنى وطبيعة الموقع وتأثير القوى الطبيعية على الموقع.
3. من أهم خطوات التصميم الإنشائي، كيفية الربط بين العناصر الإنشائية المختلفة من خلال النظرة الشمولية للمبنى ومن ثم تجزئة هذه العناصر لتصميمها بشكل منفرد ومعرفة كيفية التصميم، مع أخذ الظروف المحيطة بالمبنى بعين الإعتبار.
4. القيمة الخاصة بقوة تحمل التربة هي $400KN/m^2$.
5. لقد تم استخدام نظام عقدات المفرغة(Ribbed Slab) في كثير من العقدات نظراً لطبيعة وشكل المنشأ, كما تم استخدام نظام القداة المصمتة ( Solid Slab) في مناطق بيت الدرج، نظراً لكونها أكثر فاعلية من عقدات الأعصاب في تحمل ومقاومة الأحمال المركزة.
6. برامج الحاسوب المستخدمة:-

هناك عدة برامج حاسوب تم استخدمها في هذا المشروع وهي:-

a. AUTOCAD (2007) :- و ذلك لعمل الرسومات المفصلة للعناصر الإنشائية.
b. ATIR:- للتصميم والتحليل الإنشائي للعناصر الإنشائية.
c. Microsoft Office XP:- تم استخدامه في أجزاء مختلفة من المشروع مثل كتابة النصوص والتنسيق وإخراج المشروع, وإعداد الجداول المرافقة للتصميم.

7. الأحمال الحية المستخدمة في هذا المشروع كانت من كود الأحمال الأردني.
8. من الصفات التي يجب أن يتصف بها المصمم، صفة الحس الهندسي التي يقوم من خلالها بتجاوز أية مشكلة ممكن أن تعترضه في المشروع وبشكل مقنع ومدروس.

## 3-5 التوصيات :-

لقد كان لهذا المشروع دور كبير في توسيع وتعميق فهمنا لطبيعة المشاريع الإنشائية بكل ما فيها من تفاصيل وتحاليل وتصاميم, حيث نود هنا ـ من خلال هذه التجربة ـ أن نقدم مجموعة من التوصيات، نأمل بأن تعود بالفائدة والنصح لمن يخطط لاختيار مشاريع ذات طابع إنشائي.

ففي البداية، يجب أن يتم تنسيق وتجهيز كافة المخططات المعمارية، بحيث يتم اختيار مواد البناء مع تحديد النظام الإنشائي للمبنى, ولابد في هذه المرحلة من توفر معلومات شاملة عن الموقع وتربته وقوة تحمل تربة الموقع، من خلال تقرير جيوتقني خاص بتلك المنطقة، بعد ذلك يتم تحديد مواقع الجدران الحاملة والأعمدة بالتوافق والتنسيق التام مع الفريق الهندسي المعماري ويحاول المهندس الإنشائي في هذه المرحلة الحصول على أكبر قدر ممكن من الجدران الخرسانية المسلحة، بحيث تكون موزعة بشكل منتظم أو شبه منتظم في كافة أنحاء المبنى؛ ليتم استخدامها فيما بعد في مقاومة أحمال الزلازل وغيرها من القوى الأفقية.

# المراجع


[1] أ. ك. ب. -. ت. آ. م. -. س.ف.زوكوليي, الدليل الهندسي في تصميم المساكن والمباني في المناطق المدارية, vol. 1, عمان - الأردن: مطبعة الجامعة الأردنية, 1416ه/1996م .

[2]ع. ا. الحاج, "هندسة مدنية," 2022. [Online]. Available: https://sites.google.com/site/handasa003/home/tarykh-alhndste-almdnyte.

[3]ج. ج. ب. -. أ. ج. كابوس, المنشآت الخرسانية المقاومة للزلازل, vol. 2, دار دمشق للطباعة والنشر والتوزيع, 2000 .

[4]كود البناء الأردني, كود الأحمال والقوى, عمان,الأردن: مجلس البناء الوطني الأردني, 2006م.

[5] Minimum Design Loads and Associated Criteria for Buildings and Other Structures (ASCE7-16).

[6] Building code requirements for structural concrete (ACI-318-14), USA: American Concrete Institute, 2014.


تم بحمد الله

1

# الفصل الأول

# المُـقَـدِمَة

1-1 المقدمة.

2-1 أهداف المشروع.

3-1 مشكلة المشروع.

4-1 حدود مشكلة المشروع.

5-1 المسلمات.

6-1 فصول المشروع.

7-1 إجراءات المشروع.

## 1-1 المقدمة :

دأب الانسان منذ بدايته إلى البحث عن مسكن فالتجأ إلى الكهوف والتجاويف الصخرية المحيطة به ، ومع محاولاته لتطوير أساليب الحياة لديه ، والتكيف مع بيئته اجتهد لتطوير مسكنه ، فاستخدم المواد المحيطة به لانشاء هذا المأوى ، وتشكل الأراضي المحيطة بهذه المباني مصادر لمواد البناء كالخشب والخيزران والبوص في المناطق الحارة الرطبة ، والحجارة والطين والطوب في المناطق القاحلة ، وتستخدم المواد العضوية (كالخشب) وغير العضوية(كالحجارة والطوب) في المناطق التي تتوفر فيها كلا الخاصيتين ، وصولا إلى استخدامه الحديد والاسمنت المستخدم حاليا في البناء.

فالهندسة هي الجسد الذي يجمع بين الأدوات التقنية المتاحة والأنشطة والمعرفة ، فهي النشاط الاحترافي الذي يستخدم التخيل والحكمة والذكاء في تطبيق العلوم والتكنولوجيا والرياضيات و الخبرة العملية لكي تستطيع أن تصمم وتنتج وتدير العمليات التي تتناسب واحتياجات البشرية ، والهندسة المدنية هي فرع من فروع الهندسة وأكثرها التصاقا بنشأة الإنسان وتطوره عبر السنين والعصور، والمحفز الأساسي للمنتجات المعملية.

وهي كأي علم تتطور باستمرار ودون توقف وفي الآونة الحديثة ترابطت مع التطور الصناعي بشكل كبير لإنتاج مواد إنشائية جديدة ومتطورة تفي بالمتطلبات التي تكون دائما متزايدة من المجتمع.

واستجابة لمتطلبات التقدم والتطور بدأ بالاتجاه إلى الأبنية المتخصصة بالمجالات الحياتية العامة والخاصة ، فجعل لكل احتياج مبناه الخاص مثل:المستشفيات ، المدارس ، والجامعات ، ومن هنا يأتي دور المهندس الذي يضع أفكاره وحلوله من أجل المضي قدما في مواكبة النهضة البشرية.

فالمهندس هو من يصمم وينشئ الملاذ الآمن لرجل عائد إلى بيته بعد يوم طويل مرهق ومتعب وهو ذاته من يجمع الناس تحت سقف واحد في حدث موسيقي هنا وأخر رياضي هناك , بكل اختصار المهندس هو من يظهر أو على الأقل من يحاول أن يظهر الجمال المدفون وراء وجه الطبيعة.

محور الدراسة في هذا المشروع هو القيام بإجراء التصميم الإنشائي لمستشفى متعددة الطوابق مقام في حلحول شمال محافظة الخليل ، و يكمن عملنا في إيجاد الحلول الإنشائية المناسبة، بحيث يتم دراسة النظام الإنشائي الذي سيتم إتباعه في هذا المشروع، ودراسة الأحمال التي من الممكن ان يتعرض لها المبنى، ثم تصميم جميع العناصر الانشائية التي لها القدرة على مقاومة هذه الأحمال من العقدات وحتى الأساسات ، بحيث يكون التصميم الإنشائي محققا لهدفين أساسيين و هما الأمان و الإقتصادية.

## 1- 2 أهداف المشروع :

نأمل من هذا المشروع بعد إكماله أن نكون قد وصلنا إلى الأهداف التالية:

1. القدرة على اختيار النظام الإنشائي المناسب للمشروع وتوزيع عناصره الإنشائية على المخططات، مع مراعاة الحفاظ على الطابع المعماري.
2. القدرة على تصميم العناصر الإنشائية المختلفة.
3. تطبيق وربط المعلومات التي تم دراستها في المساقات المختلفة .
4. إتقان استخدام برامج التصميم الإنشائي ومقارنتها مع الحل اليدوي.

## 1-3 مشكلة المشروع :

تتمثل مشكلة هذا المشروع في التحليل والتصميم الإنشائي لجميع العناصر الإنشائية المكونة للمبنى، وفي هذا المجال سيتم تحليل كل عنصر من العناصر الإنشائية مثل البلاطات والأعصاب والأعمدة والجسور....الخ وذلك بتحديد الأحمال الواقعة عليه ومن ثم تحديد أبعاده وتصميم التسليح اللازم له مع الأخذ بعين الاعتبار عامل الأمان للمنشأ ،ومن ثم سيتم عمل المخططات التنفيذية للعناصر الإنشائية التي تم تصميمها ،لإخراج هذا المشروع من حيز الاقتراح إلى حيز التنفيذ.

## 1-4 حدود مشكلة المشروع :

يقتصر العمل لهذا المشروع على الناحية الإنشائية فقط، حيث بدأنا العمل على ذلك في هذا الفصل من خلال مقدمة مشروع التخرج , وسنقوم باستكمال العمل خلال مساق مشروع التخرج في الفصل القادم.

## 1-5 المسلمات :

1. اعتماد الكود الأمريكي في التصاميم الإنشائية المختلفة (ACI-318-08) .
2. استخدام برامج التحليل والتصميم الإنشائي مثل ( SAP2000 , Etabs , Safe , Atir12)
3. برامج أخرى مثل Autocade , Excel , Power Point , Microsoft office Word .

## 1- 6 فصول المشروع :

يحتوي هذا المشروع على خمسة فصول وهي:

1- الفصل الأول : يشمل المقدمة العامة .
2- الفصل الثاني : يشمل الوصف المعماري للمشروع.
3- الفصل الثالث : يشمل وصف العناصر الإنشائية للمبنى.
4- الفصل الرابع : التحليل والتصميم الإنشائي لبعض العناصر الإنشائية.
5- الفصل الخامس : النتائج و التوصيات.

## 1-7 إجراءات المشروع :

1) دراسة المخططات المعمارية وذلك للتأكد من صحتها من النواحي المعمارية وتوافقها مع أهداف المشروع مع إجراء كافة التعديلات المعمارية اللازمة عليها، وإكمال النقص الموجود فيها إن وجد.

2) دراسة العناصر الإنشائية المكونة للمبنى والآلية الأنسب لتوزيع هذه العناصر كالأعمدة والجسور والأعصاب بشكل لا يصطدم مع التصميم المعماري الموضوع ويحقق الجانب الاقتصادي و عامل الأمان.

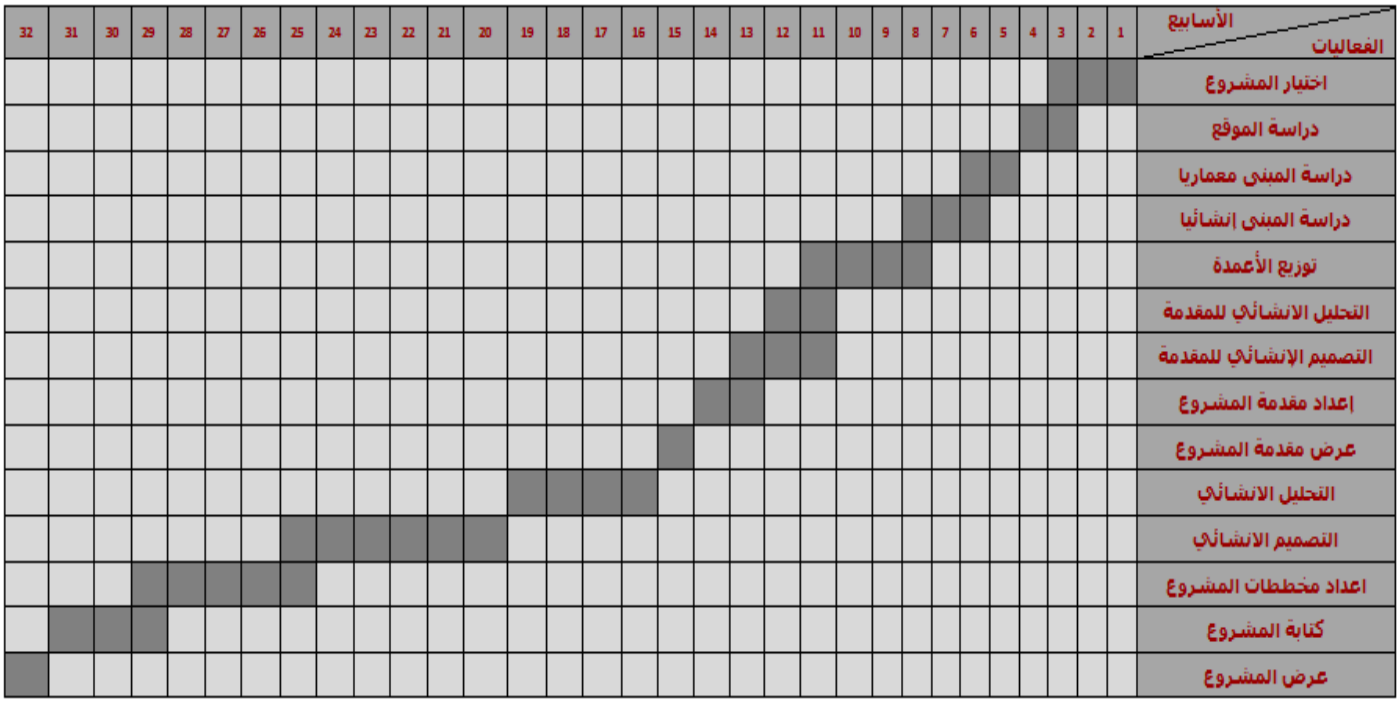
3) تحليل العناصر الإنشائية والأحمال المؤثرة عليها.

4) تصميم بعض العناصر الإنشائية بناء على نتائج التحليل.

5) استخدام بعض برامج التصميم المختلفة في بعض الحسابات.

والجدول التالي يوضح تسلسل أعمال المشروع والزمن اللازم لكل نشاط :

جدول (1-1) الجدول الزمني للمشروع خلال السنة الدراسية (2022 – 2023)



# 2

# الفصل الثاني

## الوصـف المِـعـمَــاري

2-1 مقدمة .

2-2 لمحة عامة عن المشروع .

2-3 موقع المشروع .

2-4 وصف طوابق المشروع .

2-5 الواجهات .

2-6 وصف الحركة و المداخل .

2-7 المداخل.

## 1-2 مقدمة :

تعتبر العمارة أم العلوم الهندسية، وهي ليست وليدة هذا العصر؛ بل هي منذ أن خلق الله تعالى الإنسان الذي أطلق العنان لمواهبه و خواطره، فانتقل بهذه المواهب من حياة الكهوف إلى أفضل صورة من صور الرفاهية، مستغلاً ما وهبه الله من جمال لهذه الطبيعة الخلابة.

وبهذا أصبحت العمارة فن وموهبة وأفكار، تستمد وقودها مما وهبه الله للمعماري من مواهب الجمال. وإذا كان لكل فن أو علم ضوابط وحدود يقف عندها فإن العمارة لا تخضع لأي حد أو قيد، فهي تتأرجح مابين الخيال والواقع؛ والنتيجة قد تكون أبنية متناهية البساطة والصراحة تثير فينا بعض الفضول رغم أنها قد تخبئ لنا العديد من المفاجآت عندما ندخلها ونتفاعل مع تفاصيلها.

وقد يبدو المبنى بسيطاً من الخارج، وكأنه مفكك إلى عدة قطع ضخمة دون الشعور بالاتصال بين هذه القطع؛ مع أنها في حقيقة الأمر متصلة ومترابطة عبر عدة فراغات وجسور. وقد يعتمد المبنى في تركيبته الهندسية اعتماداً كلياً على شكل هندسي منتظم كوحدة متكررة في كل أجزاء المبنى، وإن كانت أحياناً تحّرف وتقطع لتخرج بتركيبة بصرية لا توحي بارتباطها بالشكل المنتظم.

إن عملية التصميم لأي منشأ أو مبنى تتم عبر عدة مراحل حتى يتم إنجازه على أكمل وجه، تبدأ أولا بمرحلة التصميم المعماري حيث يتم في هذه المرحلة تحديد شكل المنشأ ويؤخذ بعين الاعتبار تحقيق الوظائف والمتطلبات المختلفة التي من أجلها سيتم إنشاء هذا المبنى، حيث يجري توزيع أولي لمرافقه، بهدف تحقيق الفراغات والأبعاد المطلوبة وتحديد مواقع الأعمدة والمحاور، وتتم في هذه العملية أيضا دراسة الإنارة والتهوية والحركة والتنقل وغيرها من المتطلبات الوظيفية.

وبعد الانتهاء من مرحلة التصميم المعماري وإخراجها بصورتها النهائية تبدأ عملية التصميم الإنشائي التي تهدف إلى تحديد أبعاد العناصر الإنشائية وخصائصها اعتمادا على الأحمال المختلفة الواقعة عليها والتي يتم نقلها عبر هذه العناصر إلى الأساسات ومن ثم إلى التربة.

## 2-2 لمحة عامة عن المشروع :

تعاني مدينة حلحول من عدة مشاكل في تصميم المستشفيات نتيجة لعدة أسباب منها : سيطرة الاحتلال الإسرائيلي على الموارد المتاحة وقلتها في نفس الوقت , وغياب التخطيط الجيد في توزيع المستشفيات . لذلك أتت الحاجة لتصميم مستشفى يراعي احتياجات الشعب الفلسطيني النفسية والجسدية, ويساعد في إصلاح وتطوير القطاع الصحي الفلسطيني.

تقوم فكرة المشروع على أساس إنشاء مبنى مستشفى ، و مما لا شك فيه أن دور المستشفيات في عصرنا الحالي لم يعد يقتصر على تقديم الخدمة العلاجية فقط ، ولم يعد كذلك يعرف بأنه مكان لإيواء المرضى والمصابين كما كان في الماضي، حيث كان أقدم وأبسط تعريف للمستشفى هو أنه مكان لإيواء المرضى والمصابين حتى يتم شفاؤهم، ولكن المستشفى الحديث يعد تنظيماً طبياً متكاملاً يستهدف تقديم الخدمة الصحية بمفهومها الشامل من وقاية وعلاج وتعليم طبي إضافةً إلى إجراء البحوث الصحية في مختلف فروعها.

## 3-2 موقع المشروع :

لتصميم أي مشروع فإنه ينبغي دراسة الموقع المراد تشييد المبنى فيه بعناية فائقة سواء تعلق ذلك بالموقع الجغرافي أم بتأثير القوى المناخية السائدة في المنطقة. بحيث تصان العناصر القائمة و علاقاتها بالتصميم المقترح في تآلف وتناغم لتحقيق التصميم الأمثل.

فلذلك يجب إعطاء فكرة عامة عن عناصر الموقع، من توضيح لمقاسات الأرض المقترحة للبناء، علاقة الموقع بالشوارع والخدمات المحيطة، ارتفاع المباني المحيطة، واتجاه الرياح السائدة والضجيج ومسار الشمس.

