جامعة بوليتكنك فلسطين

كلية الهندسة والتكنولوجيا

دائرة الهندسة المدنية

مشروع التخرج

التصميم الانشائي لمستشفى العيون التخصصي في مدينة الخليل

إعداد

روزان "محمد أنور" النتشة

إشراف

د. ماهر عمرو

الخليل – فلسطين

2022

الشكر والتقدير

الحمد لله الذي انار لنا درب العلم والمعرفة وأعانني على اداء هذا الواجب ووفقني الى انجاز هذا العمل، وصل اللهم على خاتم الرسل ومعلم البشرية وهادي الإنسانية، وعلى آله وصحبه ومن تبعهم بإحسان الى يوم الدين، صلاة تقضى بها الحاجات، وترفع بها الدرجات، وتبلغ بها اقصى الغايات، في هذه الحياة وما بعد الممات. أما بعد:

أوجه الشكر الى جامعة بوليتكنيك فلسطين، كلية الهندسة والتكنولوجيا، ودائرة الهندسة المدنية على تخريج الاجيال.
و أتوجه بخالص وأحر الشكر والعرفان الى جميع مدرسينا الكرام وأخص بالذكر مشرفي الدكتور ماهر عمرو.

الإهداء

إلى كل من نقش بجانب اسمه وسام الجهاد بلون العلم أو فداء الوطن أو صنع الخير للعالم.

إلى آباء و أمهات بذلوا الغالي و النفيس ليسقوا بذورا غرسوها بنا منذ ولدنا، و انتظرونا بفارغ الصبر و بأمل بحجم الكون.

إلى من أنبتوا فينا أشجار علم و فائدة، فجعلونا في قلوبهم و علمونا من عظيم الحروف و خير العلوم.

إلى من بنوا فينا قصور أمل و عزيمة من كلام بسيط ذو وقع عظيم.

إلى كل من هم قطع من أرواحنا و يفصل بيننا و بين وصالهم حكم طاغ و عدو.

إلى كل شهيد أفدى الوطن بروحه و روى ثراه بدمائه.

إلى كل أسير يستأصل الصبر و الثبات من نسيم وطنه الذي يتسلل إليه من بين قضبان سجنه.

فهرس المحتويات

الموضوع ..... رقم الصفحة

الشكر والتقدير والاهداء I

فهرس المحتويات II

قائمة الاختصارات List of Abbreviations..... IV

فهرس الاشكال VI

فهرس الجداول..... VIII

الملخص باللغة العربية XI

الملخص باللغة الانجليزية..... X

الفصل 1: المقدمة 1

(1-1) المقدمة..... 2

(2-1) مشكلة المشروع 2

(3-1) أهداف المشروع..... 2

(4-1) اسباب اختيار المشروع 3

(5-1) المسلمات 3

(6-1) فصول المشروع 3

(7-1) إجراءات المشروع 4

(8-1) المخطط الزمني لمراحل عمل المشروع 4

الفصل 2: الوصف المعماري للمشروع 5

(2-1) مقدمة..... 6

(2-2) لمحة عن المشروع..... 6

(2-3) موقع المشروع..... 7

(2-4) أهمية الموقع 8

(2-5) حركة الشمس والرياح..... 8

(2-6) عناصر الحركة في المبنى 9

(2-7) دراسة عناصر المشروع..... 9

(2-7-1) المساقط الأفقية 10

(2-7-2) وصف الواجهات 15

(2-8) وصف المقاطع..... 18

(2-9) وصف الحركة..... 19

الفصل 3: الوصف الإنشائي للمشروع..... 20

(3-1) مقدمة..... 21

(2-3) هدف التصميم الإنشائي 21
(3-3) الدراسات النظرية والتحليل وطريقة العمل..... 21
(4-3) الاختبارات العملية..... 21
(5-3) الأحمال 22
(6-3) العناصر الإنشائية 24
(1-6-3) العقدات أو البلاطات (Slabs) 25
(2-6-3) الجسور (Beams)..... 26
(3-6-3) الأعمدة (Columns) 27
(4-6-3) جدران القص (Shear Wall) 28
(5-6-3) الأساسات (Foundations) 29
(6-6-3) الأدراج (Stairs) 30
(7-3) البرامج الحاسوبية المستخدمة..... 30
الفصل 4: التحليل والتصميم الإنشائي 32
(1-4) مقدمة..... 33
(2-4) الحمل التصميمي Factored Load 33
(3-4) تحديد سماكة العقدة 34
(4-4) الحمل الحي Live load 35
(4-5) تصميم الجزء العلوي من العقدة للمستشفى Desing of topping..... 35
(4-6) تصميم عصب العقدة Design of Rib للمستشفى 38
(4-7) تصميم الجسر للمستشفى Design of Beam..... 46
(4-7) تصميم العمود للمستشفى Design of Column 46
(4-7) تصميم الجدار للمستشفى Design of Wall 46
(4-7) تصميم الأساس للمستشفى Design of Footing 46
(4-7) تصميم الدرج للمستشفى Design of Stair..... 46
الفصل 5 : المصادر والمراجع 70

- **A_c** = Area of concrete section resisting shear transfer.
- **A_s** = Area of non-prestressed tension reinforcement.
- **A_s' =** Area of non-prestressed compression reinforcement.
- **A_g** = Gross area of section.
- **A_v** = Area of shear reinforcement within a distance (S).
- **At** = Area of one leg of a closed stirrup resisting tension within a (S).
- **a** = The distance of the compression zone from the top of the section
- **b** = Width of compression face of member.
- **b_w** = Web width, or diameter of circular section.
- **c** = The distance of the neutral axis from the top of the section.
- **C_c =** Compression resultant of concrete section.
- **C_s** = Compression resultant of compression steel.
- **D.L** = Dead loads.
- **d** = Distance from extreme compression fiber to centroid of tension reinforcement.
- **E_c** = Modulus of elasticity of concrete.
- **f_c** = Compression strength of concrete.
- **f_y** = Specified yield strength of non-prestressed reinforcement.
- **h** = Overall thickness of member.
- **L_n** = 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.
- **L.L** = Live loads.
- **L_w** = Length of wall.
- **M** = Bending moment.
- **M_u** = Factored moment at section.