الموقع المقترح للمشروع هو بإرض بالقرب من منطقة بطن الجرن-زبود ،مدينة حلحول ،شمال مدينة الخليل جنوب الضفة الغربية، ترتفع قطعة الأرض 1003.00م عن سطح البحر ، وقريبة عن شارع القدس-الخليل وشارع زبود المغذي للقرى المجاورة.

**الشكل (1-1) خارطة الموقع الجغرافي لمدينة حلحول .**

## 2-3-1 أهمية الموقع :

**الشروط العامة لاختيار الموقع :**

إن عمليه اختيار ارض لإقامة مستشفى لا تقيم بشكل أساسي لتوفر قطعه الأرض بل تقيم على أسس ومعايير تساعد في وضع قرار سليم يوجه المشروع إلى ذلك المسلك الذي يضفي على خدمات المشروع وأجزائه صبغه التكامل والتوافق مع النسيج الحضري العام . وفيما يلي عدة نقاط مهمة في عملية اختيار ارض لمستشفى حلحول :

1. جغرافيه الموقع : هو الجانب الذي يختص في دراسة موقع الأرض بالنسبة للنسيج العمراني بشكل عام ، وتأثير الموقع على وظيفة المبنى ، ودراسة المناخ وطبوغرافية الأرض .

2. شبكه المواصلات : هو الجانب الذي يتم فيه دراسة الطرق الرئيسية والفرعية المؤدية للموقع.

3. الغطاء النباتي : هو الجانب الذي يتحدث عن طبيعة الأرض من حيث احتوائها على الغطاء النباتي من أشجار ونباتات .

4. أنماط المباني المحيطة : طبيعة المباني المحيطة بقطعة الأرض ونوعها ، تجارية ،صناعية ، سكنية، أم خدماتية ...الخ . وكيفيه تأثير هذه المباني على قطعه الأرض وتأثيرها على المبنى المراد إنشاؤه ، ونوعية مواد البناء المستخدمة في المباني المحيطة وارتفاعاتها إن وجدت .

## 2-3-2 حركة الشمس و الرياح :

تتعرض مدينة حلحول إلى الرياح الشمالية الغربية وهي رياح باردة جدا وجافة ,واليها يعود انخفاض الحرارة في المناطق المرتفعة، كما تتعرض إلى الرياح الجنوبية الغربية وهي رياح محملة بالأمطار والرطوبة .ونظراً لموقعها الجغرافي فإن الرياح الغربية تهب عليها وتصطدم بتيارات دافئة ، وتلتقي تلك القادمة من الشرق بالرياح القادمة من الغرب فتقلل من رطوبتها وتجعلها أكثر انسجاما ، إذ تجعل الهواء معتدلا جافا،كما تهب على المدينة رياح جافة كرياح الخماسين في أواخر فصل الربيع.

إن دراسة حركة الشمس والرياح من العوامل المهمة في تحليل المبنى، فالشمس طاقة مرغوب فيها، وتوجيه المبنى تجاه الشمس مع حمايته من السطوع الواقع عليه من المنطقة الغربية هي وسيلة ناجحة في الحصول على أكبر قدر ممكن من الطاقة الشمسية في أيام البرد، والتقليل من كمية الطاقة المستهلكة للتدفئة، وللرياح تأثير كبير على المباني، فهي تعد حمل أفقي يؤثر على جدران المبنى، وبالتالي على الهيكل الإنشائي له فيجب مراعاة تأثير الرياح والشمس على المبنى ليتم تصميمه بشكل يلبي شروط التصميم المتعلقة بالتهوية.

## 2-3-3 الرطوبة:-

مناخ حلحول يتأثر بمناخ فلسطين الذي يعرف بأنه جاف وحار صيفاً ومعتدل وماطر شتاءً، ومناخ حلحول رغم صغرها يتباين تبعاً للتضاريس والمسطحات المائية المجاورة والبعد عن الصحراء, أما فيما يتعلق بالأمطار فإن معدلات التساقط متفاوتة تبعاً لتضاريس المنطقة الجغرافية والتي تعتبر جزء من محافظة الخليل حيث إن الأمطار في حلحول تتراوح ما بين (400-600 ملم) سنوياً.

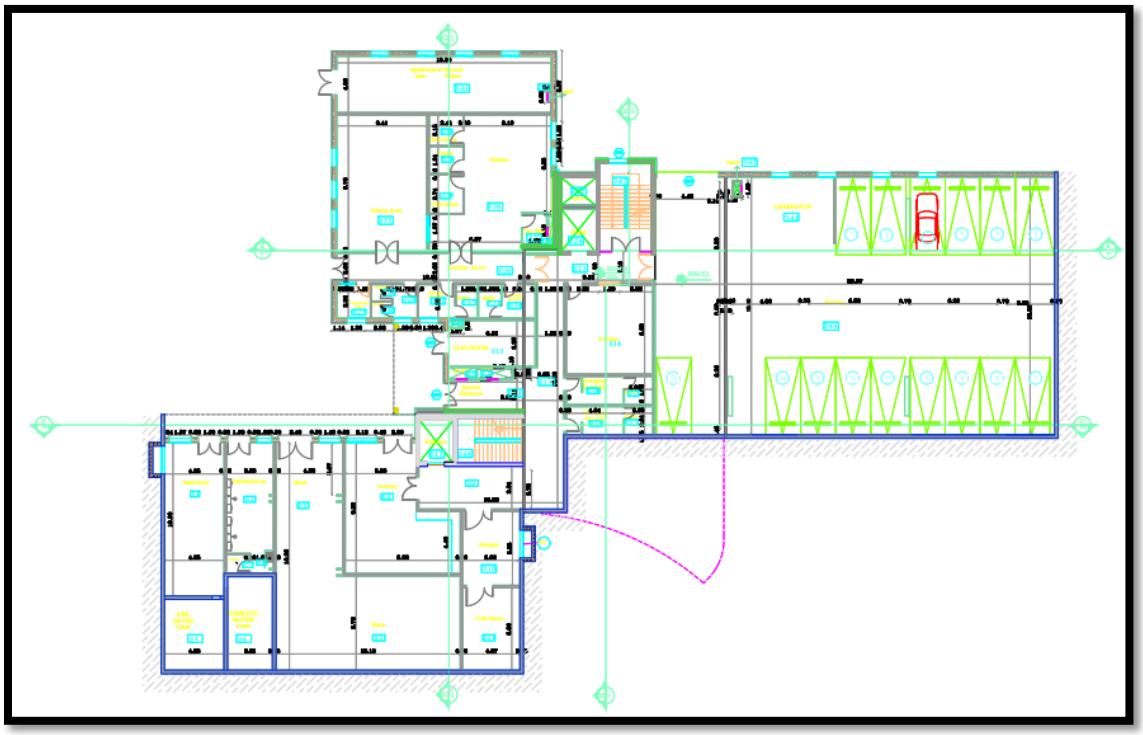
## 2-4 وصف طوابق المشروع :-

يتكون المشروع من أربعة طوابق ذات تنوع خدماتي , وهو عبارة عن مؤسسة معقدة ذات مرافق متعددة, التوزيع المعماري لهذه المرافق يتسم بالتعقيد وعدم التماثل بين الطوابق وهذا أدى إلى صعوبة في التصميم الإنشائي للمشروع .

### 2-4-1 طابق التسوية :-

(منسوب 1000.25 م) بمساحة تقدر بـ 1547.66م$^2$.

يتكون الطابق التسوية من موقف لسيارات, أرشيف, غرف للتغير, غرفة الغازالطبية, منطقة الطعام, منطقة طهي, منطقة التخزين, غرفة منسق, غرفة كهربائية, الحمامات العامة, مدخل للخدمات, غرفة ميكانيكة, منطقة خاصة لاعمال الصيانة, مغسلة وثلاجة الموتى, خزانين ماء. كما هو موضح في الشكل (2-1) .

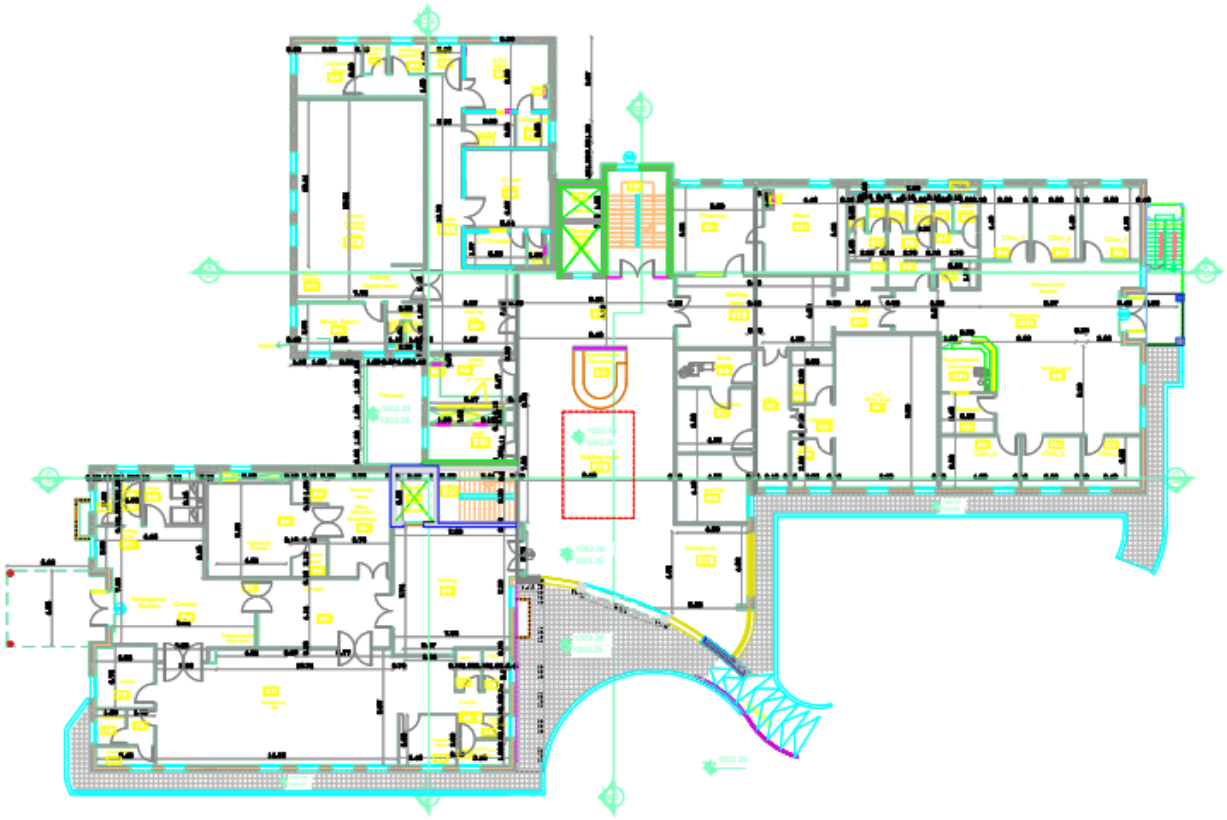


**الشكل (2-1) : مسقط الطابق التسوية.**

## 2-4-2 الطابق الأرضي :-

(منسوب 1004.12 م ) بمساحة تقدر بـ 1611.10 م$^2$.

يتكون الطابق الأرضي من عيادات, منطقة انتظار,مختبرات,حمامات عامة,منطقة تخزين,صيدلية,وبنك الدم,ومنطقة لتسجيل المعلومات,غرف اشعة,غرفة التراساوند,قسم الكلى,قسم الطوارئ, غرف للعمليات. كما هو موضح في الشكل (2-2) .



**الشكل (2-2) : مسقط الطابق الأرضي.**

## 2-4-3 الطابق الأول:-

(منسوب1008.28م) بمساحة تقدر ب 1606.50 م$^2$.

يتكون الطابق الأول من قاعات غرف مرضى, غرف للعزل المرضى, مركز التمريض, منطقة انتظار, وغرفة طبيب, حمامات عامة, مدير المستشفى, غرفة اجتماعات, المكتبة الالكترونية, منطقة لمدير الاداري وادارة العمليات, قسم التمريض, قسم الادارة. كما هو موضح في الشكل (2-3) .

**الشكل (2-3): المسقط الأفقي للطابق الأول.**

## 2-4-4 الطابق الثاني:-

(منسوب1012.44 م) بمساحة تقدر ب1348 م$^2$.

يتكون الطابق الثاني من مطبخ صغير, منطقة للممرضات, غرف لعزل الام,حاضنات, غرف الولادة, حمامات, غرف طبيب,غرف خاصة للمريضة بعد الولادة, منطقة انتظار,تيرأس,غرف العمليات, منطقة تخزين,منطقة تعقيم. كما هو موضح في الشكل (2-4) .

الشكل (2-4) : المسقط الأفقي للطابق الثاني .

## 5-2 الواجهات :-

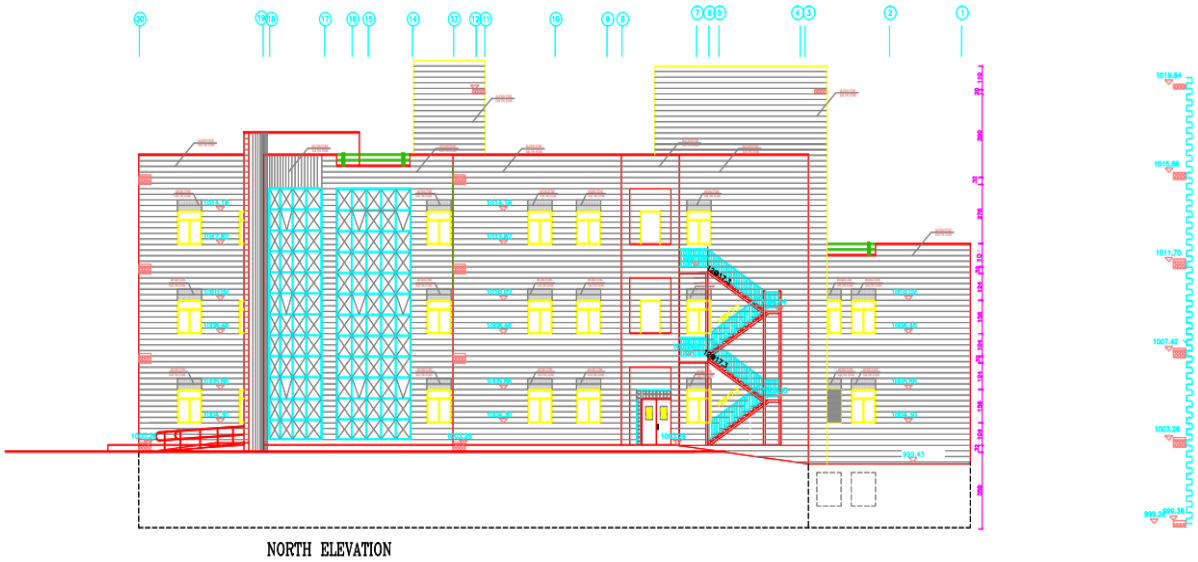
### 1-5-2 الواجهة الرئيسية ( الشرقية) :

و يظهر فيها المدخل الرئيسي للمبنى , واجمالية توزيع الكتل المعمارية .

الشكل (2-5): الواجهة الشرقية .

## 2-5-2 الواجهة الشمالية:

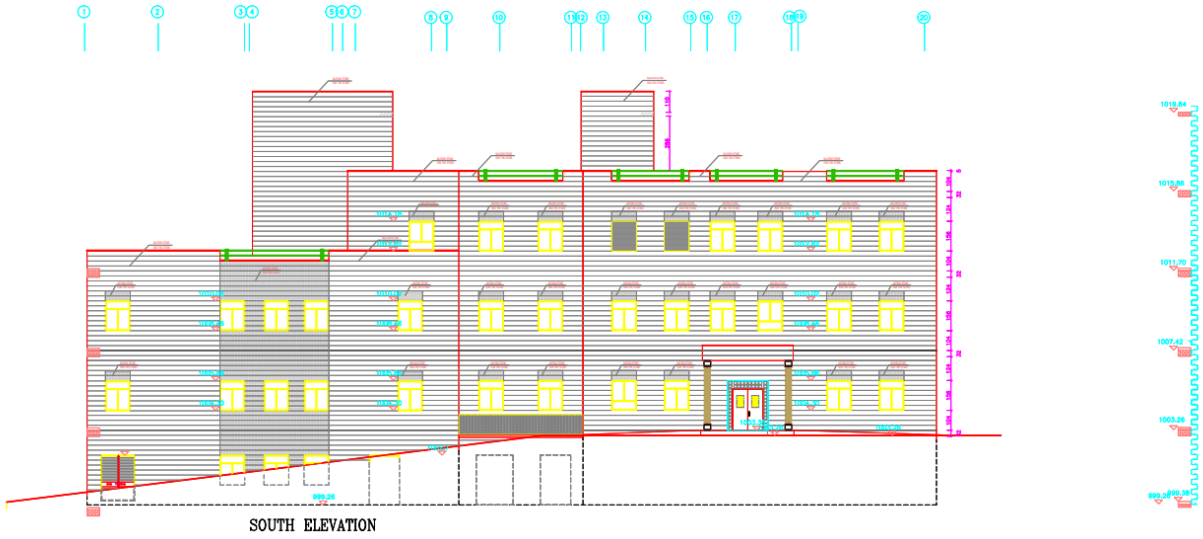
**و يظهر فيها مدخل رئيسي آخر للمبنى و تظهر الكتل المعمارية بشكل أوضح.**




**الشكل (2-6) :الواجهة الشمالية .**

## 3-5-2 الواجهة الجنوبية :

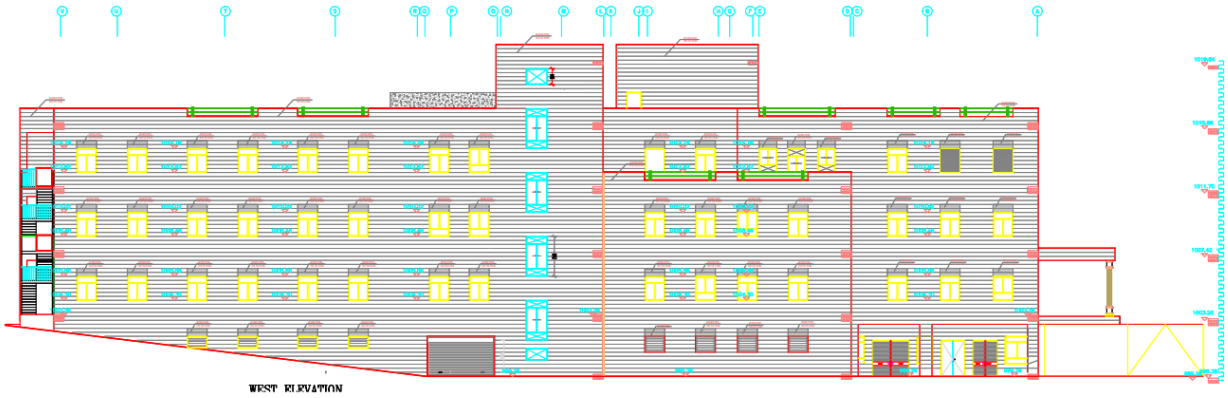
و يظهر فيها مداخل أخرى للمبنى من الجهة الجنوبية.




**الشكل (2-7) :الواجهة الجنوبية .**

## 4-5-2 الواجهة الغربية :

و يظهر فيها المدخل المؤدي لمصف سيارات وطابق التسوية.




**الشكل (2-8) :الواجهة الغربية .**

## 6-2 وصف الحركة و المداخل :-

تم تصميم المنشأة بحيث تتيح حرية و سهولة التنقل بين أجزاء المبنى و طوابقه من خلال المصاعد الموزعة على كافة أجزاء المبنى و وجود الRamp في المداخل لتسهل عملية التنقل للمرضى . و يوفر التصميم انتظام في توزيع الفراغات مما يوفر راحة في التنقل .

## 7-2 المداخل :-

يحتوي المشروع على :

1. المدخل الشرقي وهو المدخل الرئيسي هو للاستخدام العام .
2. المدخل الغربي وهو المدخل المؤدي الى مصف سيارات وطابق التسوية.
3. المدخل الجنوبي وهو مدخل المؤدي الي الطوارئ .
4. المدخل الشمالي وهو المدخل المؤدي الى العيادات ومختبرات .

3

# الـفـصـل الـثـالـث

# الـــوصـــف الإنْـشَـــائِـي

1-3 مقدمة .

2-3 الهدف من التصميم الإنشائي .

3-3 مراحل التصميم الإنشائي .

4-3 الأحمال.

5-3 الاختبارات العملية .

6-3 العناصر الإنشائية المكونة للمبنى .

7-3 فواصل التمدد .

8-3 برامج الحاسوب.

## 1-3 مـقدمـة :-

بعد دراسة المشروع من الناحية المعمارية لابد من الانتقال للجانب الإنشائي لدراسة العناصر الإنشائية ووصفها وصفا دقيقا, حيث يتم دراسة طبيعة الأحمال المسلطة على المبنى وكيفية التعامل معها للخروج بتصميم إنشائي يلبي جميع متطلبات الأمان ويراعي الجانب الاقتصادي للمشروع .

كما يتطلب التصميم الإنشائي اختيار العناصر الإنشائية المناسبة للمشروع المراد إنشاؤه ومراعاة قابلية تنفيذها على أرض الواقع بحيث يكون المبنى آمن, ونحافظ على التصاميم المعمارية.

## 2-3 الهدف من التصميم الإنشائي:-

التصميم الإنشائي عملية متكاملة تعتمد على بعضها البعض حيث تلبي مجموعة من الأهداف والعوامل التي من شأنها الخروج بمنشأ يحقق الهدف المرجو منه, وهذه الأهداف هي على النحو التالي:-

1- الأمان (Safety) : حيث يكون المبنى آمن في جميع الأحوال ومقاوم للتغيرات الطبيعية المختلفة.
2- والتكلفة الاقتصادية (Economical): وهي تحقيق اكبر قدر من الأمان للمنشأ بأقل تكلفة اقتصادية.
3- ضمان كفاءة الاستخدام (Serviceability): تجنب أي خلل في المنشأ كوجود بعض التشققات وبعض أنواع الهبوط التي من شأنها أن تضايق مستخدمي المبنى .
4- الحفاظ على التصميم المعماري للمنشأ.

## 3-3 مراحل التصميم الإنشائي:-

يمكن تقسيم مراحل التصميم الإنشائي إلى مرحلتين رئيسيتين:

**المرحلة الأولى :-**

وهي الدراسة الأولية للمشروع من حيث طبيعة المشروع وحجمه, بالإضافة لفهم المشروع من جميع جوانبه المختلفة , وتحديد مواد البناء التي سوف يتم اعتمادها للمشروع, ثم عمل التحاليل الإنشائية الأساسية لهذا النظام , والأبعاد الأولية المتوقعة منه.

**المرحلة الثانية:**

تتمثل في التصميم الإنشائي لكل جزء من أجزاء المنشأ, بشكل مفصل ودقيق وفقاً للنظام الإنشائي الذي تمّ اختياره وعمل التفاصيل الإنشائية اللازمة له من حيث رسم المساقط الأفقية والقطاعات الرأسية وتفاصيل تفريد حديد التسليح.

## 4-3 الأحمـال:-

تقسم الأحمال التي يتعرض لها المبنى إلى أنواع مختلفة وهي كما يلي:-

### 1-4-3 الأحمال الميتة :-

هي الأحمال الناتجة عن الوزن الذاتي للعناصر الرئيسة التي يتكون منها المنشأ, بصورة دائمة وثابتة, من حيث المقدار والموقع , بالإضافة لأجزاء إضافية كالقواطع الداخلية باختلافها وأي أعمال ميكانيكية أو إضافات تنفذ بشكل دائم وثابت في المبنى، ويمكن حسابها من خلال تحديد أبعاد العنصر الإنشائي, وكثافات المواد المكونة له , والجدول (3-1) يبين الكثافات النوعية للمواد المستخدمة في المشروع .

جدول ( 2-1) الكثافة النوعية للمواد المستخدمة .

| الرقم المتسلسل | المادة المستخدمة | الكثافة المستخدمة ($kN/m^3$) |
|---|---|---|
| 1 | المونة والقصارة | 22 |
| 2 | الرمل | 16 |
| 3 | الخرسانة | 25 |
| 4 | الطوب | 12 |
| 5 | البلاط | 23 |

أحمال القواطع ( Partition) = 1.50 $kN/m^2$

### 2-4-3 الأحمال الحية:-

وهي الأحمال التي تتغير من حيث المقدار والموقع بصورة مستمرة كالأشخاص، الأثاث، الاجهزة ، والمعدات ، وتعتمد قيمة هذه الأحمال على طبيعة الاستخدام للمنشأ و يؤخذ عادة مقدارها من جداول خاصة في الكودات المختلفة, والجدول (3-2) يبين الأحمال الحية في المشروع والمحددة بالرجوع إلى الكود الأردني.

جدول( 2- 2 ) الأحمال الحية للمبنى

| الرقم المتسلسل | طبيعة الاستخدام | الحمل الحي ($kN/m^2$) |
|---|---|---|
| 1 | المستشفيات | 5 |
| 2 | الأدراج | 3 |

## 5-3 الاختبارات العملية:

يسبق الدراسة الإنشائية لأي مبنى , عمل الدراسات الجيوتقنية للموقع، ويعنى بها جميع الأعمال التي لها علاقة باستكشاف الموقع ودراسة التربة والصخور والمياه الجوفية , وتحليل المعلومات وترجمتها للتنبؤ بطريقة تصرف التربة ,عند البناء عليها, وأكثر ما يهتم به المهندس الإنشائي هو الحصول على قوة تحمل التربة (Bearing Capacity) اللازمة لتصميم أساسات المبنى.

## 6-3 العناصر الإنشائية المكونة للمبنى:

تتكون المباني عادةً من مجموعة عناصر إنشائية تتقاطع مع بعضها لتقاوم الأحمال الواقعة على البناء, وتشمل: العقدات, والجسور, والأعمدة, وجدران القص, والأدراج, والأساسات. و يحتوي المشروع العناصر التالية :

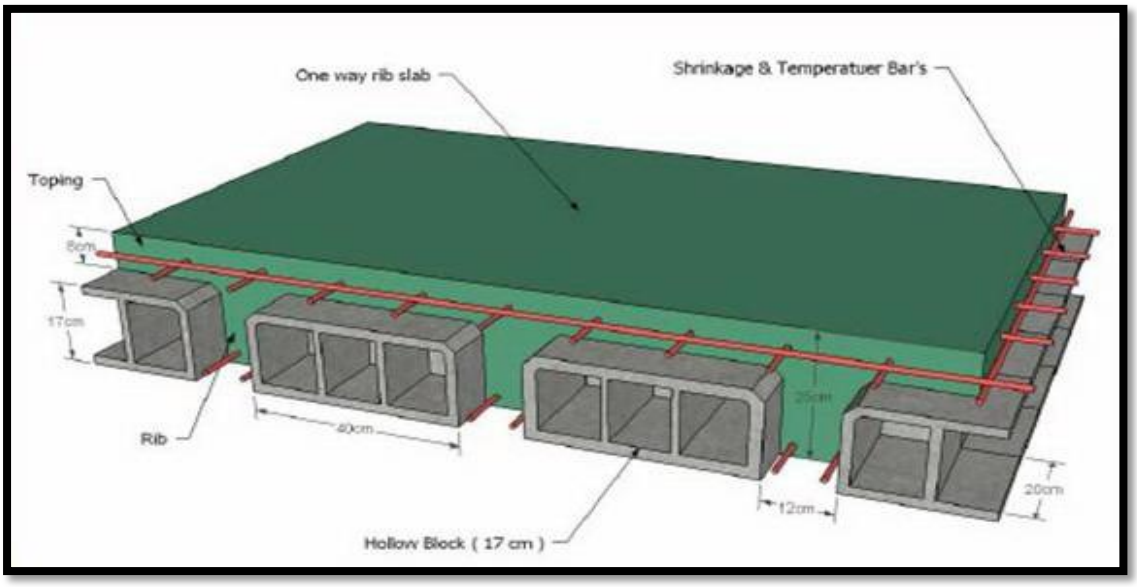
### 1-6-3 العقدات:

نظراً لوجود العديد من الفعاليات المختلفة في المبنى ومراعاة للمتطلبات المعمارية فإنه سيتم استخدام أنواع العقدات التالية في المشروع:

1. عقدات العصب ذات الاتجاه الواحد (One way ribbed slab).
2. عقدات العصب ذات الاتجاهين (Two way ribbed slab).
3. العقدات المصمتة ذات الاتجاه الواحد( One way solid slab).
4. العقدات المصمتة ذات الاتجاهين (Tow way solid slab)
5. Flat plate .

#### 1-1-6-3 عقدات العصب ذات الاتجاه الواحد (One way ribbed slab)

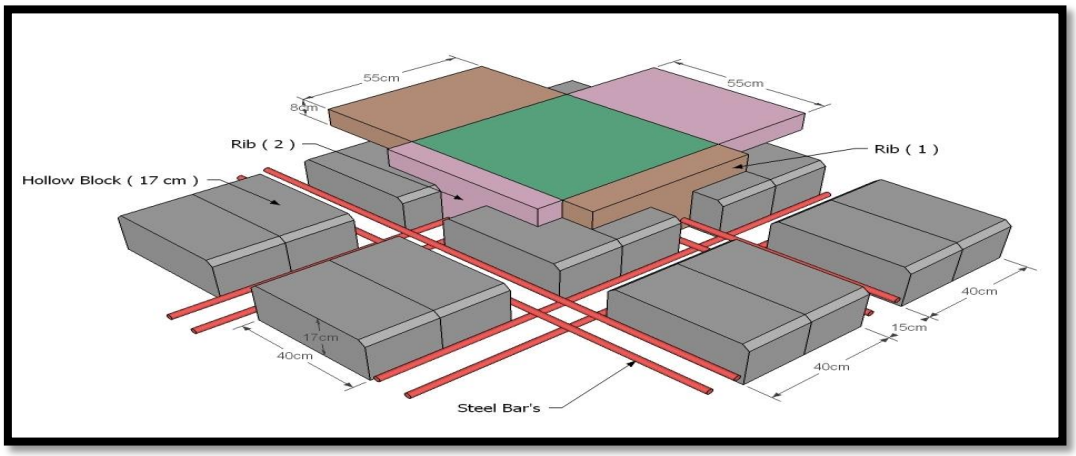
إحدى أشهر الطرق المستخدمة في تصميم العقدات في هذه البلاد وتتكون من صف من الطوب يليها العصب, ويكون التسليح باتجاه واحد كما هو مبين في الشكل (3-3).




الشكل ( 3 – 1 ) العقدات العصب ذات الاتجاه الواحد .

### 3-1-6-2 عقدات العصب ذات الاتجاهين (Two way ribbed slabs)

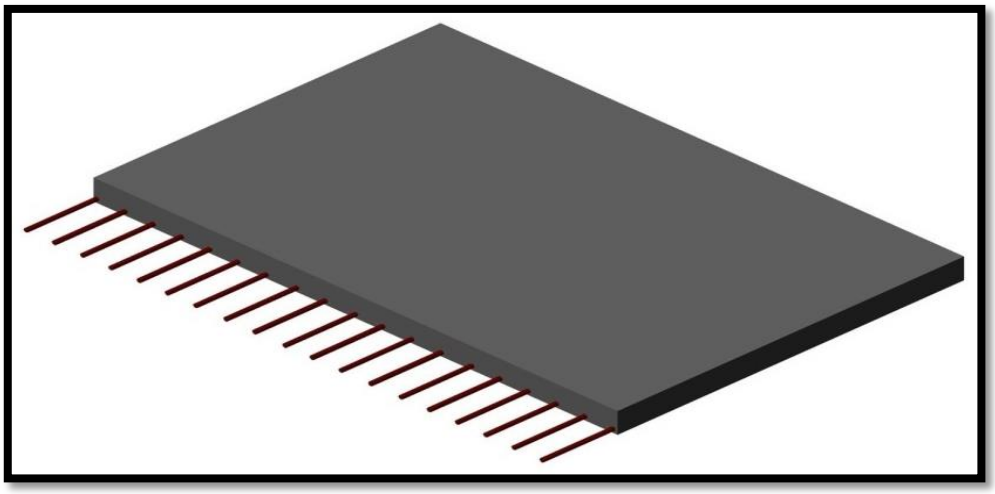
تشبه السابقة من حيث المكونات ولكنها تختلف من حيث كون التسليح باتجاهين ويتم توزيع الحمل في جميع الاتجاهات, ويراعى عند حساب وزنها طوبتين وعصب في الاتجاهين, كما يظهر في الشكل (3-4):




الشكل ( 3 – 2 ) العقدة ذات العصب باتجاهين .

### 3-1-6-3 العقدات المصمتة ذات الاتجاه الواحد (One way solid slab):

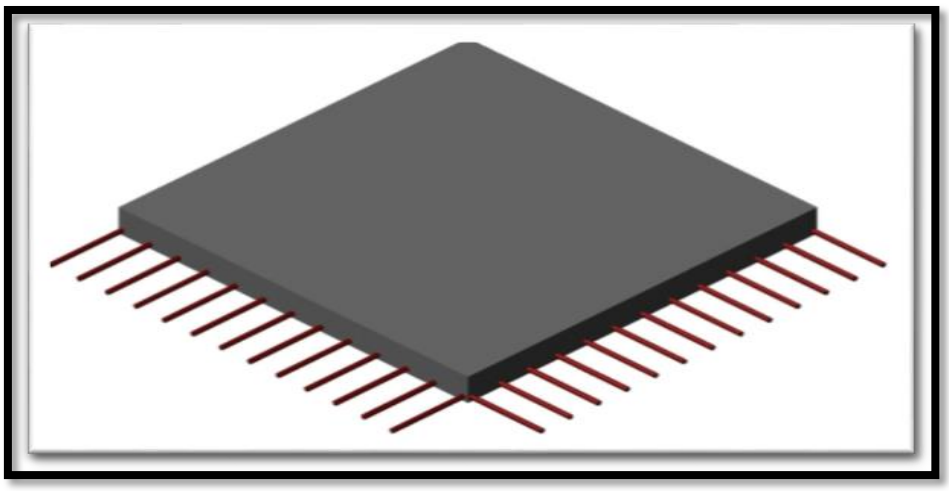
تستخدم في المناطق التي تتعرض كثيرا للأحمال الحية, كما في الشكل (3-5):-



الشكل (3 - 3) العقدات المصمتة ذات الاتجاه الواحد .

### 4-1-6-3 العقدات المصمتة ذات الاتجاهين (Two way solid slabs) :

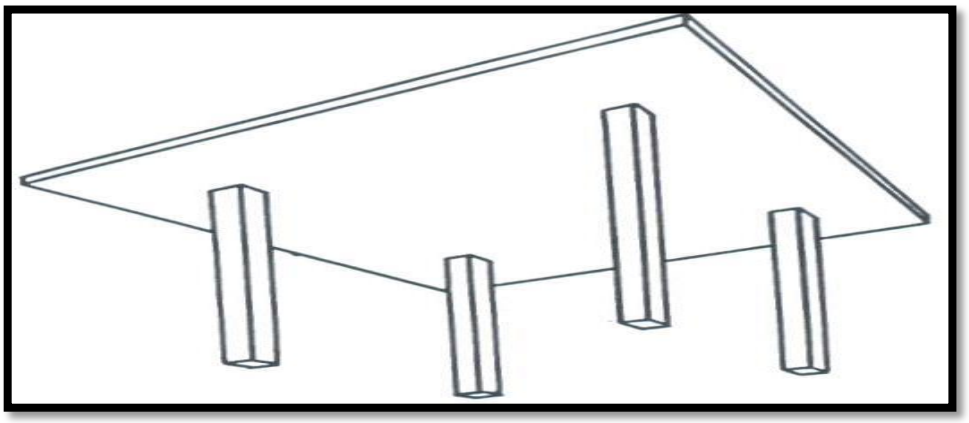
تستخدم في حال كانت الأحمال المؤثرة أكبر من المقدار الذي تستطيع العقدة المصمتة ذات الاتجاه الواحد مقاومتها، وعند ذلك يتم اللجوء إلى تصميم هذا النوع من العقدات وذلك لأنها تستطيع مقاومة الأحمال بشكل أكبر حيث يوزع التسليح الرئيسي فيها باتجاهين موضحه في الشكل (3-6).



الشكل (3-4) العقدات المصمتة ذات الاتجاهين.

### 5-1-6-3 :Flat plate

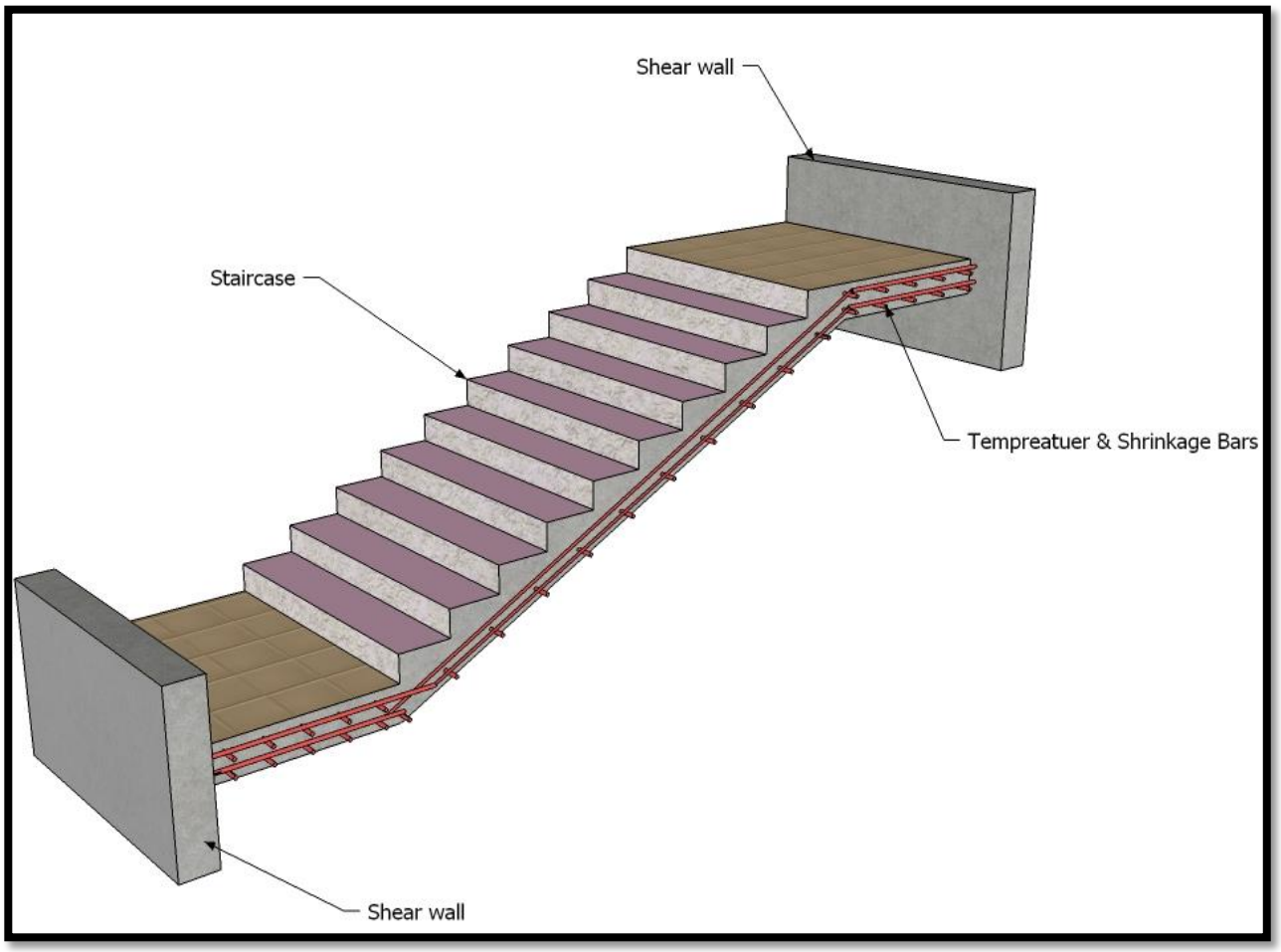
و تم استخدامها في حاله عدم الانتظام في توزيع الأعمدة.