- $\mathbf{M_n}$ = Nominal moment.
- $\mathbf{P_n}$ = Nominal axial load.
- $\mathbf{P_u}$ = Factored axial load
- $\mathbf{R_n}$ = A strength coefficient of resistance.
- **S** = Spacing of shear or in direction parallel to longitudinal reinforcement.
- $\mathbf{V_c}$ = Nominal shear strength provided by concrete.
- $\mathbf{V_n}$ = Nominal shear stress.
- $\mathbf{V_s}$ = Nominal shear strength provided by shear reinforcement.
- $\mathbf{V_u}$ = Factored shear force at section.
- $\mathbf{W_c}$ = Weight of concrete. (Kg/m^3).
- **W** = Width of beam or rib.
- $\mathbf{W_u}$ = Factored load per unit area.
- X_{III} = the distance of region **III**.
- **Φ** = Strength reduction factor.
- $\boldsymbol{\varepsilon_c}$ = Compression strain of concrete = 0.003mm/mm.
- $\boldsymbol{\varepsilon_s}$ = Strain of tension steel**.**
- $\boldsymbol{\acute{\varepsilon}_s}$= Strain of compression steel.
- **ρ** = Ratio of steel area.

فهرس الاشكال

رقم الشكل	الوصف	رقم الصفحة
الشكل (2-1)	مداخل قطعة الأرض	7
الشكل (2-2)	حركة الشمس والرياح بالنسبة لقطعة الأرض.	8
الشكل (2-3)	المسقط الافقي لطابق التسوية للمستشفى.	10
الشكل (2-4)	المسقط الافقي للطابق الأرضي للمستشفى.	10
الشكل (2-5)	المسقط الافقي للطابق الأول للمستشفى.	11
الشكل (2-6)	المسقط الافقي للطابق الثاني للمستشفى.	12
الشكل (2-7)	المسقط الافقي للطابق الثالث للمستشفى.	13
الشكل (2-8)	الواجهة الشمالية للمستشفى.	14
الشكل (2-9)	الواجهة الجنوبية للمستشفى.	14
الشكل (2-10)	الواجهة الشرقية للمستشفى.	15
الشكل (2-11)	الواجهة الغربية للمستشفى.	15
الشكل (2-16)	مقطع طولي للمستشفى.	18
الشكل (2-17)	مقطع عرضي للمستشفى.	18
الشكل (3-1)	العناصر الانشائية المكونة للمبنى	25
الشكل (3-2)	مقطع لعقدات الطب المفرغ باتجاه واحد	26
الشكل (3-4)	اشكال الجسور	27
الشكل (3-5)	مقطع عمود	28
الشكل (3-6)	جدار قص	29
الشكل (3-7)	قاعدة منفصلة (منفردة).	30
الشكل (3-8)	مقطع عرضي لشكل وتسليح الدرج .	31
الشكل (4-1)	قطاع خلال عقدة باستخدام الطوب المفرغ	35
الشكل (4-2)	تأثير العزم على الجزء العلوي للعقدة	36
الشكل (4-3)	ريب رقم 6 في عقدة الطابق الأرضي للمستشفى.	38

الشكل (4-4)	قطاع خلال بلاطة بسمك 35 سم.	39
الشكل (4-5)	الابعاد والمسافات بين الاعمدة للعصب السادس	41
الشكل (4-6)	ردود الافعال المستخدمة في التصميم	41
الشكل (4-7)	جسر رقم 10 في عقدة الطابق الأرضي للمستشفى.	46
الشكل (4-8)	ردود الأفعال من العصب رقم 7 على الجسر.	47
الشكل (4-9)	ردود الأفعال من العصب رقم 8 على الجسر	47
الشكل (4-10)	الاحمال المؤثرة على B10 والنظام الهندسي للجسر	48
الشكل (4-11)	ردود الأفعال المستخدمة في تصميم الجسر 10 العزم والقص .	49
الشكل (4-12)	قطاع خلال عقدة باستخدام الطوب المفرغ .	50
الشكل (4-6)	ردود الافعال المستخدمة في التصميم	41
الشكل (4-7)	جسر رقم 10 في عقدة الطابق الأرضي للمستشفى.	46
الشكل (4-8)	ردود الأفعال من العصب رقم 7 على الجسر.	47
الشكل (4-9)	ردود الأفعال من العصب رقم 8 على الجسر	47
الشكل (4-10)	الاحمال المؤثرة على B10 والنظام الهندسي للجسر	48
الشكل (4-11)	ردود الأفعال المستخدمة في تصميم الجسر 10 العزم والقص .	49
الشكل (4-12)	قطاع خلال عقدة باستخدام الطوب المفرغ .	50
الشكل (4-13)	Isolated Footing Reinforcement Details	63
الشكل (4-14)	Stairs Top View	64
الشكل (4-15)	Structural system of flight	64
الشكل (4-16)	Section of The Flight	65
الشكل (4-17)	Analysis of the flight	65
الشكل (4-18)	Structural system of landing	67
الشكل (4-19)	Section of The Landing	67
الشكل (4-20)	Analysis of Landing	68
الشكل (4-21)	Reinforcement Details of Stairs	69

فهرس الجداول

رقم الجدول	الوصف	رقم الصفحة
جدول (1-1)	المخطط الزمني لمراحل العمل بالمشروع.	4
جدول (1-3)	الكثافات النوعية للمواد المستخدمة في المشروع.	23
جدول (1-4)	أقل سمك للعقدات باتجاه واحد وللجسور..	34
جدول (4-2)	حساب الحمل الحي على الجزء العلوي للعقدة	36
جدول (4-3)	حساب الحمل الحي على عصب العقدة	40
جدول (4-4)	فحص الانحراف Deflection Check	45
جدول (4-5)	الاحمال على جسر 10	48

فريق العمل

روزان "محمد أنور" النتشة

جامعة بوليتكنك فلسطين - Palestine Polytechnic University

اشراف

د. ماهر عمرو

الملخص

يهدف المشروع الى عمل تصميم انشائي لجميع العناصر الانشائية المكونة لمستشفى من 5 طوابق من ضمنها طابقي التسوية و الروف في الخليل ، بمساحة اجمالية تقدر ب 4034 م2، . وذلك لما للتصميم الانشائي من اهمية فهو من اهم المراحل التي يمر بها المبنى والتي يتم فيها تحديد اماكن الاعمدة و الانظمة الانشائية لمختلف عناصر المبنى وبذلك يتم تحويل المخططات المعمارية الاولية الى مخططات قابلة للتنفيذ .