الشكل ( 3 – 5 ) Flat Plate .

## 3-6-2 الأدراج:

الأدراج عنصر معماري يوجد في المباني للانتقال بين مستويين في نفس الطابق أو بين عدد من طوابق المبنى ، الشكل (3-8).



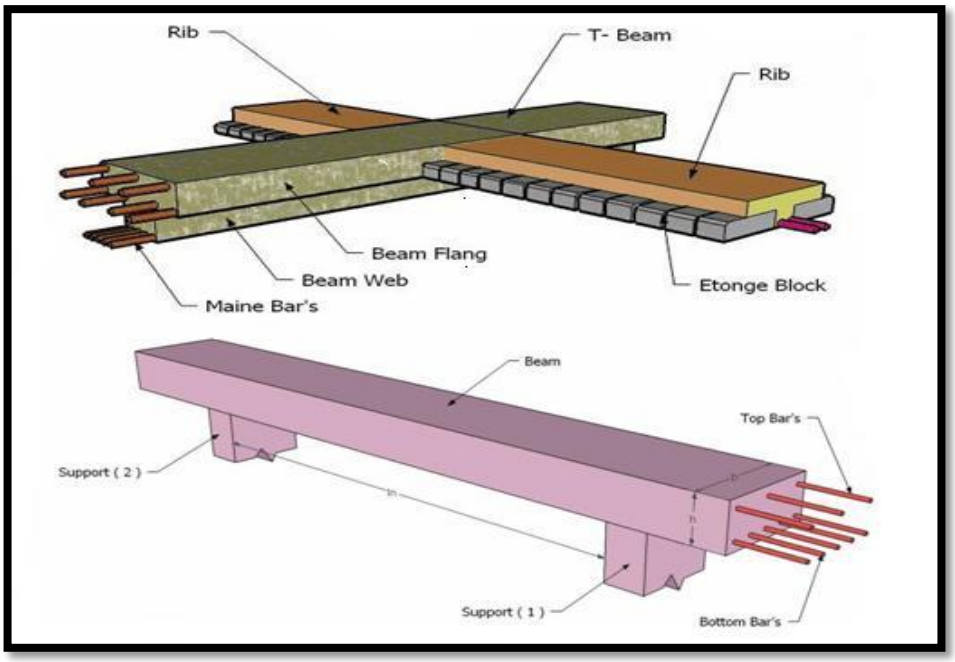

الشكل ( 3 – 6 ) الدرج .

## 3-6-3 الجسور:-

وهي عناصر أساسية في المبنى تقوم بنقل الأحمال الواقعة على الأعصاب إلى الأعمدة, حيث تقسم إلى:

1- جسور (Rectangular) .
2- جسور (T-section) .
3- جسور (L-section) .

ويكون التسليح بقضبان الحديد الأفقية لمقاومة العزم الواقع على الجسر, و بالكانات لمقاومة قوى القص والشكل (3-9) يبين أنواع الجسور التي استخدمت في المشروع.




الشكل

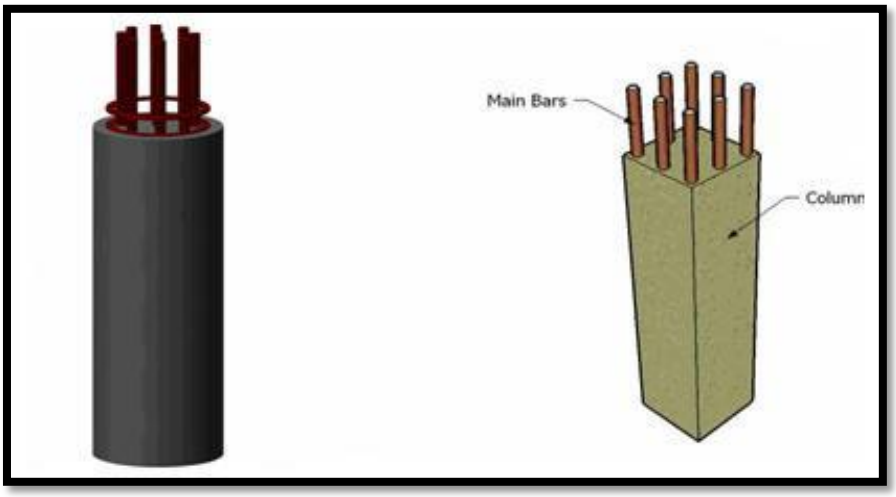
الشكل ( 3 –7) أنواع الجسور.

## 4-6-3 الأعمدة:

هي عنصر أساسي ورئيسي في المنشأ , حيث تنتقل الأحمال من العقدة إلى الجسور , وتنقلها الجسور بدورها إلى الأعمدة , ثم إلى أساسات المبنى، لذلك فهي عنصر وسطي وأساسي, فيجب تصميمها بحرص لتكون قادرة على نقل وتوزيع الأحمال الواقعة عليها،والأعمدة نوعين من حيث التعامل معها في التصميم الإنشائي:

1- الأعمدة القصيرة (short column).
2- الأعمدة الطويلة (long column).

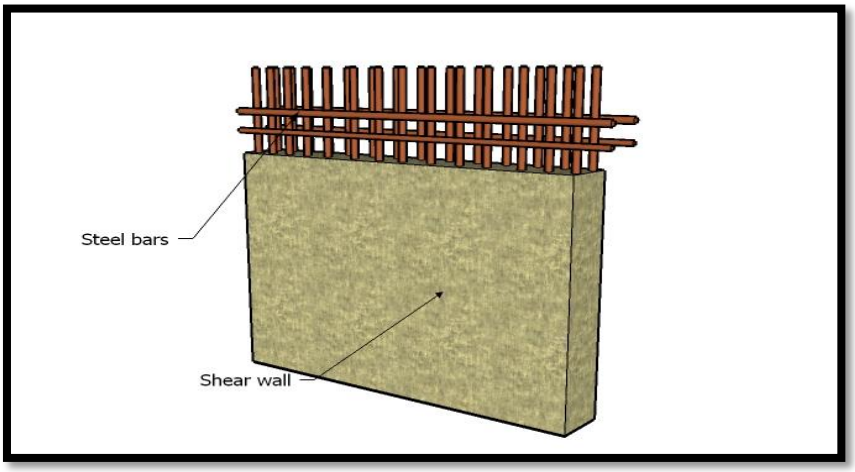
أما من حيث الشكل المعماري أو المقطع الهندسي فالمشروع يحتوي على ثلاثة أنواع من الأعمدة وهي المستطيلة والدائرية والمربعة كما في الشكل (3-10).




الشكل (3 – 8) أنواع الأعمدة .

## 5-6-3 جدران القص:

هي الجدران التي تحيط بيت الدرج، وجدران المصاعد، وأحيانا في بعض المناطق في المبنى حسب ما تقتضي الحاجة ، ووظيفة جدران القص مقاومة قوى القص الأفقية التي قد يتعرض لها المنشأ نتيجة لأحمال الزلازل والرياح إضافة إلى كونها جدران حاملة، ويراعى توفرها في اتجاهين متعامدين في المبنى لتوفير ثبات كامل للمبنى والشكل التالي يبين جدار قص مسلح الشكل (3-11).



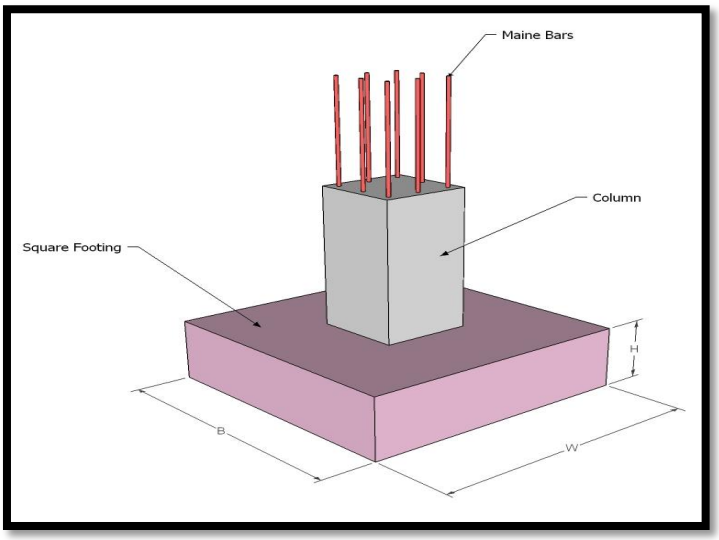

**الشكل (3-9) جدار قص .**

## 6-6-3 الأساسات:

الأساسات هي أول ما يبدأ بتنفيذها عند بناء المنشأ، إلا أن تصميمها يتم بعد الانتهاء من تصميم كافة العناصر الإنشائية في المبنى، حيث تقوم الأساسات بنقل الأحمال من الأعمدة والجدران الحاملة إلى التربة على شكل قوة ضغط, وهي على عدة أنواع كما يلي:-

1- أساسات منفصلة (Isolated footing)
2- أساسات مزدوجة (Compound footing)
3- أساسات شريطية(Strip footing)

وسوف يتم استخدام أساسات من أنواع مختلفة وذلك تبعا لنوع التربة وقوة تحملها والأحمال الواقعة عليها.




الشكل (3 –10 ) أساس مفرد .

## 7-3 فواصل التمدد (Expansions Joints)

يمكن تحديد المسافة القصوى بين فواصل التمدد للمنشآت العادية كما يلي :

- من 40 إل 45 م في المناطق المعتدلة كما هو الحال في فلسطين .
- من 30 إل 35 م في المناطق الحارة .
- و يمكن زيادة هذه المسافات بشرط الأخذ بعين الاعتبار تأثير عوامل الانكماش و التمدد و الزحف .
- و في حالة أعمال الخرسانة الكتلية كالحوائط الاستنادية و الأسوار يجب تقليل المسافات بين الفواصل و اخذ الاحتياطات اللازمة لمنع تسرب المياه من خلال فواصل التمدد .

## 8-3 برامج الحاسوب التى تم استخدامها:

1. AutoCAD (2014) for Drawings Structural and Architectural.
2. Microsoft Office (2010) For Text Edition.
3. Excel.
4. Atir 12.
5. Safe 2016 .
6. Etabs 2016 .
7. SAP 2000 .

4

# Chapter Four

## Structural Analysis and Design

**4-1 Introduction**

**4-2 Design method and requirements.**

**4-3 Check of Minimum Thickness of Structural Member.**

**4-4 Design of Topping .**

**4-5 Design of One Way Rib Slab (R-4).**

**4-6 Design of Beam (B3).**

**4-7 Design of Stair (Stair).**

**4-8 Design of Column (C 5)**

**4-9 Design of Shear Wall (SW 1).**

**4-10 Design of Footing (F 5).**

## 4.1 Introduction:

Many structures are built of reinforced concrete: bridges, buildings, retaining walls, tunnels, and others.

Reinforced concrete is logical union of two materials: plain concrete, which possesses high compressive strength but little tensile strength, and steel bars embedded in the concrete, which can provide the needed strength in tension.

Plain concrete is made by mixing cement, fine aggregate, coarse aggregate, water, and frequently admixtures.

Understanding of reinforced concrete behavior is still far from complete, building codes and specifications that give design procedures are continually changing to reflect latest knowledge.

Structural concrete can be classified into:

- Lightweight concrete with unit weight from about 1350 to 1850 kg/m$^3$.
- Normal weight concrete with unit weight from about 1800 to 2400 kg/m$^3$.
- Heavyweight concrete with unit weight from about 3200 to 5600 kg/m$^3$.

## 4-2 Design Method and Requirements

The design strength provided by a member is calculated in accordance with the requirements and assumptions of ACI_code (318_08).

- ✓ **Strength design method:-**

In ultimate strength design method, the service loads are increased by factors to obtain the load at which failure is considered to be occurring.
This load called factored load or factored service load. The structure or structural element is then proportioned such that the strength is reached when factored load is acting. The computation of this strength takes into account the nonlinear stress-strain behavior of concrete.
The strength design method is expressed by the following,

Strength provided ≥ strength required to carry factored loads.

**NOTE:-**

The statically calculation and the key plans dependent on the architectural plans.

- ✓ **Code:-**

ACI 2008

UBC

- ✓ **Material:-**

Concrete:-B300

$fc' = 30N / mm^2 (MPa)$ For circular section

but for rectangular section ( $fc' = 30 * 0.8 = 24MPa$ ).

Reinforcement steel:-

The specified yield strength of the reinforcement ( fy = 420 N/mm² (MPa) ).

- ✓ **Factored loads:-**

The factored loads for members in our project are determined by:-

**$W_u = 1.2\ D_L + 1.6\ L_L$** **ACI-code-318-08(9.2.1)**

## 4.3 Check of Minimum Thickness of Structural Member:

Minimum Thickness of Non prestressed Beam or One-Way Slabs Unless Deflections are Calculated. **(ACI 318M-11)**.

Table (4.1): Check of Minimum Thickness of Structural Member.

| Minimum thickness( h) | | | | |
|---|---|---|---|---|
| Member | Simply supported | One end Continuous | Both end continuous | Cantilever |
| solid one way slabs | L/20 | L/24 | L/28 | L/10 |
| Beams or ribbed one way slabs | L/16 | L/18.5 | L/21 | L/8 |

**For Rib :-**

$h_{min}$for(one end continuous)=L/18.5=6.40/18.5=34.59Em

$h_{min}$for(both end continuous)=L/21=6.30/21=30cm

$h_{min}$for(Cantilever)=L/8=6.50/8=81.52cm

**Take h = 32 cm**

**24 cm block + 8 cm topping = 34cm**

**For Beam :-**

$h_{min}$for(one end continuous)=L/18.5=7.85/18.5=42.41 cm

$h_{min}$for(both end continuous)=L/21=7.56/21=36cm

$h_{min}$for(Cantilever)=L/8=5.77/8=72cm

**Take h =72cm**

## 4.4 Design of Topping

### ✓ Statically System For Topping :-

Consider the topping as strip of (1m) width, and span of mold length with both end fixed in the ribs.

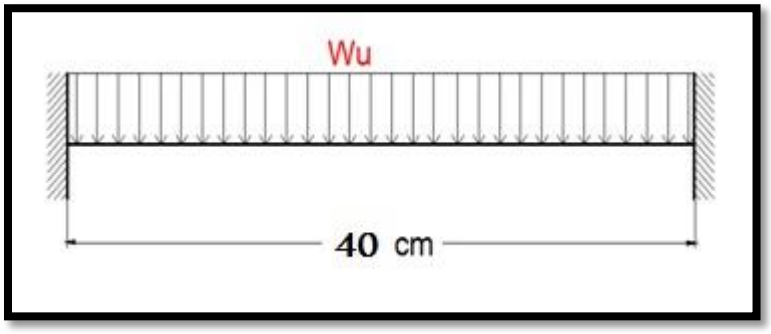



Fig 4.1: Topping Load.

## ✓ Load Calculations:-

### Dead Load:-

**Table ( 4.2 ): Dead Load Calculation of Topping.**

| No. | Parts of Rib | Calculation | |
|---|---|---|---|
| 1 | Tiles | 0.03*23*1 = 0.69 KN/m | |
| 2 | Mortar | 0.03*22*1 = 0.66 KN/m | |
| 3 | Coarse Sand | 0.07*16*1 = 1.12 KN/m | |
| 4 | Topping | 0.٠٨*25*1 = 2 KN/m | |
| 5 | Interior partitions | 1*1.5=1.5 KN/m | |
| | | Sum = | 5.97KN/m |

### Live Load :-

$L_L$ =5 KN/$m^2$

$L_L$ =5 KN/$m^2$×1m=5KN/m

### Factored Load :-

$W_U$ = 1.2 ×5.97 + 1.6×5 =15.164KN/m

Check the strength condition for plain concrete, $\phi M_n \geq M_u$, where ø = 0.55

$M_n = 0.42\ \lambda \sqrt{f'_c}\ S_m$ **(ACI 22.5.1, equation 22-2)**

$$S_m = \frac{b.h^2}{6} = \frac{1000.80^2}{6} = 1066666.667\ mm^2$$

$\emptyset M_n = 0.55 \times 0.42 \times 1 \times \sqrt{24} \times 1066666.67 \times 10^{-6} = 1.207 KN.m$

$M_u = \frac{W_u L^2}{12} = \frac{15.76_* 400^2}{12} = 0.210 KN.m$ (negative moment)

$Mu = \frac{W_u L^2}{24} = \frac{15.76_* 400^2}{24} = 0.105 KN.m$ (positive moment)

$\emptyset M_n >> M_u = 0.210\ KN.m$

No reinforcement is required by analysis. **According to ACI 10.5.4**, provide$A_{s,min}$for slabs as shrinkage and temperature reinforcement.

$\rho_{shrinkage} = 0.0018$ **ACI 7.12.2.1**

$A_s = \rho \times b \times h_{topping} = 0.0018 \times 1000 \times 80 = 144\ mm^2/m$

Step (s) is the smallest of:

1. 3h = 3×80=280 mm ***control*** **ACI 10.5.4**
2. 450mm.
3. $S = 380\left(\frac{280}{f_s}\right) - 2.5C = 380\left(\frac{280}{\frac{2}{3}420}\right) - 2.5 \times 20 = 330mm$ **ACI 10.6.4**

**Take ø 8 @ 200 mm in both direction , S = 200 mm <$S_{max}$ = 280 mm … OK**

## 4.5 Design of One Way Rib Slab (R-4)

**Requirements For Ribbed Slab Floor According to *ACI- (318-08)* .**

bw ≥ 8cm……**ACI(8.13.2)**

Select bw=12 cm

h ≤ 3.5*bw ……..…**ACI(8.13.2)**

Select h=32cm<3.2*12= 38.4 cm

tf ≥ Ln/12≥50mm ……..**ACI(8.13.6.1)**

Select tf=8cm

## ✓ Material :-

⇒ concrete B300 Fc' = 24 N/mm$^2$

⇒ Reinforcement Steel fy = 420 N/mm$^2$

## ✓ Section :-

⇒ B = 520mm

⇒ Bw= 120 mm

⇒ h= 320 mm

⇒ t= 80 mm

⇒ d=320-20-10-12/2= 284 mm

## ✓ Statically System and Dimensions:-

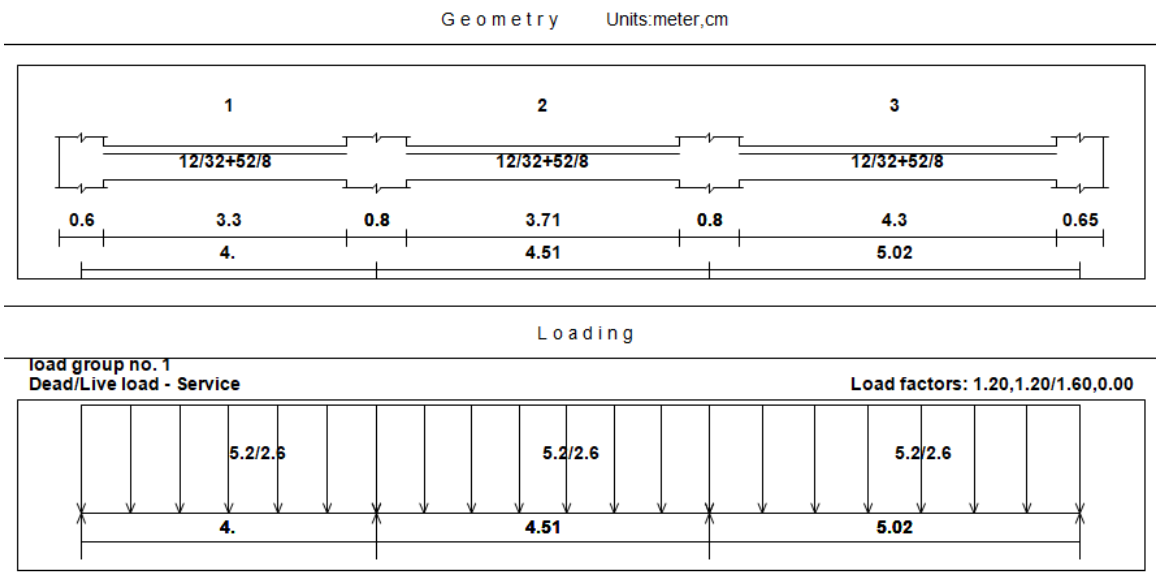



Fig 4.2: Statically System and Loads Distribution of Rib(R-4).

## ✓ Load Calculation:-

### Dead Load:-

Table ( 4.3 ): Dead Load Calculation of Rib(R04).

| No. | Parts of Rib | Calculation |
|---|---|---|
| 1 | **Tiles** | 0.03*23*0.5٢ = 0.3٥٨٨ KN/m/rib |
| 2 | **Mortar** | 0.03*22*0.5٢ = 0.3٤٣٢ KN/m/rib |
| 3 | **Coarse Sand** | 0.07*16*0.5٢ =0.5824 KN/m/rib |
| 4 | **Topping** | 0.08*25*0.5٢ = 1.٠٤ KN/m/rib |
| 5 | **RC. Rib** | 0.24*25*0.1٢ = 0.٧٢ KN/m/rib |
| 6 | **Hollow Block** | 0.24*12*0.4 = 1.152 KN/m/rib |
| 7 | **plaster** | 0.02*22*.5٢= 0.2٢٨٨ KN/m/rib |
| 8 | **partions** | 1.5*0.5٢= 0.٧٨ KN/m/rib |
| | | **Sum = 5.٢052 KN/m/rib** |

**Dead Load /rib = 5.٢052 KN/m**

### Live Load:-

Live load = 5 KN/$M^2$

Live load /rib = 5 KN/$m^2$ × 0.5٢m = ٢.٦ KN/m.

- ❖ Effective Flange Width ( $b_E$ ):-**ACI-318-11 (8.10.2)**

$b_E$ For T- section is the smallest of the following:-

$b_E$ = L / 4 = 1240/4 =310

$b_E$ = 15 + 16 t = 15 + 16 (8) = 143 cm

$b_E$ = $b_e$ ≤ center to center spacing between adjacent beams = 52 cm. ***Control***

$b_E$ **For T-section = 52cm .**

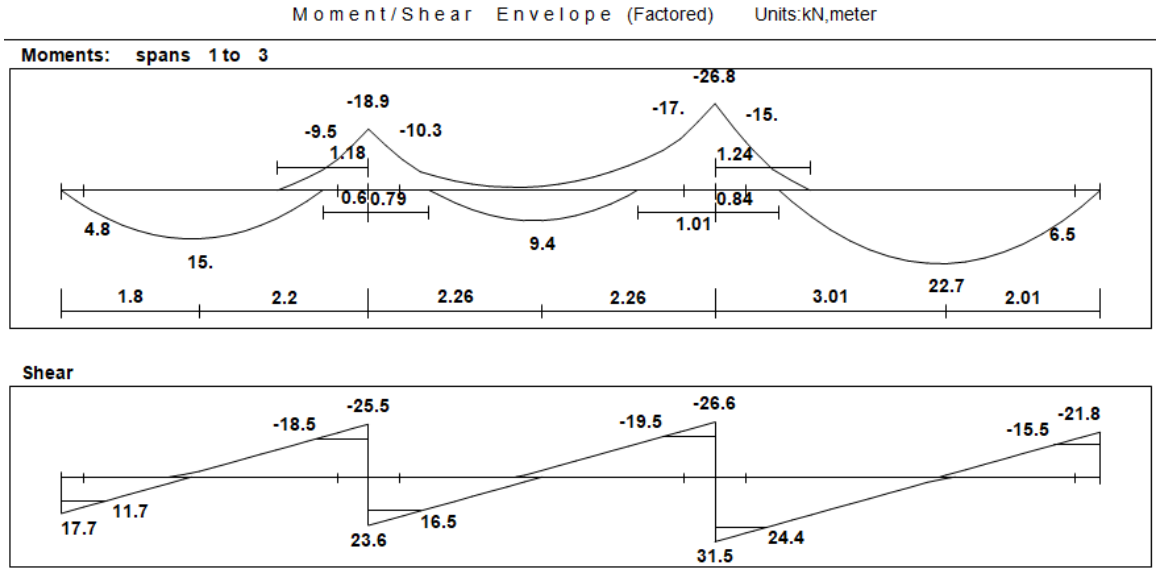



Fig 4.3: Shear and Moment Envelope Diagram of Rib (R-4 ).

## ✓ Moment Design for (R -4):-

### Design of Positive Moment for (Rib04 ):-(Mu=22.7KN.m)

Assume bar diameter ø 12 for main positive reinforcement

d =h- cover - $d_{stirrups} - \frac{d_b}{2} = 320 - 20 - 10 - \frac{12}{2} = 284\ mm$

Check if a>$h_f$ to determine whether the section will act as rectangular or T- section.

$M_{nf} = 0.85.f'_c.b_e.h_f.(d - \frac{h_f}{2})$

$= 0.85 \times 24 \times 520 \times 80 \times \left(284 - \frac{100}{2}\right) \times 10^{-6} = 198.58$ KN. m

$M_n \gg \frac{M_u}{\varphi} = \frac{24.5}{0.9} = 27.22$KN.m , the section will be designed as rectangular section

with$b_e$ =520 mm.

$R_n = \frac{M_u}{\emptyset b d^2} = \frac{24.5\times10^6}{0.9\times520\times284^2} = 0.649\ Mpa$

$m = \frac{f_y}{0.85 f_c'} = \frac{420}{0.85\times24} = 20.6$

$\rho = \frac{1}{m}\left(1 - \sqrt{1 - \frac{2.m.R_n}{420}}\right) = \frac{1}{20.6}\left(1 - \sqrt{1 - \frac{2\times20.6\times0.649}{420}}\right) = 0.00157$

$A_{s,req} = \rho.b.d = 0.00157 \times520\times284 = 231.86 mm^2$

**Check for As min:-**

$$A_s\ \min = \frac{\sqrt{fc'}}{4(fy)}(bw)(d)$$ **ACI-318 (10.5.1)**

$$A_s\ \min = \frac{\sqrt{24}}{4(420)}(120)(284) = 99.38 mm^2$$

$$A_s\ \min = \frac{1.4}{(fy)}(bw)(d)$$

$$A_s\ \min = \frac{1.4}{420}(120)(284) = 113.6 mm^2$$ **controls**

$As_{req}$= 231.86 $mm^2$ >$As_{min}$= 131.6$mm^2$ **OK**

**Use 2 ø 12 ,$A_{s,provided}$= 262.2 $mm^2$>$A_{s,required}$= 231.86 $mm^2$ …. Ok**

$S = \frac{520-40*2-20*2-(2\times12)}{1} = 376\ mm > d_b = 12 > 25\ mm$ ***OK***

**Check for strain:-**

$a = \frac{A_s.f_y}{0.85b\ f_c'} = \frac{262.2\times420}{0.85\times520\times24} = 10.38\ mm$

$x = \frac{a}{\mathcal{B}_1} = \frac{10.38}{0.85} = 12.21\ mm$

$$\varepsilon_s = 0.003\left(\frac{d-x}{x}\right) = 0.003\left(\frac{284-12.21}{12.21}\right) = 0.067 > 0.005$$ ***0k***

## Design of Negative Moment for(Rib4 ):- (Mu=-17Kn.m)

Assume bar diameter ø 12 for main positive reinforcement

d =h- cover - $d_{stirrups} - \frac{d_b}{2} = 320 - 20 - 10 - \frac{12}{2} = 284\ mm$

$R_n = \frac{M_u}{\emptyset b d^2} = \frac{18.5\times10^6}{0.9\times120\times284^2} = 2.12 Mpa$

$m = \frac{f_y}{0.85 f_c'} = \frac{420}{0.85\times24} = 20.6$

$\rho = \frac{1}{m}\left(1 - \sqrt{1 - \frac{2.m.R_n}{420}}\right) = \frac{1}{20.6}\left(1 - \sqrt{1 - \frac{2\times20.6\times2.12}{420}}\right) = 0.00534$

$A_{s,req}$ = ρ.b.d = 0.00534×120*284 =181.99$mm^2$

**Check for As min:-**

$$A_s\ \min = \frac{\sqrt{fc'}}{4(fy)}(bw)(d)$$ **ACI-318 (10.5.1)**

$$A_s\ \min = \frac{\sqrt{24}}{4(420)}(120)(284) = 99.38 mm^2$$

$$A_s\ \min = \frac{1.4}{(fy)}(bw)(d)$$

$$A_s\ \min = \frac{1.4}{420}(120)(284) = 113.6 mm^2$$ **controls**

$As_{req}$ = 181.99$mm^2$ >$As_{min}$= 113.6 $mm^2$**OK**

**Use 2 ø 12 ,$A_{s,provided}$= 262.2 $mm^2$>$A_{s,required}$= 181.99 $mm^2$… Ok**

$S = \frac{120-40-20-(2\times12)}{1} = 36\ mm > d_b = 10 > 25\ mm$ ***not OK***

**Check for strain:-**

$a = \frac{A_{s.f_y}}{0.85 b\ f_c'} = \frac{262.2\times420}{0.85\times120\times24} = 44.99\ mm$

$x = \frac{a}{\mathcal{B}_1} = \frac{44.99}{0.85} = 52.92\ mm$

$$\varepsilon_s = 0.003\left(\frac{d-x}{x}\right) = 0.003\left(\frac{304-52.92}{52.92}\right) = 0.014 > 0.005 \qquad \boldsymbol{0k}$$

## ✓ Shear Design for (R ib 04):-

**Case 2 :-**

**$V_u$ at distance d from support= 25.2KN**

Shear strength $V_c$, provided by concrete for the joists may be taken 10% greater than for beams. This is mainly due to the interaction between the slab and closely spaced ribs.**(ACI, 8.13.8).**

$V_c = \frac{1.1}{6}\sqrt{f_c'}b_w d = \frac{1.1}{6}\sqrt{24} \times 120 \times 284 \times 10^{-3} = 30.61\ KN$

ø$V_c$ =0.75×30.61=22.96 KN

0.5 ø $V_c$ =0.5×22.96 =11.48KN

0.5 ø $V_c$< $V_u$< ø $V_c$

11.48<25.2<22.96

Case (2) for shear design ..... **is not suitable**

**Case 3 :-**

Φ Vc<Vu ≤ (Φ Vc + Φ Vsmin)

Φ Vs min ≥ $\frac{\Phi}{16}\sqrt{fc'}b_w\ d = \frac{0.75}{16}\sqrt{24} * 120 * 284 * 10^{-3} = 7.83KN$

≥ 0.75 ($\frac{1}{3}$) * bw * d =0 .75* ($\frac{1}{3}$)*120*284*$10^{-3}$ = 8.52 KN **Controls**

Φ Vs min= *8.52*

Φ Vc<Vu ≤ Φ Vc + Φ Vsmin

**22.96<25.2≤ 31.48…… Case 3 is satisfied**

$$Vs = \frac{Vu}{\Phi} - Vc$$

*Vs=25.2/0.75 -30.61=1.028KN*

*Try 2 Φ10=2*78.5=157mm$^2$*

$\frac{2*78.5}{S} = \frac{1.107*10^3}{420*284}$, $S = 16916.86\text{mm}^2/\text{m}_{\text{strip}}$

$s_{max} \leq \frac{d}{2} = \frac{284}{2} = 142\ mm$ ***control***

*or* $s_{max} \leq 600\ mm$

*Selected S=14cm*

## 4.6 Design of Beam (B 3 )

✓ **Material :-**

⇒ concrete B300 $Fc' = 24\ N/mm^2$

,

⇒ Reinforcement Steel $fy = 420\ N/mm^2$

✓ **Section :-**

⇒ B = 80cm

⇒ h=70 cm

⇒ d=700-40-10-20/2= 640 mm

## ✓ Statically System and Dimensions:-

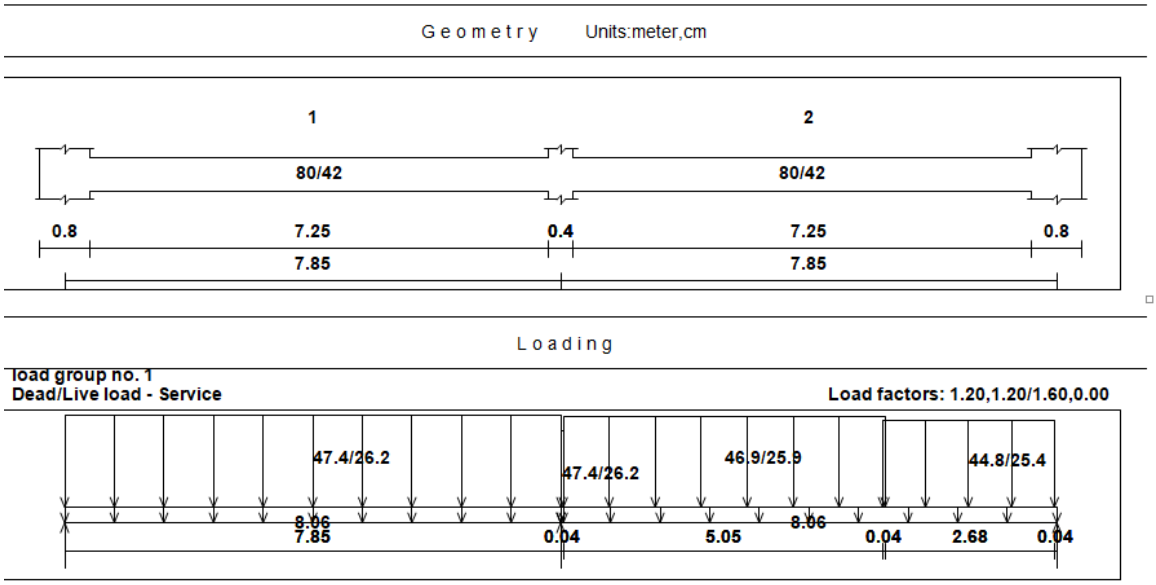



Fig 4.4: Statically System and Loads Distribution of Beam (B3).

## ✓ Load Calculations:-

**From Rib01**

The maximum support reaction from Dead Loads for R01 upon B3 is 24.65 KN, The distributed Dead Load from the R4 on B,G02.

DL =(24.65/ 0.52) = 47.40 KN / m

Self weight of beam = 8.06 KN / m

DL =9.97+47.40=55.46 KN / m

**From Rib03**

The maximum support reaction from Dead Loads for R03 upon B3 is24.41KN, The distributed Dead Load from the R03 on B,G02

DL =(24.41/ 0.52) = 46.94 KN / m

Self weight of beam = 8.06KN / m

DL = 8.06+46.94=55 KN /m

**From Rib04**

The maximum support reaction from Dead Loads for R04 upon B3 is23.3KN, The distributed Dead Load from the R04 on B3

DL =(23.3/ 0.52) = 44.81 KN / m

Self weight of beam = 8.06 KN / m

DL = 8.06+44.81=52.87 KN /m

**Live Load calculations for Beam (B.G02):-**

**From Rib01**

The maximum support reaction from Live Loads for R01 upon B3 is 13.65 KN The distributed Live Load from the Rib 01 on B,G02.

LL =13.65/ 0.52= 26.25 KN/m.

Nominal Total live load = 5 * 0.8 = 4 KN/m

Total LL =26.25+4=30.25KN/m

**From Rib03**

The maximum support reaction from Live Loads for R03 upon B3 is 13.48Kn The distributed Live Load from the Rib03 on B,G02.

LL =13.48/ 0.52= 25.92 KN/m.

Nominal Total live load = 5 * 0.8 = 4 KN/m

Total LL =25.92+4=29.92KN/m

**From Rib04**

The maximum support reaction from Live Loads for R04 upon B3 is 13.23Kn The distributed Live Load from the Rib04 on B3.

LL =13.23/ 0.52= 25.44KN/m.