تتمثل منهجية عمل هذا المشروع على عدة مراحل بدءاً بتفقد الرسومات والمخططات المعمارية للتأكد من عدم وجود اخطاء لربما قد غفل عنها – سهواً – المهندس المعماري ،فتم بعدها وضع وتصحيح اماكن الاعمدة بما يخدم الهدف الانشائي مع مراعاة عدم تأثيرها على توزيع الفراغات داخل المبنى ،ومن ثم تحديد الأحمال الحية والميتة المضافة الى البلاطات ،مما قادنا بدوره الى تحديد الانظمة الانشائية المراد اتباعها بناء على تلك الاحمال وغيرها من العوامل ،وهدفنا الى التنوع فيها بما يخدم الهدف الانشائي ،وبحصر هذه الامور نكون قد وفرنا جميع مستلزمات تصميم العناصر الانشائية داخل المبنى ابتداء من البلاطات وانتهاء بالأساسات

الملخص باللغة الإنجليزية

Structural Design For Eye Specialist Hospital

Done By

Rozan “Muhamad Anwer” Natsheh

Palestine Polytechnic University - جامعة بوليتكنك فلسطين

Supervisor

Dr. Maher Amro

Abstract

This project aims to apply the theoretical knowledge that has been acquired during the years of study through making a complete analysis and design of a 5-story eye specialist hospital with an estimated total area of 4000 m2.

The methodology of this research is represented in several stages, starting with checking the architectural drawings and plans to ensure that there are no architectural errors, then the columns were placed and corrected in a way that serves the construction goal, taking into account that it does not affect the distribution of voids inside the building, and then Determining the live and dead loads added to the slabs, which in turn led us to define the structural systems based on those loads and other factors, and by counting these matters we have provided all the building design requirements from the slabs to the foundations.

الفصل الأول : المقدمة

1..01. المقدمة.

1..02. مشكلة المشروع

1..03. اهداف المشروع.

1..04. أسباب اختيار المشروع.

1..05. المسلمات.

1..06. فصول المشروع.

1..07. إجراءات المشروع.

1..08. المخطط الزمني لمراحل عمل المشروع.

(1-1) المقدمة

يعتمد الوضع الصحي لأي مجتمع على ظروف ذلك المجتمع الاقتصادية والاجتماعية من خلال توفر الإمكانيات المادية والبشرية اللازمة للنهوض به ، ويقاس تطور أي مجتمع بمقدار ما يقدمه هذا المجتمع لمواطنيه من خدمات صحية موزعة بشكل عادل بين جميع الطبقات في ذلك المجتمع .ويعتبر التخطيط وعدم العشوائية أحد أهم سمات الخدمات الصحية الجيدة ، وعلى هذا الأساس يعتبر المجتمع الفلسطيني مجتمعاً ليس بالمتطور في مجال تخطيط الخدمات الصحية المقدمة للمواطنين الفلسطينيين ؛ إذ أن الخدمات الصحية تعاني من ضعف وسوء في التوزيع ، وذلك يعود إلى صعوبة الظروف الاقتصادية والسياسية التي مرت وتمر بها الأراضي الفلسطينية الأمر الذي أثر سلباً على المجتمع الفلسطيني. ولقد كان القطاع الصحي يخضع للسيطرة الإسرائيلية، وكانت الخدمات تتوزع حسب ما تراه السلطات الإسرائيلية مناسباً لها دون دراسة الاحتياجات الفعلية للمجتمع الفلسطيني.

يواجه أهل المدينة مشكلة عدم توفر مستشفيات تخصصية ، مما يجبرهم الى الذهاب الى خارج البلاد للعلاج ، حيث تعتبر المستشفيات الخصوصية أحد أهم الخدمات الصحية الحضرية التي تقدم خدماتها المتطورة من خلال طاقم طبي مختص وموظفين مؤهلين على أعلى طراز،

محور الدراسة في هذا المشروع هو القيام بإجراء التصميم الإنشائي لمستشفى العيون التخصصي المقترح في مدينة الخليل المكون من خمسة طوابق .

(1-2) مشكلة المشروع

تتمثل مشكلة هذا المشروع في التحليل والتصميم الإنشائي لجميع العناصر الإنشائية المكونة لمستشفى العيون تم اعتمادها لتكون ميدانا لهذا المشروع المقترح بناؤه في الخليل، وفي هذا المجال سيتم تحليل كل عنصر من العناصر الإنشائية مثل البلاطات والأعصاب والأعمدة والجسور والأدراج والأساسات والحوائط الحاملة .... الخ. بتحديد الأحمال الواقعة عليها، ومن ثم تحديد أبعادها وتصميم التسليح اللازم لها، مع الأخذ بعين الاعتبار عامل الأمان للمنشأ. تم عمل المخططات التنفيذية للعناصر الإنشائية التي تم تصميمه لإخراج هذا المشروع من حيز الاقتراح إلى حيز التنفيذ.

(1-3) أهداف المشروع

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

1) القدرة على اختيار النظام الإنشائي المناسب للمشاريع المختلفة 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.

(1-4) أسباب اختيار المشروع

تعود اسباب اختيار المشروع الى عدة أمور من أهمها اكتساب المهارة في التصميم للعناصر الانشائية في المباني وفي نفس الوقت لا يكون المشروع معقدا لدرجة تتخطى معرفتنا، حيث نهدف في الاساس الى زيادة المعرفة للنظم الانشائية المتبعة في بلادنا وكذلك الاطلاع على الانظمة الغربية وقليلة الاستخدام لاكتساب المعرفة العلمية المتبعة في تصميم وتنفيذ المشاريع الانشائية التي تواجهنا او قد تواجهنا بعد التخرج في سوق العمل ان شاء الله.

(1-5) المسلمات

هذا وسوف يتم:

1) اعتماد الكود الأمريكي في التصاميم الإنشائية المختلفة (ACI-318M-11) والكود الاردني.
2) استخدام برامج التحليل والتصميم الإنشائي مثل (BEAMD)، (Safe)(Etabs2016) وغيرها.
3) استخدام برامج الحاسوب الأخرى مثل: Microsoft Word،Microsoft PowerPoint .

(1-6) فصول المشروع

يحتوي هذا المشروع على خمسة فصول بالإضافة إلى الملحقات وهي:

الفصل الأول: يشمل المقدمة العامة ومشكلة البحث وأهدافه.

الفصل الثاني: يشمل الوصف المعماري للمشروع.

الفصل الثالث: يشمل وصف العناصر الإنشائية للمبنى.