Nominal Total live load = 5 * 0.8 = 4 KN/m

Total LL =25.44+4=KN/m

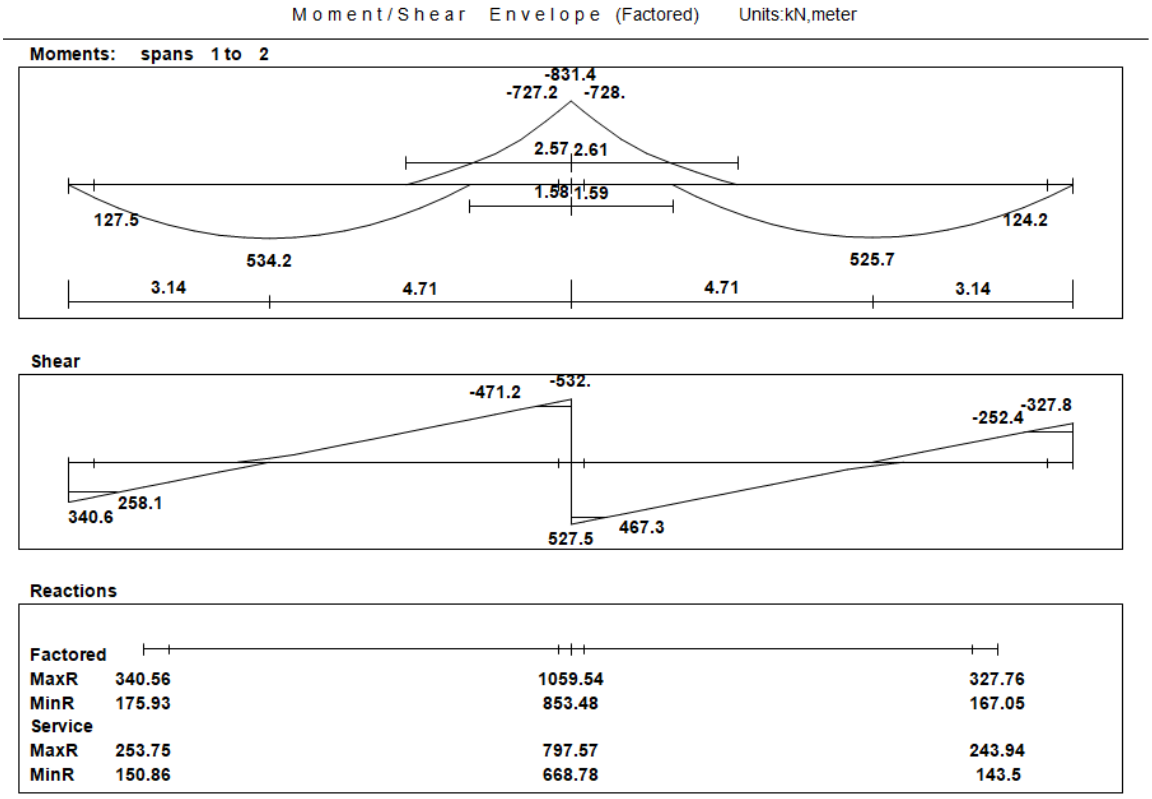



Fig 4.5: Shear and Moment Envelope Diagram of Beam (B,G02).

## ✓ Moment Design for (B3):-

## Flexural Design of Positive Moment for(B3):-(Mu=534.2KN.m)

Determine of $M_{n,max}$

d =800 – 40 -10 – 20\2 = 740 mm

$$x = \frac{3}{7}d = \frac{3}{7} * 740 = 317.148\, mm$$

$$a = \mathcal{B}.x = 124.7 * 0.85 = 233.14\, mm$$

$Mn_{max}$= $0.85 * f'_c * a * b( d - \frac{a}{2} ) = 0.85*24*233.14*800*(740-233.14/2 ) *10^{-6}$= 2372.05KN.m

$\emptyset\, Mn_{max}$ = 0.82* 2372.05 = 1945.08KN.m >285.8KN.m .

Design as singly reinforcement

$$Rn = \frac{M_u}{\emptyset bd^2} = \frac{534.2 \times 10^6}{0.9 \times 800 \times 740^2} = 1.352Mpa$$

$$m = \frac{f_y}{0.85 f_c'} = \frac{420}{0.85 \times 24} = 20.6$$

$$\rho = \frac{1}{m}\left(1 - \sqrt{1 - \frac{2.m.R_n}{420}}\right) = \frac{1}{20.6}\left(1 - \sqrt{1 - \frac{2 \times 20.6 \times 1.35}{420}}\right) = 0.00328$$

$A_s = \rho.b.d = 0.00328 \times 800 \times 740 = 1941.76\ mm^2$

**Check for $A_{s,min}$:-**

$$As_{min} = \frac{\sqrt{fc'}}{4(fy)}(bw)(d) = \frac{\sqrt{24}}{4*420} * 800 * 740 = 17426.31 mm^2$$

$$As_{min} = \frac{1.4}{(fy)}(bw)(d) = \frac{1.4}{420} * 800 * 740 = 1973.33\ mm^2$$ **Controls**

$A_s = 1941.76\ mm^2$

**Use ٤ø 25 Bottom, $A_{s,provided}$= ١٩٦٣.٥ $mm^2$ > $A_{s,required}$= 1941.76$mm^2$… Ok**

**Check spacing :-**

$$S = \frac{800 - 40*2 - 2*20 - (4*25)}{4} = 193.3\ mm > d_b = 20 > 25\ mm \quad \boldsymbol{OK}$$

**Check for strain:-**

$$a = \frac{A_{s.f_y}}{0.85 b\ f_c'} = \frac{1963.5 \times 420}{0.85 \times 800 \times 24} = 50.53\ mm$$

$$x = \frac{a}{\mathcal{B}_1} = \frac{50.53}{0.85} = 59.45 mm$$

$$\varepsilon_s = 0.003\left(\frac{d - x}{x}\right) = 0.003\left(\frac{740 - 59.45}{59.45}\right) = 0.034 > 0.005 \qquad \boldsymbol{0k}$$

## Flexural Design of Positive Moment for(B,G02):-(Mu=525.7KN.m)

$R_n = \frac{M_u}{\emptyset b d^2} = \frac{525.7\times10^6}{0.9\times800\times740^2} = 1.33 Mpa.$

$m = \frac{f_y}{0.85 f_c'} = \frac{420}{0.85\times24} = 20.6$

$\rho = \frac{1}{m}\left(1 - \sqrt{1 - \frac{2.m.R_n}{420}}\right) = \frac{1}{20.6}\left(1 - \sqrt{1 - \frac{2\times20.6\times1.33}{420}}\right) = 0.00328$

$A_s = \rho.b.d = 0.00328\times800\times740 = ١٩٤١.٧٦ mm^2.$

$A_s = 1941.76\ mm^2$

**Use 4ø25Bottom, $A_{s,provided} = 1963.5\ mm^2 > A_{s,required} = 1941.74\ mm^2$ … Ok**

**Check spacing :-**

$S = \frac{800-40*2-2*20-(4*25)}{3} = 193.33mm > d_b = 20 > 25$ **OK**

**Check for strain:-**

$a = \frac{A_{s.f_y}}{0.85 b\ f_c'} = \frac{1963.5\times420}{0.85\times800\times24} = 50.53mm$

$x = \frac{a}{\mathcal{B}_1} = \frac{50.53}{0.85} = 59.45\ mm$

$$\varepsilon_s = 0.003\left(\frac{d-x}{x}\right) = 0.003\left(\frac{740-59.45}{59.45}\right) = 0.0343 > 0.005 \qquad \mathbf{0k}$$

## Flexural Design of Negative Moment for(B,G02 ):-(Mu=-728KN.m)

$Rn = \frac{M_u}{\emptyset b d^2} = \frac{728\times10^6}{0.9\times800\times740^2} = 1.846\ Mpa$

$m = \frac{f_y}{0.85 f_c'} = \frac{420}{0.85\times24} = 20.6$

$$\rho=\frac{1}{m}\left(1-\sqrt{1-\frac{2.m.R_n}{420}}\right)=\frac{1}{20.6}\left(1-\sqrt{1-\frac{2\times20.6\times1.846}{420}}\right)=0.00461$$

$A_s = \rho.b.d = 0.00461 \times 800 \times 740 = 2729.12mm^2$

$A_s = 2729.12mm^2$ **Controls**

**Use9ø 20 ,$A_{s,provided}$= 2827.4 $mm^2$>$A_{s,required}$= 2729.12… Ok**

**Check spacing :-**

$$S=\frac{800-40*2-2*20-(9*20)}{8}=62.5\,mm>d_b=20>25 \qquad \boldsymbol{OK}$$

**Check for strain:-**

$$a=\frac{A_{s.f_y}}{0.85b\,f_c'}=\frac{2827.4\times420}{0.85\times800\times24}=72.76\,mm$$

$$x=\frac{a}{\mathcal{B}_1}=\frac{72.76}{0.85}=85.60mm$$

$$\varepsilon_s=0.003\left(\frac{d-x}{x}\right)=0.003\left(\frac{740-85.60}{85.60}\right)=0.023>0.005 \qquad \boldsymbol{0k}$$

## ✓ Shear Design for (B 3):-

### 1. Case 3 :-

for shear design, minimum shear reinforcement is required ($A_{v,min}$), Reinforcement.

Use stirrups (2 leg stirrups ) ø10/ 250 mm , $A_v = 2 \times 79 = 157\ mm^2$

**$V_u$ = 471.2 KN**

$$V_c=\frac{1}{6}\sqrt{fc'}b_w\,d==\frac{1}{6}\sqrt{24}*800*740=483.37\ KN$$

$\Phi V_c = 0.75*483.37 = 362.53$ KN

Φ Vsmin≥ 0.75 ($\frac{1}{3}$) * bw * d =0 .75* ($\frac{1}{3}$)*800*740*$10^{-3}$ = 148 KN **Controls**

Φ Vsmin ≥ 0.75 ($\frac{\sqrt{fc'}}{16}$) * bw * d = 0.75*($\frac{\sqrt{24}}{16}$) * 800*740*$10^{-3}$ = 135.9 KN

Φ Vc<Vu ≤ Φ Vc + Φ Vsmin

**362.53<471.2≤ 135.9…… not satisfied**

**Cases 1&2&3 is not suitable**

**Case 4 :-**

$v_{s'} = \frac{1}{3}\sqrt{fc'}b_w\, d = \frac{1}{3}\sqrt{24} * 800 * 740$ = 966.731KN

$\emptyset(v_c + v_{s,\min}) < v_u \leq \emptyset(v_c + v_{s'})$

0.75(483.37+181.2)< **471.2** < 0.75(483.37+966.731)

498.43<471.2<1087.57

**shear reinforcement are required**

Use 2 leg Φ 10

As =157 $mm^2$

$V_s = V_n - V_c = \frac{471.2}{0.75} - 261.28 = 366.99$KN

$S = \frac{A_v f_{yt}\, d}{v_s} = \frac{157 * 420 * 740}{366.99 * 1000} = 132.96\ mm$ ***control***

$s_{max} \leq \frac{d}{2} = \frac{740}{2} = 370\ mm$

$or \quad s_{max} \leq 600\ mm$

**Use 2 leg Φ 10 @12.5**cm

## 4.7 Design of Stairs(Stair)

$h_{min} = \frac{L}{20} = \frac{478}{24} = 19\ cm$ Take 20 cm ---- simply supported

$\theta = tan^{-1}\left(\frac{Rise}{Run}\right) = tan^{-1}\left(\frac{17.833}{28}\right) = 32.5°$

| Material | Quality Density KN/m$^3$ | calculations | $KN/m$ |
|---|---|---|---|
| **Tiles** | 27 | $0.03 * 27 *(\frac{0.17833+0.33}{0.28})$ | **1.4705** |
| **Mortar** | 22 | $0.02 * 22 *(\frac{0.17833+0.28}{0.28})$ | **0.72** |
| **Stair Steps** | 25 | $(\frac{0.17833*0.28}{2})*\frac{25}{0.28} * 1$ | **2.23** |
| **Reinforced Concrete Solid Slab** | 25 | $(\frac{25*0.2*1}{cos32.5})$ | **5.93** |
| **Plaster** | 22 | $(\frac{22*0.03*1}{cos32.5})$ | **0.783** |
| $Total\ Dead\ Load\ (KN/m)$ | | | **11.133** |

### 4.7.1 Landing Dead Load Computation:

*Table (4 – 4) Calculation of the total dead load for Landing*

| Material | Quality Density KN/m$^3$ | calculations | $KN/m$ |
|---|---|---|---|
| **Tiles** | 22 | 0.03 * 22 *1 | **0.66** |
| **Mortar** | 22 | 0.02 * 22 *1 | **0.44** |
| **Reinforced Concrete Solid Slab** | 25 | 25*0.20 | **5** |
| **Plaster** | 22 | 22*0.03*1 | **0.66** |
| ***Total Dead Load*** $(KN/m)$ | | | **6.76** |

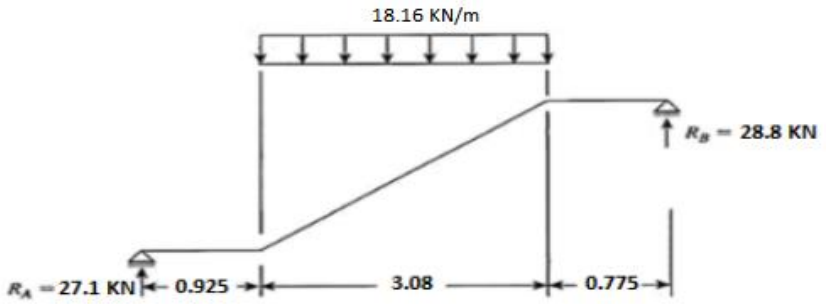
$LL = 3KN/m^2$

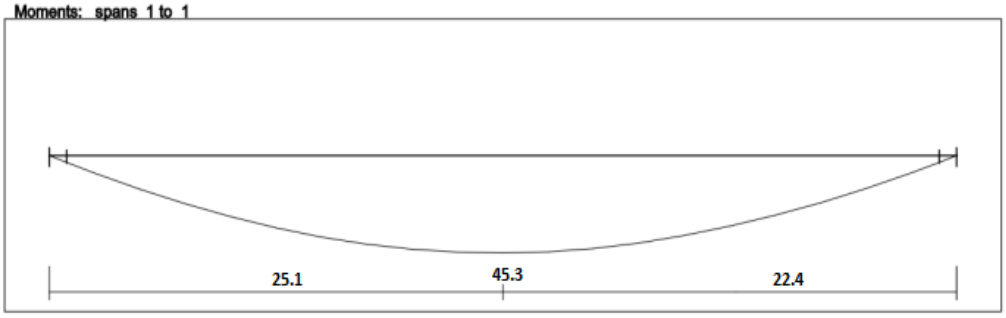
Total Factored Load for flight: $w = 1.2D_L + 1.6L_L$

$1.2 * 11.133 + 1.6 * 3 = 18.16 KN/m$

Total Factored Load for Landing

$= 1.2 * 6.76 + 1.6 * 3 = 12.912\ KN/\text{m}$



### 4.7.2 Shear

### Design for flight:

Take the maximum shear as the support reaction $\boldsymbol{V_u = 28.8\ KN}$

Assume bar diameter Ø14 for main reinforcement.

$d = \boldsymbol{h - 20 - \frac{db}{2}}$

$= 200 - 20 - \frac{14}{2} = 173\ mm$

$Vc = \frac{1}{6}\sqrt{fc'}b_w d = \frac{1}{6} * \sqrt{24} * 1000 * 173 * 10^{-3} = 141.3KN/1\ m\ strip.$

$\emptyset = 0.75 - for\ shear$

$\emptyset Vc = 0.75 * 141.3 = 105.94KN\ /\ 1m\ strip$

$\frac{1}{2}\emptyset Vc = \frac{1}{2} * 105.94 = 52.97KN\ /\ 1m\ strip$

$Vu = 28.8\ KN < \frac{1}{2}\ \emptyset\ Vc = 52.97\ KN$

**No shear Reinforcement required. The thickness is adequate enough.**

### 4.7.3Bending Moment Design:

$\boldsymbol{M_u = 45.3\ KN.m}$

$Mn = \frac{Mu}{\emptyset} = \frac{45.3}{0.9} = 50.33\ KN.m$

$Rn = \frac{M_n}{bd^2} = \frac{50.33 * 10^6}{1000 * 173^2} = 1.682\ Mpa.$

$m = \frac{f_y}{0.85 f_c'} = \frac{420}{0.85 * 24} = 20.59$

$\rho = \frac{1}{m}\left(1 - \sqrt{1 - \frac{2 * m * R_n}{420}}\right) = \frac{1}{20.59}\left(1 - \sqrt{1 - \frac{2 * 20.59 * 1.682}{420}}\right) = 4.185 * 10^{-3}$

$A_s = \rho bd = 4.185 * 10^{-3} * 1000 * 173 = 724.02\ mm^2$

$A_{s,min} = 0.0018bh = 0.0018 * 1000 * 200 = 360\ mm^2$

$A_{s,req} = 724.02\ mm^2 > A_{s,min} = 360\ mm^2$

$A_{s,req} = 724.02\ mm^2 \quad Control$

Use Ø14then

$n = \frac{A_{s,req}}{A_{s\emptyset 14}} = \frac{724.02}{153.938} = 4.7 = 5$ bars

$s = \frac{1}{n} = \frac{1}{4.7} = 0.2126\ m$

Take 5Ø14 with $A_s = 769.69\ mm^2/m\ strip, or\ \emptyset 14\ @\ 20\ cm$

**Step (s) is the smallest of:**

1. $3h = 3 * 200 = 600\ mm$
2. $450mm$
3. $s = 380\left(\frac{280}{fs}\right) - 2.5Cc = 380\left(\frac{280}{\frac{2}{3} * 420}\right) - 2.5 * 20 = 330mm, but$

$s \leq 300\left(\frac{280}{\frac{2}{3} * 420}\right) = 300mm. \quad - \boldsymbol{control}$

$s = 200\ mm < Smax = 300mm \quad - OK$

**Check for strain:**

According to AC -318-11 (10.3.5), ($\varepsilon_s \geq 0.005$)

$a = \frac{A_s f_y}{0.85 b f_c'}$

$= \frac{769.69 * 420}{0.85 * 1000 * 24} = 15.846\ mm$

$c = \frac{a}{\mathcal{B}_1}$

$c = \frac{15.846}{0.85} = 18.64\ mm$ * Note $f_c' = 24\ MPa < 28$ Mpa $\rightarrow \mathcal{B}_1 = 0.85$

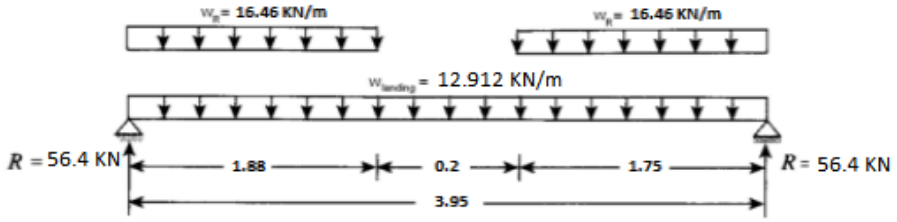
$\varepsilon_s = 0.003\left(\frac{d - c}{c}\right)$

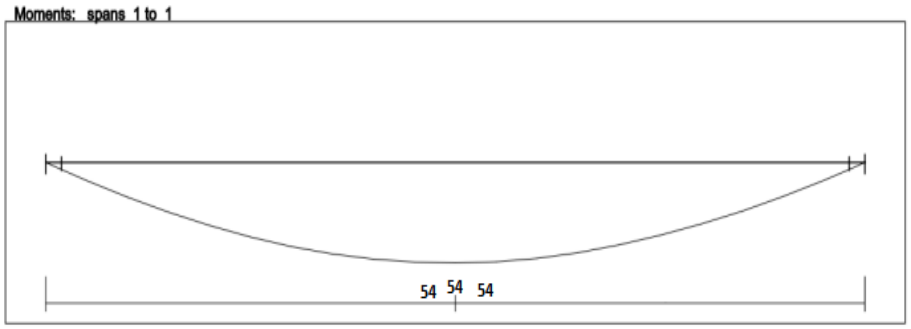
$= 0.003\left(\frac{173 - 18.643}{18.643}\right) = 0.0248 > 0.005 \ldots\ldots\ldots \boldsymbol{0k}$

**∴ Ø = 0.9**

## 4.7.4 Landing design:

$W_R = \frac{28.8}{1.75} = 16.46\ KN/m$




## 4.7.5 Shear Design for Landing:

Take the maximum shear as the support reaction $\boldsymbol{V_u = 56.4\ KN}$

Assume bar diameter Ø14 for main reinforcement.

$d = \boldsymbol{h - 20 - \frac{db}{2}}$

$= 200 - 20 - \frac{14}{2} = 173\ mm$

$Vc = \frac{1}{6}\sqrt{fc'}b_w d = \frac{1}{6} * \sqrt{24} * 1000 * 173 * 10^{-3} = 141.3KN/1\ m\ strip.$

$\emptyset = 0.75 - for\ shear$

$\emptyset Vc = 0.75 * 141.3 = 105.94KN\ /\ 1m\ strip$

$Vu = 56.4\ KN < \ \emptyset\ Vc = 105.94\ KN$

**No shear Reinforcement required. The thickness is adequate enough.**

## 4.7.6 Bending Moment Design:

Take the maximum Moment $\boldsymbol{M_u = 54\ KN.m}$

$$Mn = \frac{Mu}{\emptyset} = \frac{54}{0.9} = 60\ KN.m$$

$$Rn = \frac{M_n}{bd^2} = \frac{60 * 10^6}{1000 * 173^2} = 2.005\ Mpa.$$

$$m = \frac{f_y}{0.85 f_c'} = \frac{420}{0.85 * 24} = 20.59$$

$$\rho = \frac{1}{m}\left(1 - \sqrt{1 - \frac{2 * m * R_n}{420}}\right) = \frac{1}{20.59}\left(1 - \sqrt{1 - \frac{2 * 20.59 * 2.005}{420}}\right) = 5.035 * 10^{-3}$$

$$A_s = \rho bd = 5.035 * 10^{-3} * 1000 * 173 = 871.016\ mm^2$$

$$A_{s,min} = 0.0018bh = 0.0018 * 1000 * 200 = 360\ mm^2$$

$$A_{s,req} = 871.016\ mm^2 > A_{s,min} = 360 mm^2$$

$$A_{s,req} = 871.016\ mm^2\ \ Control$$

Use Ø14then

$$n = \frac{A_{s,req}}{A_{s\emptyset 14}} = \frac{871.016}{153.938} = 5.658 = 6\ \text{bars}$$

$$s = \frac{1}{n} = \frac{1}{5.658} = 0.1767\ m$$

Take 6Ø14 with $A_s = 923.628\ mm^2/\ m\ strip, or\ \emptyset 14\ @\ 17cm$

**Step (s) is the smallest of:**

1. $3h = 3 * 200 = 600\ mm$
2. $450mm$
3. $s = 380\left(\frac{280}{fs}\right) - 2.5Cc = 380\left(\frac{280}{\frac{2}{3} * 420}\right) - 2.5 * 20 = 330mm, but$

$$s \leq 300\left(\frac{280}{\frac{2}{3} * 420}\right) = 300mm. \quad - \boldsymbol{control}$$

$$s = 170\ mm\ < Smax = 300mm \quad - OK$$

**Check for strain:**

According to AC -318-11 (10.3.5), ($\varepsilon_s \geq 0.005$)

$$a = \frac{A_s f_y}{0.85 b f'_c}$$

$$= \frac{923.628*420}{0.85*1000*24} = 19.0158mm$$

$$c = \frac{a}{\mathcal{B}_1}$$

$$c = \frac{19.0158}{0.85} = 22.37\ mm$$

* Note $f'_c = 24\ MPa < 28$ Mpa $\rightarrow \mathcal{B}_1 = 0.85$

$$\varepsilon_s = 0.003\left(\frac{d-c}{c}\right)$$

$$= 0.003\left(\frac{173 - 22.37}{22.37}\right) = 0.02 > 0.005 \ \ldots\ldots\ldots \ \boldsymbol{0k}$$

$$\therefore \emptyset = \mathbf{0.9}$$

## 4.7.8 Temperature and shrinkage reinforcement:

$$\boldsymbol{As, Temperature\ \&\ shrinkage} = \mathbf{0.0018}\boldsymbol{bh} = 0.0018 * 1000 * 200 = 360\ mm^2$$

Use Ø12 then, $n = \frac{\boldsymbol{A_{s,req}}}{\boldsymbol{A_{s\emptyset 12}}} = \frac{360}{113.1} = 3.18$

$$s = \frac{1}{n} = \frac{1}{3.18} = 0.314\ m$$

Take 4Ø12 with $As = 452.4\ mm^2/\ m\ strip, or$ Ø12 @ 300 $mm$

Step (s for $temperature\ \&\ shrinkage$) is the smallest of:

1. $5h = 5 * 200 = 1000mm$
2. $450mm \ - contorl$

$$s = 300\ mm < Smax = 450\ mm \ - OK$$

## 4-8 Design of Column (C 5).

### 4.8.1calculation of Loads act on Column (C5)

Loads acting on columns are obtained from support reaction when analyzing the supported beams.

Loads acting on column (C5) are as follows:

**Dead Load** = (Service Dead reaction from B3 x 4) + ( Self weight of the column x 4)

= (541.42 x4) + ( 0.8 x 0.4 x 3 x 25 x 4) = 2262 kN

**Live Load** =(Service Dead reaction from B3 x 4)

=(255.15 x 4) =901 kN

**Factored loads (Pu)** = 1.4 DL = 1.4 x 2262 = 5213 kN.

OR Pu = 1.2 DL + 1.6 LL = 1.2 x 2262+ 1.6 x 901 = **4156 kN** << Cont.

### 4.8.2Calculation of Required Dimension of Column (C14)

Total load Pu =4156 KN

Pn = 4156 /(0.65) = 6394 KN

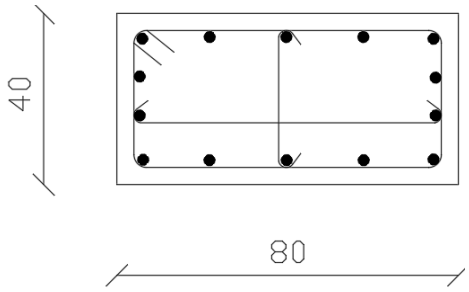
Assume $\rho g = 2.0\ \%$

$Pn = 0.8 * Ag\{0.85 * fc' + \rho g(fy - 0.85fc')\}$

$6394 * 10^{-3} = 0.8 * Ag[0.85 * 24 + 0.02 * (420 - 0.85 * 24)]$

$Ag = 0.28\ m^2$

∴**Select 80*40cm with Ag = 2800 cm².**



- **Check Slenderness Effect :**

For braced system if $\lambda \leq 34 - 12\frac{M1}{M2} \leq 40$ , then column is classified as short column and slenderness effect shall not be considered.

$$\lambda = \frac{Klu}{r}$$

**Where :**

Lu: Actual unsupported (unbraced) length = 8 m

K: effective length factor (K= 1 for braced frame).

R: radius of gyration → for rectangular section = $\sqrt{\frac{I}{A}}$ 0.3 h

**System about X**

$$\rightarrow \lambda = \frac{1 * 8}{0.3 * 0.4} = 66.7$$

$$\lambda \leq 34 - 12(1) = \mathbf{22} \leq 40$$

$\lambda = 66.7 > 22$ ∴ long about X .

**System about Y**

$$\rightarrow \lambda = \frac{1 * 8}{0.3 * 0.8} = 33.3$$

$\lambda \leq 34 - 12(1) = \mathbf{22} \leq 40$

$\lambda = 33.3 > 22$ ∴ long about Y.

∴ Column is Long , So Slenderness effect will not be considered.

## 4.8.3Calculation of Required Reinforcement Ratio

Since Column is short and slenderness effect will not be considered, then Design Strength of column can be calculated using the following equation :

$\phi Pn = 0.65 * 0.8 * Ag\{0.85 * fc' + \rho g(fy - 0.85fc')\}$

Where , Pu =4156 KN

$4156 * 10^3 = 0.65 * 0.8 * 800 * 400\{0.85 * 24 + \rho g(420 - 0.85 * 24)\}$

$\Rightarrow \rho_g = 0.010 > \rho_{min} = 0.01$ & $< \rho_{max} = 0.08$

As req = 0.01 *800 *400 =3200 mm$^2$

Use Φ 18 $>>$ $\#\ of\ bar = \frac{3200}{254} = 12.5$

∴ **Use 14Ø 18 with As = 3556 mm² >As $_{req}$ = 3200mm²**

- **Check spacing between the bars :**

$S = \frac{800-2*40-2*10-5*18}{4} = 152.5\ mm$

S = 152.5 mm $\geq \frac{4}{3}$M.A.S

$\geq 40mm$

$\geq$ 1.5db =27 $mm$

## 4.8.4Determination of Stirrups Spacing

<u>According to ACI :</u>

$S \leq$ 16 db (longitudonal bar diameter)

S $\leq$ 48dt (tie bar diameter).

S $\leq$ Least dimension.

Spacing $\leq 16 \times d_b$(Longitudinal. bar. diameter) $= 16 \times 1.8 = 28.8$cm.

Spacing $\leq 48 \times d_t$(tie. bar. diameter) $= 48 \times 1.0 = 48$cm.

Spacing $\leq$ Least. dim e nsion $= 60$ cm

∴ **<u>Select Ø 10/20cm</u>**

Column (C14) Section is shown in figure(4-11) where bars arrangmenet and stirrups detailing appear :

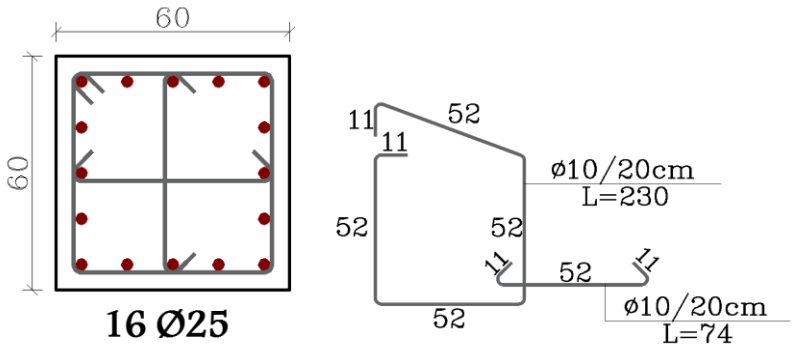



Figure (4-5): C5 Reinforcement Details

## 4.9Design of Shear Wall (SW,1)

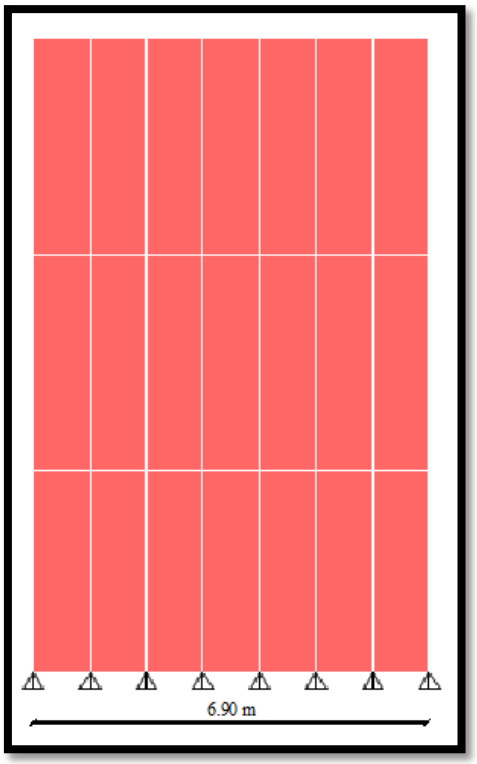



**Fig 4.21:Shear Wall.**

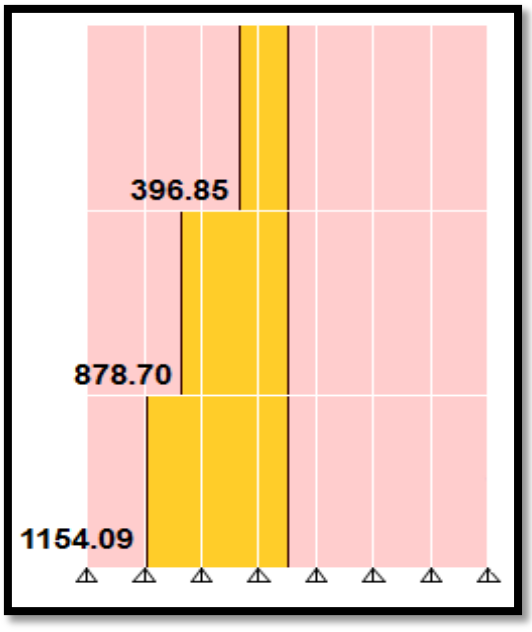



**Fig 4.6: Shear Diagram of Shear Wall.**

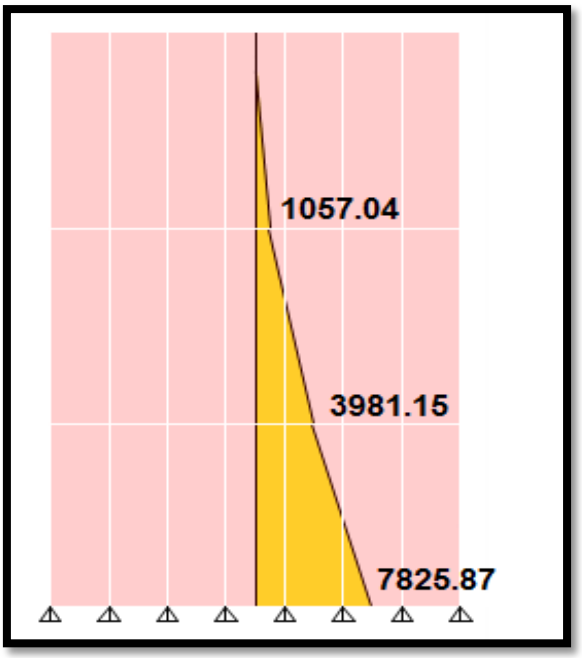



**Fig 4.7: Moment Diagram of Shear Wall.**

✓ **Material and Sections:- (From Shear Wall 1)**

- Shear Wall thickness = h = 25 cm
- Shear Wall length Lw = 7.5 m
- Building height Hw=16.4 m
- Critical section shear :

Lw/2 = 7.5/2 = 3.75 m ….. control

hw/2=16.4/2 = 8.2 m

story height = 4.16 m

→ d =0.8*Lw =0.8*7.5 = 6 m

✓ **Design of Horizontal Reinforcement:-**

Calculation of Shear Strength Provided by concrete Vc:

- Shear Strength of Concrete is the smallest of :

1- $Vc = \frac{1}{6}\sqrt{fc'} \times b \times d$

$= \frac{1}{6}\sqrt{24} \times 250 \times 6000 = \mathbf{1224.74\ kN} \ll$ Controlled

2- $Vc = 0.27\sqrt{fc'} \times h \times d + \frac{Nu \times d}{4Lw}$

$= 0.27\sqrt{24} \times 250 \times 6000 + 0 = 19843.1\ KN$

3- $Vc = \left[0.05 * \sqrt{fc'} + \frac{Lw\left(0.1\sqrt{fc'} + 0.2\frac{Nu}{Lw.h}\right)}{\frac{Mu1}{Vu} - \frac{Lw}{2}}\right] \times h \times d$

Where:

- Mu1= 920.5 kN.m

- $\frac{Mu1}{Vu} - \frac{Lw}{2} = \frac{5137}{2429.9} - \frac{6}{2} = -0.88 < 0$ → This equation is not applicable.

$\therefore Vc =$ 1224.74 kN → $\emptyset Vc = 918.55 <$ Vumax¹ = 2429.9 kN →Horizontal Reinforcement is Required.

$$\rightarrow \text{Vs} = \frac{\text{Vu}}{\emptyset} - \text{Vc} = \frac{2429.9}{0.75} - 918.55 = 2321 \text{ kN}$$

$$\rightarrow \frac{\text{Avh}}{\text{s}} = \frac{\text{Vs}}{\text{fy} * \text{d}} = \frac{2321 * 10^3}{420 * 9000} = 0.921$$

but $\left(\frac{\text{Avh}}{\text{s}}\right)\text{min} = 0.0025 * \text{h} = 0.0025 * 250 = \mathbf{0.625}$

→ Avh : For 2 layers of Horizontal Reinforcement

Select Ø10 :

Avh = 2 *79 = 158 mm²

$\frac{Avh}{s} = 0.921 \rightarrow Sreq = \frac{158}{0.921} = 171.55\ mm$

Smax= Lw/3 = 7500/3 = 2500 mm

= 3h = 3*250 =750mm

$= 45cm \ll$ Controlled.

∴**Select Ø10 @ 150 mm at each side.**

## ✓ Design of Vertical Reinforcement:-

→ Avv = $[0.0025 + 0.5\,(2.5 - \frac{hw}{lw})(\frac{Avh}{Shor*h} - 0.0025)] * h * Sver$

$\frac{hw}{lw} = \frac{16.4}{7.5} = 2.1 < 2.50$

→ $\frac{Avv}{Sver} = [0.0025 + 0.5\,(0.4)(\frac{2*79}{150*250} - 0.0025)] * 250$

∴ $\frac{Avv}{Sver} = 0.711$

Smax= Lw/3 = 7500/3 = 2500 mm

= 3h = 3*250 =750mm

$= 45cm \ll$ Controlled.

Select Ø14 :

Avv = 2 *153.86 = 307.72 $mm^2$

$\frac{Avv}{s} = 0.711 \rightarrow Sreq = \frac{307.72}{0.711} = 432$ mm

∴**Select Ø14 @ 150 mm at each side.**

## 4-10 Design of Footing (F 5).

### ✓ Isolated Footing Design (F1):

### C5

### 1724.5

### 4.10.1 Determination of footing dimensions:

The following parameters are used in design:
Pn=1724.5

$\gamma_{concrete} = 25\ KN/m^3$

$\gamma_{soil} = 18\ KN/m^3$

$\sigma_{allow} = 320\ KN/m^2$

$column\ dimention = 40 * 80$

### 4.10.2Design of footing Area:

$Allowable\ soil\ pressure = 320\ KN/m^2$

Calculating the weight of footing and soil loads:

$assume\ h = 65cm$

$W_{footing} = 0.65 * 25 = 16.25KN/m^2$

$W_{soil} = 0.65 * 18 = 11.7KN/m^2$

$q_{a,net} = \sigma_{allow} - W_{footing} - W_{soil}$

$= 320 - 16.25 - 11.7 = 292.05\ KN/m^2$

$$Area(A) = \frac{Total\ Weight(P_n)}{Soil\ pressure(q_{a,net})}$$

$$= \frac{1724.5}{292.05} = 5.9m^2$$

Assume square footing:

$A = L^2$

$L = \sqrt{A} = \sqrt{5.9} = 2.4m$

$Take\ L = 2.5m$

$A = L^2$

$= 2.5 * 2.5 = 6.25m^2 \dots\dots OK$

$P_n = 1724.5$

$q_u = \frac{P_n}{A}$

$$= \frac{1724.5}{2.5 * 2.5} = 275.92\ KN/m^2$$

## 4.10.3Design of footing:

### 4.10.3.1 Design for One way shear strength:

Assume $h = 50cm$ and $\emptyset 14$ for main reinforcement &7.5 $cm$ cover.