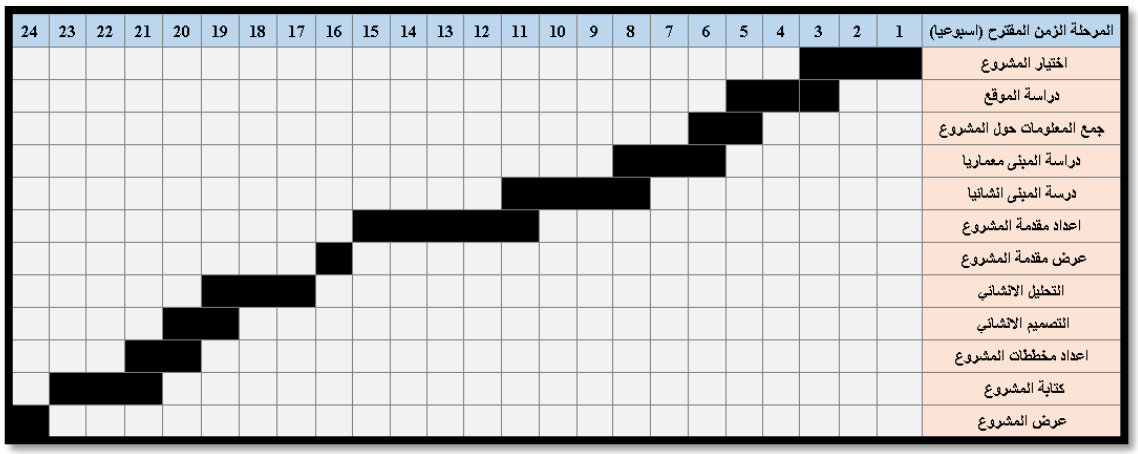
الفصل الرابع: التحليل والتصميم الإنشائي للعناصر الإنشائية.

(1-7) إجراءات المشروع

1) دراسة المخططات المعمارية المقترحة للمشروع كاملةً والتأكد من صحتها من النواحي المعمارية وتوافقها مع أهداف المشروع وخدماته.
2) دراسة المبنى من الناحية الإنشائية واختيار النظام الإنشائي الأنسب لتوزيع العناصر الأساسية لهذا النظام كالأعمدة والجسور والأعصاب بشكل لا يتعارض مع التصميم المعماري الموضوع ويحقق الجانب الاقتصادي وعامل الأمان.
3) تحديد الأحمال الواقعة على مختلف العناصر الإنشائية وتحليل هذه العناصر إنشائياً لتحديد القوى الداخلية المتولدة في العناصر.
4) تصميم العناصر الإنشائية بناءً على نتائج التحليل.
5) التصميم باستخدام برامج التصميم المختلفة.
6) إنجاز المخططات التنفيذية للعناصر الإنشائية التي تم تصميمها ليخرج المشروع بشكله النهائي المتكامل والقابل للتنفيذ.

(1-8) المخطط الزمني لمراحل عمل المشروع

يبين الجدول الملحق رقم (1-1) المخطط الزمني لمراحل العمل بالمشروع وفق الخطوات المقترحة خلال الفصل الدراسي الأول والفصل الثاني من العام الأكاديمي 2022/2021:



جدول (1-1): المخطط الزمني لمراحل العمل بالمشروع.

1.2 مقدمة.

2.2 لمحة عن المشروع.

3.2 موقع المشروع.

4.2 أهمية الموقع.

5.2 حركة الشمس والرياح.

6.2 عناصر الحركة في المبنى.

7.2 دراسة عناصر المشروع.

8.2 وصف المساقط الأفقية.

9.2 وصف الواجهات.

10.2 وصف المقاطع.

11.2 وصف الحركة.

(2-1) المقدمة

تعتبر العمارة أحد أبرز العلوم الهندسية، وهي ليست وليدة هذا العصر، بل هي منذ أن خلق الله تعالى الإنسان الذي أطلق العنان لمواهبه وخواطره، 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 ما بين الخيال والواقع، والنتيجة قد تكون أبنية متناهية البساطة تثير فينا بعض الفضول رغم أنها قد تخبئ لنا العديد من المفاجآت عندما ندخلها ونتفاعل مع تفاصيلها.

إن بساطة المبنى ليست دليلا على بساطة العمل المعماري، بل إن المبنى على الرغم من البساطة قد يخبئ لنا بين ثناياه من الجمال والفن المعماري في أجزاءه الداخلية ما يجعله يتفوق على الكثير من الأبنية الأخرى، فالمبنى مهما كانت وظيفته يكون قد حقق الشروط المعمارية تماما عندما يمزج بين جمال الواجهات الحقيقي وشكل المبنى والوظيفة التي سيؤديها ذلك المبنى وبذلك يكون قد نجح معمارياً لأن المفهوم المعماري لا يقتصر على الشكل فحسب كما يظن البعض، وإنما يحقق الوظيفة أيضاً.

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 التهوية 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 عن المشروع

من خلال التجوال في شارعنا الفلسطيني ، وكشف الغطاء عن همومه، نجد حاجة مجتمعنا الملحة إلى وجود مستشفيات خصوصية للعيون ، نظرا للعجز الطبي ، ويكون الحل بوجود مستشفى عيون تخصصي نموذجي ، يراعي المتطلبات الحديثة لأنظمة الصحة والسلامة العامة.

تتلخص فكرة المشروع في إنشاء مستشفى أو مركز مختص بالعيون ، الذي يتمتع بجميع العيادات التخصصية و عيادات التشخيص العامة ، كما أنه يتمتع بشكل معماري جميل جدا، أضف إلى ذلك كله أنه يحافظ على أداء الوظيفة المرجوة منه بالموازاة مع كل ما يحتويه من اللمسات المعمارية لإبرازها في كثير من المنشآت.

وبعد أن حصلنا على المخططات المعمارية للمشروع، شرعنا في أعمال التصميم الانشائي بعد دراسة تحليلية ومفصلة لتلك المخططات المعمارية، حيث يتكون المشروع من 5 طوابق لمستشفى العيون التخصصي، وتتنوع فيه الخدمات الوظيفية بشكل مناسب مع الحاجة المبتغاة من التصميم.

(2-3) موقع المشروع

عند البدء بتصميم أي مشروع فإنه يجب أخذ جملة من الأمور بعين الاعتبار حتى نحصل في النهاية على مشروع جيد يلبي كل الاحتياجات التي أنشئ من أجلها ،وأيضاً لا يعاني من أي مشكلات أخرى ،وبالتالي نحصل على تناسق بين التصميم المقترح للموقع والعناصر المكونة لذلك الموقع المؤثرة فيه ،لذلك فإنه يجب إعطاء فكرة جيدة عن عناصر الموقع من طبيعة الأرض المقترحة للبناء وارتباطها بالشوارع الرئيسية لتلك المنطقة ،وأيضاً فانه يجب الأخذ بعين الاعتبار وضع المبنى بالنسبة لحركة الشمس من الشروق إلى الغروب وطبيعة الرياح واتجاهها ،أضف إلى ذلك طبيعة المباني المحيطة بالمنشأ نفسه ومدى ارتفاعها.

تقع قطعة الأرض في مدينة الخليل في شارع السلام تحديداً بالقرب من كازية الأنصار بمساحة 2.5 دونم، حيث أن موقعها الجغرافي ممتاز كونها واقعة على شارع رئيسي يسهل الوصول إليها من جميع أهالي مدينة الخليل و قراها .

خريطة (1.5.3.4): مداخل قطعة الأرض

المصدر:(GIS)

شكل (2-1)

(2-4) أهمية الموقع

تتمتع هذه المنطقة بموقع متميز على المستوى الجغرافي والحيوي ووجود هذه المنشآت فيها يزيد من حيوية المنطقة. والمميزات التي توافرت في موقع هذا المشروع تم مراعاتها وهي على النحو الآتي:

1) حاجة المنطقة إلى مثل هذا المشروع.
2) توفر قطعة أرض بمساحة تستوعب حجم المشروع.
3) حيوية المنطقة.
4) سهولة الوصول إلى الموقع كون المشروع واقع على الشارع الرئيسي.
5) احتفاظ الموقع بمميزات طبيعية تؤهله لاحتواء المشروع.

(2-5) حركة الشمس والرياح

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، كما ويوفر الانارة الطبيعية للمبنى.

للرياح تأثير كبير على المباني، فهي تعد حمل أفقي يؤثر على جدران المبنى، وبالتالي على الهيكل الإنشائي له فيجب مراعاة تأثير الرياح على المبنى ليتم تصميمه بشكل يلبي شروط التصميم المتعلقة بالتهوية.

الشكل (2-2) يوضح تأثير هذه العوامل حيث تبدو حركة الشمس ظاهره حيث تغطي معظم أجزاء المبنى منذ شروقها وحتى غروبها.

الشكل (2-2) يوضح حركة اشعة الشمس

المصدر :www.meteoblue.com

(2-6) عناصر الحركة في المبنى

تأخذ الحركة أشكالاً عدة سواء من داخل المستشفى إلى خارجه أو بالعكس، حيث تقع طوابق المستشفى على مستويات مختلفة فوق و تحت مستوى سطح الأرض، وتتنوع أشكال الحركة إلى أفقية في المستوى الواحد من خلال الممرات والمساحات الفارغة تسمح بحركة الزوار و الأسرة لنقل المريض من مكان لآخر، حيث تتناسب الحركة مع وظيفة الفراغ، وأيضاً الحركة الرأسية من خلال الأدراج والمصاعد الكهربائية التي تربط بين الطوابق المختلفة و مركز التعقيم ذو العلاقة المباشرة بغرف العمليات .

1) الأدراج

لقد تم تزويد المستشفى بثلاثة أدراج رئيسية ، حيث تم رصد الموقع المناسب لهم على مساحة هذا المبنى لكي يخدم كل المبنى، وتتميز هذه الادراج بموقعها المناسب للمساحات التي سيخدمونها، إضافة إلى وقوعهم بالقرب من أماكن الحركة الرئيسية للتنقل بين الأقسام المختلفة، أضف إلى ذلك أنهم واضحين للجميع ولا يحتاج إلى الإرشاد حتى يستدل عليهم.

2) الممرات

يتمتع المشروع بمساحات جيدة لأغراض الممرات بين الأقسام والغرف المختلفة، كما أن شكل المبنى يعطي فرصة جيدة لتوفر مثل هذه الممرات التي توفر الحركة الأفقية في المبنى وصولاً إلى الأدراج والمصاعد.

3) المصاعد

لقد تم تزويد المستشفى بثلاثة مصاعد مرافقين للأدراج مما وفر لهما الموقع المناسب بالقرب من أماكن الحركة الرئيسية للتنقل بين الأقسام المختلفة، أضف إلى ذلك أنها مرئية للجميع ولا تحتاج إلى الإرشاد حتى تستدل عليها.

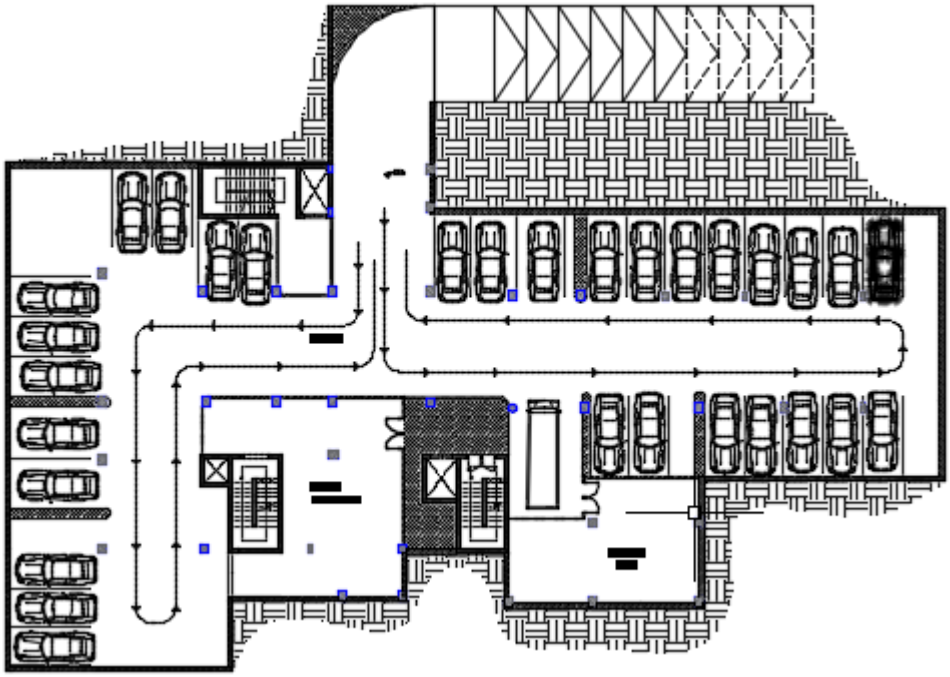
(2-7) دراسة عناصر الموقع

(2-7-1) المساقط الافقية

يتكون المشروع من خمسة طوابق بما فيها التسوية و الروف، بحيث يحتوي كل طابق على العديد من الاقسام اللازمة والفعاليات الخاصة به.