$d = 500 - 75 - 7 = 418mm$

$V_u$ At distance d from the face of support:

$V_u = q_u\, b\left(\frac{l}{2} - \frac{a}{2} - d\right)$

$$= 275.92 * 2.5\left(\frac{2.5}{2} - \frac{0.4}{2} - 0.418\right) = 435.95\ KN$$

$Vc = \frac{1}{6}\sqrt{fc'}\, b_w\, d$

$$= \frac{1}{6} * \sqrt{24} * 2500 * 418 * 10^{-3} = 853.24KN$$

$$\emptyset Vc = 0.75 * 853.24 = 640KN$$

$$\emptyset Vc = 640KN > V_u = 435.95KN$$

- **Safe**

## 4.10.3.2 Design for Two way shear strength:

$$let\ V_u = \emptyset Vc, \emptyset = 0.75$$

$$V_u = 275.92\Big(2.5 * 2.5 - (0.4 + 0.418) * (0.8 + 0.418)\Big) = 1450\ \text{KN}$$

$$\beta = \frac{800}{400} = 2, \qquad \text{b}_\circ = 2(0.8 + 0.418) + 2(0.4 + 0.418) = 4.072\ m$$

$$\alpha_s = 40\ For\ interior\ column$$

$$Vc = \frac{1}{6}\left(1 + \frac{2}{\beta}\right)\sqrt{fc'}\,\text{b}_\circ d \qquad where \quad \frac{1}{6}\left(1 + \frac{2}{2}\right) = 0.333$$

$$Vc = \frac{1}{12}\left(\frac{\alpha_s d}{\text{b}_\circ} + 2\right)\sqrt{fc'}\,\text{b}_\circ d \qquad where \quad \frac{1}{12}\left(\frac{40 * 0.418}{4.072} + 2\right) = 0.508$$

$$Vc = \frac{1}{3}\sqrt{fc'}\,\text{b}_\circ d \qquad where \quad \frac{1}{3} = 0.333 - Control$$

$$Take\ Vc = 0.333\sqrt{fc'}\,\text{b}_\circ d = 0.333\sqrt{24} * 4072 * 418 * 10^{-3} = 2776.73\ KN$$

$$\emptyset Vc = 0.75 * 2776.73 = 2082.55\ KN > Vu = 1450\ \text{KN} \qquad - \ OK$$

## 4.10.3.3 Design of flexure in long direction:

Take steel bars of Ø 16

$$d = 500 - 75 - \frac{16}{2} = 417\ mm$$

$$Mu = 275.92 * 2.5 * 1.05 * \frac{1.05}{2} = 380.25\ KN.m$$

$$Rn = \frac{M_u}{\emptyset bd^2} = \frac{380.25 * 10^6}{0.9 * 2500 * 417^2} = 0.9718\ Mpa.$$

$$\text{m} = \frac{f_y}{0.85 f_c'} = \frac{420}{0.85 * 24} = 20.59$$

$$\rho = \frac{1}{m}\left(1 - \sqrt{1 - \frac{2.m.R_n}{420}}\right) = \frac{1}{20.59}\left(1 - \sqrt{1 - \frac{2 * 20.59 * 0.919}{420}}\right) = 2.372 * 10^{-3}$$

$As = \rho bd = 2.372 * 10^{-3} * 2500 * 417 = 2472.75mm^2$

$A_{smin} = 0.0018bh = 0.0018 * 2500 * 500 = 2250\ mm^2$

$\boldsymbol{A_{s,min}} = 2250\ mm^2 < \boldsymbol{A_{s,req}} = 2472.75\ mm^2$

Take $\boldsymbol{A_{s,req}} = 2472.75\ mm^2$

Use Ø16 , $n = \frac{\boldsymbol{A_{s,req}}}{\boldsymbol{A_{s,Ø16}}} = \frac{2472.75}{201.1} = 12.29$

Take
13 Ø16 $with\ \boldsymbol{A_{prov}} = 2614.3\ mm^2 > \boldsymbol{A_{s,req}} 2472.7mm^2$

$$\boldsymbol{S} = \frac{2500 - 75 * 2 - 13 * 16}{12} = 178.5\ mm$$

take Ø16,@17.5cm

**Step (s) is the smallest of:**

1. $3h = 3 * 500 = 1500\ mm$
2. $450\ mm\ \ - Control$

$S = 175\ mm < Smax = 450\ mm \ldots\ldots\ldots OK$

**Check for strain:**

According to AC -318-11 (10.3.5), ($\varepsilon_s \geq 0.005$)

$a = \frac{A_{sf_y}}{0.85b\ f_c'}$

$= \frac{2614.3*420}{0.85*2500*24} = 21.529mm$

$c = \frac{a}{\mathcal{B}_1}$

$= \frac{21.529}{0.85} = 25.328mm$ * Note $f_c' = 24\ MPa < 28$ Mpa → $\mathcal{B}_1 = 0.85$

$\varepsilon_s = 0.003\left(\frac{d-c}{c}\right)$

$= 0.003\left(\frac{417 - 25.328}{25.328}\right) = 0.0464 > 0.005\ \ldots\ldots\ldots\ \boldsymbol{0k}$

$\therefore$ Ø = **0.9**

## 4.10.3.4 Design of flexure inshort direction:

Take steel bars of Ø 16

$$d = 500 - 75 - 16 - \frac{16}{2} = 401\ mm$$

$$Mu = 275.92 * 2.5 * 0.85 * \frac{0.85}{2} = 249.17\ KN.m$$

$$Rn = \frac{M_u}{\emptyset bd^2} = \frac{249.17 * 10^6}{0.9 * 2500 * 401^2} = 0.688 Mpa.$$

$$\mathrm{m} = \frac{f_y}{0.85 f_c'} = \frac{420}{0.85 * 24} = 20.59$$

$$\rho = \frac{1}{m}\left(1 - \sqrt{1 - \frac{2.m.R_n}{420}}\right) = \frac{1}{20.59}\left(1 - \sqrt{1 - \frac{2 * 20.59 * 0.688}{420}}\right) = 1.668 * 10^{-3}$$

$$As = \rho bd = 1.668 * 10^{-3} * 2500 * 401 = 1672.58\ mm^2$$

$$A_{smin} = 0.0018bh = 0.0018 * 2500 * 500 = 2250\ mm^2$$

$$\boldsymbol{A_{s,min}} = 2250\ mm^2 > \boldsymbol{A_{s,req}} = 1672.58\ mm^2$$

Take $\boldsymbol{A_{s,min}} = 2250\ mm^2$

Use Ø16, $n = \frac{\boldsymbol{A_{s,req}}}{\boldsymbol{A_{s,\emptyset 16}}} = \frac{2250}{201.1} = 11.18$

Take 12 Ø16$with\ \boldsymbol{A_{prov}} = 2413.2\ mm^2 > \boldsymbol{A_{s,min}} =$
$3510\ mm^2$

$$\boldsymbol{S} = \frac{2500 - 75 * 2 - 12 * 16}{11} = 196.18\ mm$$

take Ø16,@19cm

**Step (s) is the smallest of:**

1. $3h = 3 * 500 = 1500\ mm$
2. $450\ mm\ - Control$

$S = 190\ mm < Smax = 450\ mm \ldots\ldots\ldots OK$

**Check for strain:**

According to AC -318-11 (10.3.5), ($\varepsilon_s \geq 0.005$)

$a = \frac{A_s f_y}{0.85 b f'_c}$

$= \frac{2413.2*420}{0.85*2500*24} = 19.87mm$

$c = \frac{a}{\mathcal{B}_1}$

$= \frac{19.87}{0.85} = 23.38mm$ * Note $f'_c = 24\ MPa < 28$ Mpa $\rightarrow \mathcal{B}_1 = 0.85$

$\varepsilon_s = 0.003\left(\frac{d-c}{c}\right)$

$= 0.003\left(\frac{401-23.38}{23.38}\right) = 0.048 > 0.005$ ……. **0*k***

**∴ ∅ = 0.9**

## 4.10.4Design of Dowels:

**Load transfer in footing:**

$\emptyset P_{n,b} = \emptyset(0.85 f'_c\ A_1 \sqrt{\frac{A_2}{A_1}}$

$A_1 = 0.8 * 0.4 = 0.32\ m^2$

$A_2 = 2.5 * 2.5 = 6.25\ m^2$

$\sqrt{\frac{A_2}{A_1}} = \sqrt{\frac{6.25}{0.32}} = 4.42 > 2$ …… $\sqrt{\frac{A_2}{A_1}} = 2$

$\emptyset P_{n,b} = 0.65(0.85 * 24 * 800 * 400 * 10^{-3} * 2) = 8486.4KN > P_u = 2300KN$

**No need for dowels**

**Load transfer in column:**

$A_{s,min} = 0.005 * A_c = 0.005 * 400 * 800 = 1600mm^2$

Take $14\emptyset14$ $with$ $\boldsymbol{A_{prov}} = 1693.3\ mm^2 > \boldsymbol{A_{s,min}} = 1600\ mm^2$

## 4.10.5Development Length:

### 4.10.5.1 Tension development length:

$$Ld_{t,req} = \frac{9}{10} * \frac{f_y}{\Upsilon\sqrt{f_c'}} * \frac{\Psi_e\Psi_s\Psi_t}{\frac{k_{tr}+c_b}{d_b}} * d_b > 300mm$$

$$= \frac{9}{10} * \frac{420}{1\sqrt{24}} * \frac{1*1*0.8}{\frac{0+56}{14}} * 14 = 34.57cm = 345.67\ mm < 300mm$$

$Take\ Ld_{t,req} = 35cm$

$$Ld_{t,available} = \frac{2500-400}{2} - 75 = 975mm$$

$Ld_{t,available}(975mm) > Ld_{t,req}(350\ mm)$

### 4.10.5.2 Compression development length:

$$Ld_{c,req} = \frac{0.24 * f_y}{\sqrt{f_c'}} * d_b > 0.0043 * f_y * d_b > 200\ mm$$

$$\frac{0.24*420}{\sqrt{24}} * 14 = 288.06mm > 0.0043 * 420 * 14 = (252.84mm)$$
$$> 200\ mm \dots\dots\dots OK$$

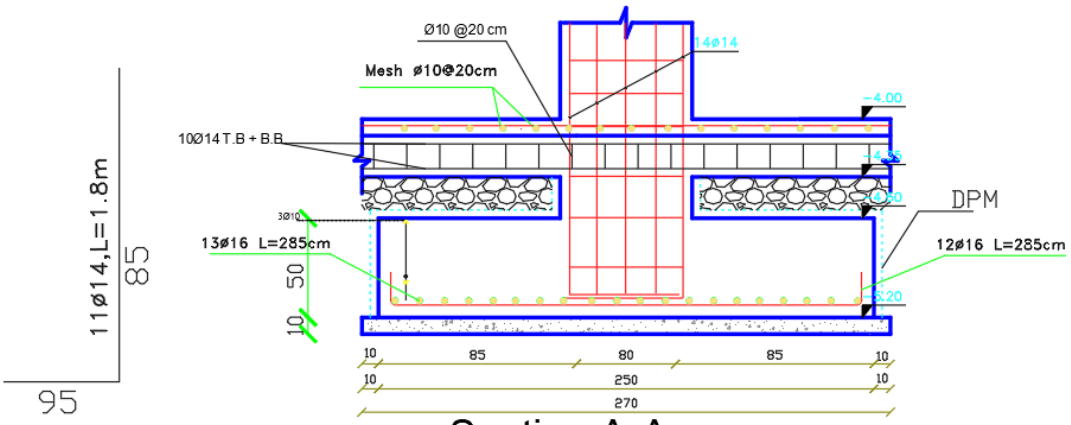
$Ld_{c,available} = 500 - 75 - 16 - 16 - 14 = 379mm > Ld_{c,req}(288.06 > 246.91mm)$

### 4.10.5.3 Lab splice of dowels in column:

$L_{sc} = 0.071 * f_y * d_b$

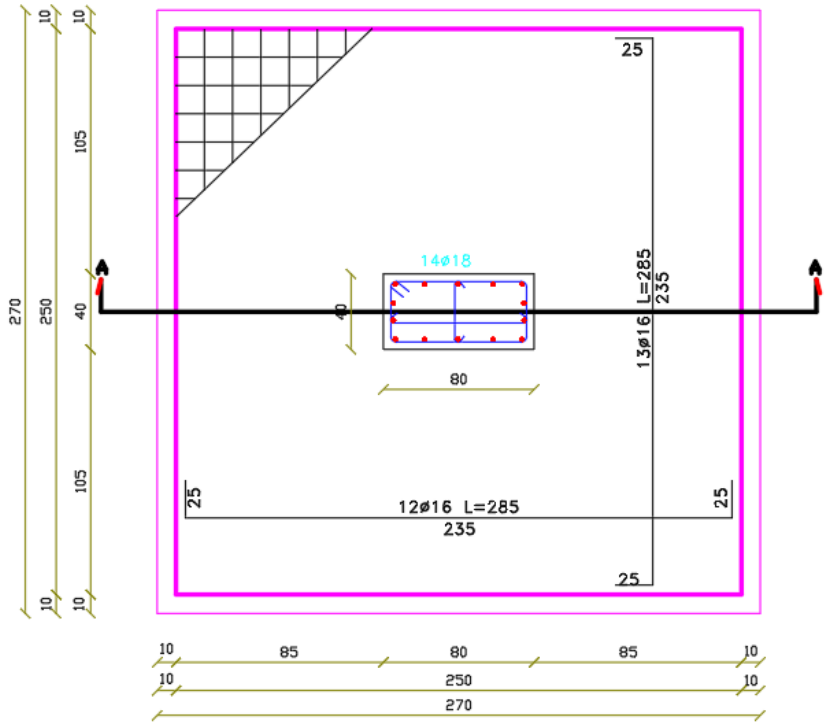
$= 0.071 * 420 * 14 = 417.48mm > 300mm$

$L_{sc} = 450mm$




Section A-A

Scale 1: 25



5

# الفصـــــــــل الخامس

## النتائج والتوصيات

**1-5 مقدمة .**

**2-5 النتائج.**

**3-5 التوصيات.**

## 1-5 مقدمة :-

في هذا المشروع تم الحصول على مخططات معمارية تفتقد إلى الكثير من الأمور, بعد دراسة جميع المتطلبات تم إعداد المخططات المعمارية والمخططات الإنشائية الشاملة للمستشفى المقترح بناؤه في مدينه دورا.
وتم إعداد المخططات الانشائية بشكل مفصل ودقيق وواضح لتسهيل عملية البناء, ويقدم هذا التقرير شرحا لجميع خطوات التصميم المعمارية والانشائية للمبنى.

## 2-5 النتائج :-

1. يجب على كل طالب أو مصمم إنشائي أن يكون قادراً على التصميم بشكل يدوي حتى يستطيع امتلاك الخبرة والمعرفة في استخدام البرامج التصميمية المحوسبة.
2. من العوامل التي يجب أخذها بعين الاعتبار، العوامل الطبيعية المحيطة بالمبنى وطبيعة الموقع وتأثير القوى الطبيعية على الموقع.
3. من أهم خطوات التصميم الإنشائي، كيفية الربط بين العناصر الإنشائية المختلفة من خلال النظرة الشمولية للمبنى ومن ثم تجزئة هذه العناصر لتصميمها بشكل منفرد ومعرفة كيفية التصميم، مع أخذ الظروف المحيطة بالمبنى بعين الإعتبار.
4. القيمة الخاصة بقوة تحمل التربة هي $400KN/m^2$.
5. لقد تم استخدام نظام عقدات المفرغة(Ribbed Slab) في كثير من العقدات نظراً لطبيعة وشكل المنشأ, كما تم استخدام نظام القداة المصمتة ( Solid Slab) في مناطق بيت الدرج، نظراً لكونها أكثر فاعلية من عقدات الأعصاب في تحمل ومقاومة الأحمال المركزة.
6. برامج الحاسوب المستخدمة:-

هناك عدة برامج حاسوب تم استخدمها في هذا المشروع وهي:-

a. AUTOCAD (2007) :- و ذلك لعمل الرسومات المفصلة للعناصر الإنشائية.
b. ATIR:- للتصميم والتحليل الإنشائي للعناصر الإنشائية.
c. Microsoft Office XP:- تم استخدامه في أجزاء مختلفة من المشروع مثل كتابة النصوص والتنسيق وإخراج المشروع, وإعداد الجداول المرافقة للتصميم.

7. الأحمال الحية المستخدمة في هذا المشروع كانت من كود الأحمال الأردني.
8. من الصفات التي يجب أن يتصف بها المصمم، صفة الحس الهندسي التي يقوم من خلالها بتجاوز أية مشكلة ممكن أن تعترضه في المشروع وبشكل مقنع ومدروس.

## 3-5 التوصيات :-

لقد كان لهذا المشروع دور كبير في توسيع وتعميق فهمنا لطبيعة المشاريع الإنشائية بكل ما فيها من تفاصيل وتحاليل وتصاميم, حيث نود هنا ـ من خلال هذه التجربة ـ أن نقدم مجموعة من التوصيات، نأمل بأن تعود بالفائدة والنصح لمن يخطط لاختيار مشاريع ذات طابع إنشائي.

ففي البداية، يجب أن يتم تنسيق وتجهيز كافة المخططات المعمارية، بحيث يتم اختيار مواد البناء مع تحديد النظام الإنشائي للمبنى, ولابد في هذه المرحلة من توفر معلومات شاملة عن الموقع وتربته وقوة تحمل تربة الموقع، من خلال تقرير جيوتقني خاص بتلك المنطقة، بعد ذلك يتم تحديد مواقع الجدران الحاملة والأعمدة بالتوافق والتنسيق التام مع الفريق الهندسي المعماري ويحاول المهندس الإنشائي في هذه المرحلة الحصول على أكبر قدر ممكن من الجدران الخرسانية المسلحة، بحيث تكون موزعة بشكل منتظم أو شبه منتظم في كافة أنحاء المبنى؛ ليتم استخدامها فيما بعد في مقاومة أحمال الزلازل وغيرها من القوى الأفقية.

# المراجع


[1] أ. ك. ب. -. ت. آ. م. -. س.ف.زوكوليي, الدليل الهندسي في تصميم المساكن والمباني في المناطق المدارية, vol. 1, عمان - الأردن: مطبعة الجامعة الأردنية, 1416ه/1996م .

[2]ع. ا. الحاج, "هندسة مدنية," 2022. [Online]. Available: https://sites.google.com/site/handasa003/home/tarykh-alhndste-almdnyte.

[3]ج. ج. ب. -. أ. ج. كابوس, المنشآت الخرسانية المقاومة للزلازل, vol. 2, دار دمشق للطباعة والنشر والتوزيع, 2000 .

[4]كود البناء الأردني, كود الأحمال والقوى, عمان,الأردن: مجلس البناء الوطني الأردني, 2006م.

[5] Minimum Design Loads and Associated Criteria for Buildings and Other Structures (ASCE7-16).

[6] Building code requirements for structural concrete (ACI-318-14), USA: American Concrete Institute, 2014.


تم بحمد الله