1) **طابق التسوية للمستشفى (Basement floor for Hospital) بمساحة 1550 متر مربع**

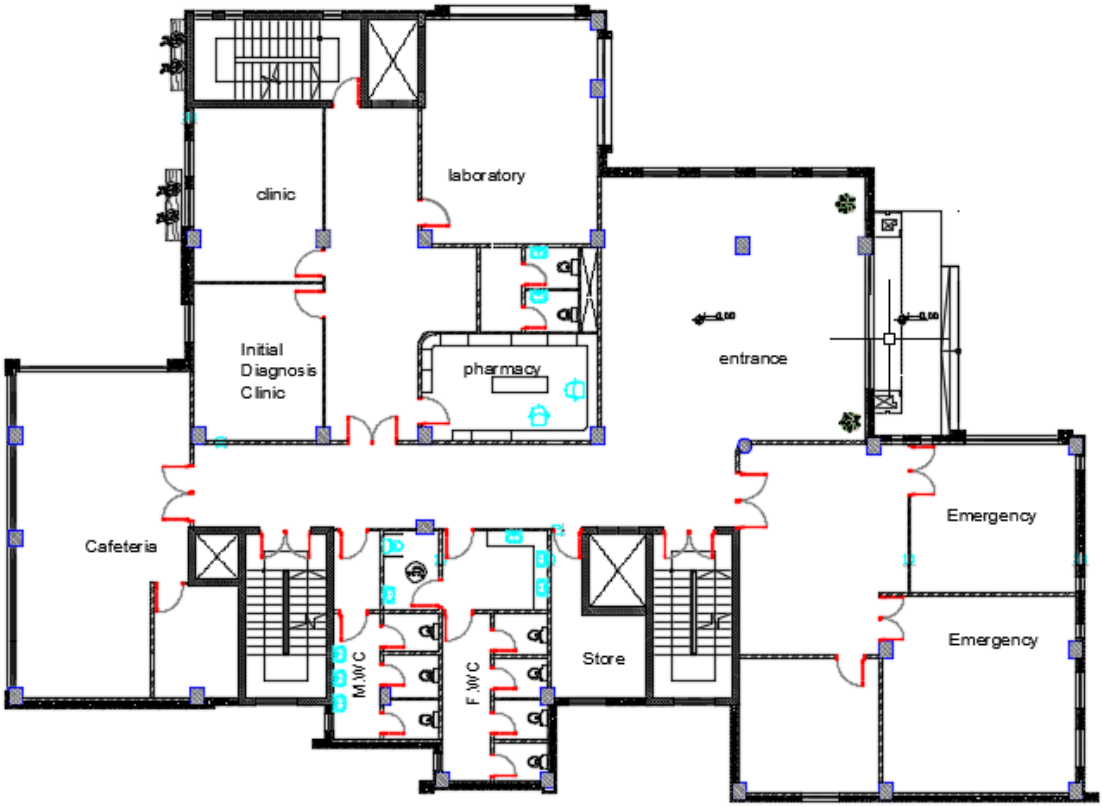
ويتكون من كراج للسيارات و غرفة التعقيم المركزي و من مخزن للأدوية كما يظهر في الشكل (2-3)



شكل (2-3) طابق التسوية للمستشفى

2) **الطابق الأرضي للمستشفى (Ground floor for Hospital) بمساحة 763 متر مربع**

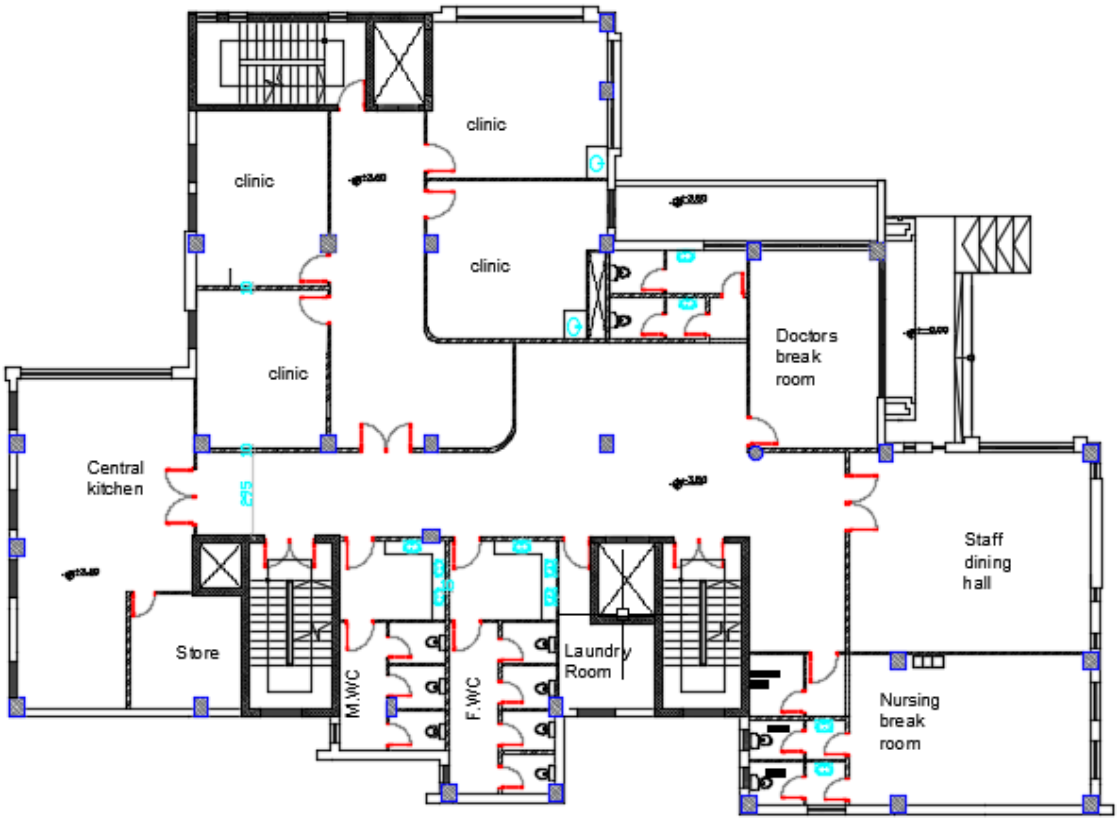
يتكون هذا الطابق من مختبر ، عيادة ، صيدلية ، عيادة التشخيص الأولي و غرفتين للطوارئ ، حمامات و مخزن كما يظهر بالشكل (2-4)



شكل (2-4) الطابق الأرضي للمستشفى

3) **الطابق الأول للمستشفى (First floor for Hospital) بمساحة 740 متر مربع**

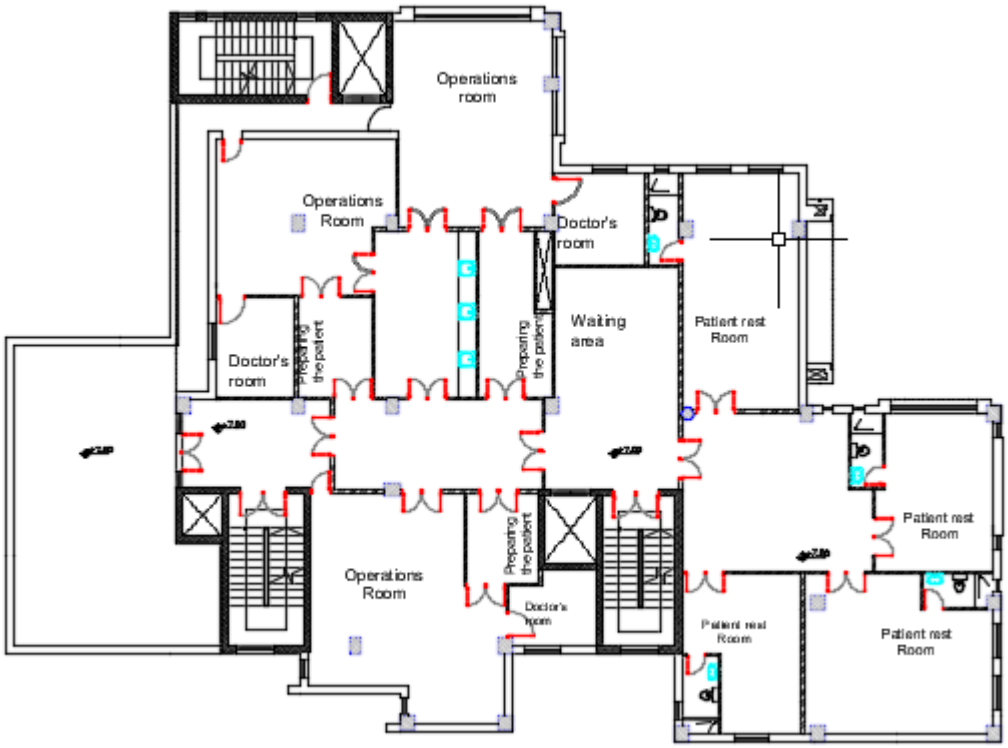
يتكون هذا الطابق من أربع عيادات ،غرفة استراحة الأطباء ،غرفة استراحة التمريض ،قاعة طعام الموظفين ، مطبخ مركزي ،غرفة غسيل ،حمامات و مخزن كما يظهر في الشكل (2-5)



شكل (2-5) الطابق الأول للمستشفى

4) **الطابق الثاني للمستشفى (Second floor for Hospital) بمساحة 657 متر مربع**

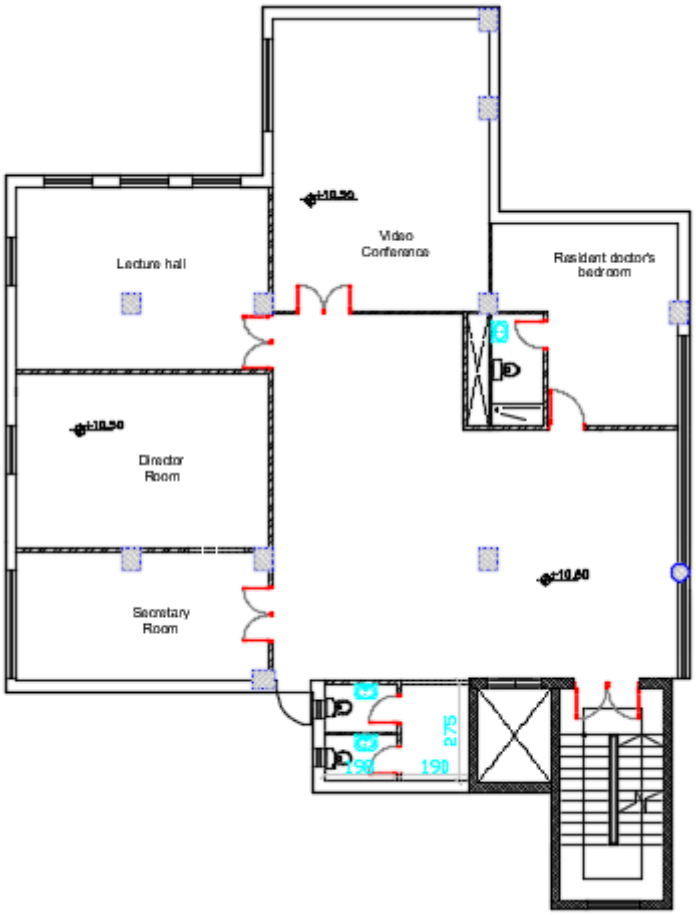
يتكون هذا الطابق من 4 غرف استراحة للمريض ،3 غرف تجهيز المريض ،3 غرف عمليات ، 3 غرف للطبيب كما يظهر في الشكل (2-6)



شكل (2-6) الطابق الثاني للمستشفى

5) الطابق الثالث للمستشفى (Third floor for Hospital) بمساحة 326 متر مربع

يتكون هذا الطابق من غرفة المدير ،سكرتاريا المدير ،قاعة المحاضرات ،فيديو كونفرنس و غرفة نوم الطبيب المقيم كما يظهر بالشكل (2-7)



شكل (2-7) الطابق الثالث للمستشفى

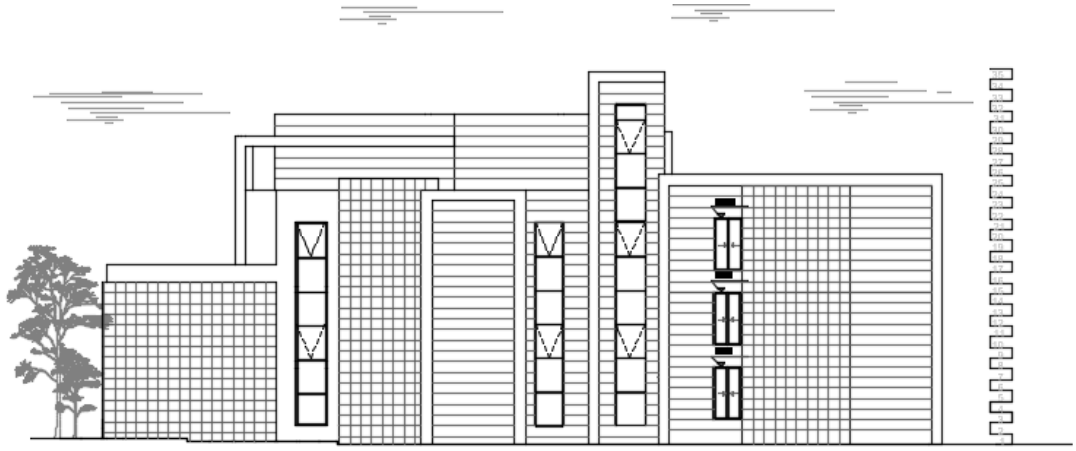
(2-7-2) الواجهات

إن الواجهات المنبثقة عن أي تصميم تعطي الانطباع الأولي عن المبنى، حيث يظهر من خلال التصميم المعماري لواجهات هذا المشروع استخدام الطراز الحديث والتكنولوجيا الحديثة من خلال وجود تداخل في الكتل الرأسية والأفقية واستخدام الكتل الزجاجية الكبيرة المكونة من الألمنيوم والزجاجية بطريقة تسمح بتوفير الإضاءة و التهوية المناسبة للفراغات الداخلية و كذلك إضافة الكواسر الشمسية للتخفيف من أشعة الشمس المباشرة.

كما أن المواد الرئيسية التي تم استخدامها في عملية البناء هي الخرسانة المسلحة، الخرسانة العادية، وحجر البناء. شريطة مناسبتها لشروط مقاومة الظروف الجوية وتوفير عنصر الجمال.

1) الواجهة الشمالية للمستشفى

تظهر هذه الواجهة كافه التفاصيل المعمارية وتعدد أنظمة الفتحات المستخدمة ومستويات البناء المختلفة للطوابق، والذي يعطي المبنى المنظر الجمالي الرائع فضلاً عن تعدد أنظمة الفتحات المستخدمة، كما تظهر عناصر الحركة الرأسية للمبنى في هذه الواجهة كما هو موضح في شكل (2-9).



شكل (2-8) الواجهة الشمالية للمستشفى

2) الواجهة الجنوبية للمستشفى

ويظهر فيها كافة التفاصيل المعمارية من شبابيك وحجر البناء وتعدد أنظمة الفتحات المستخدمة ومستويات البناء المختلفة للطوابق. كما هو موضح في شكل (2-9).

شكل (2-9) الواجهة الجنوبية للمستشفى

3) الواجهة الشرقية للمستشفى

تتشابه هذه الواجهة مع الواجهات السابقة من حيث إخراجها المعماري، والذي يعطي المبنى المنظر الجمالي فضلاً عن تعدد أنظمة الفتحات المستخدمة، حيث ويظهر فيها كافة التفاصيل المعمارية من شبابيك وحجر البناء ومستويات البناء المختلفة للطوابق كما هو موضح في الشكل (2-10).

شكل (2-10) الواجهة الشرقية للمستشفى

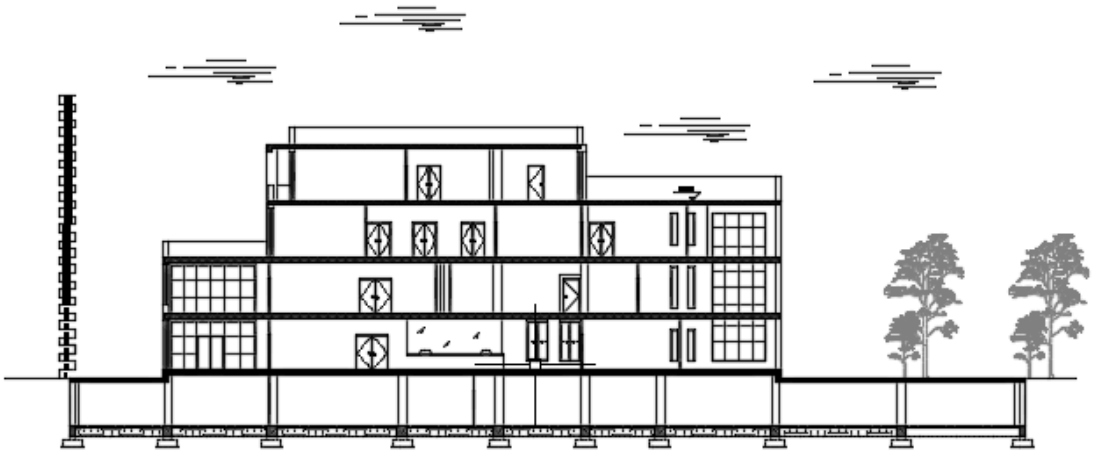
4) الواجهة الغربية للمستشفى

تعتبر هذه الواجهة الرئيسية للمشروع وهي تمتلك هذا الوصف لأنها تمتلك الإطلالة الكاملة للمبنى ومدخله الرئيسي ، وكافه التفاصيل المعمارية وتعدد أنظمة الفتحات المستخدمة ومستويات البناء المختلفة للطوابق، وتضم هذه الواجهة تصورا جيدا عن حجم المشروع للناظر كما أنها تبرز المدخل الرئيسي الذي يدفع المقبل على المبنى إلى التوجه إليه دون الحاجة إلى إشارة أو دليل، وتتضح عناصر الحركة الرأسية للمبنى في هذه الواجهة ، كما هو موضح في الشكل (2-11).

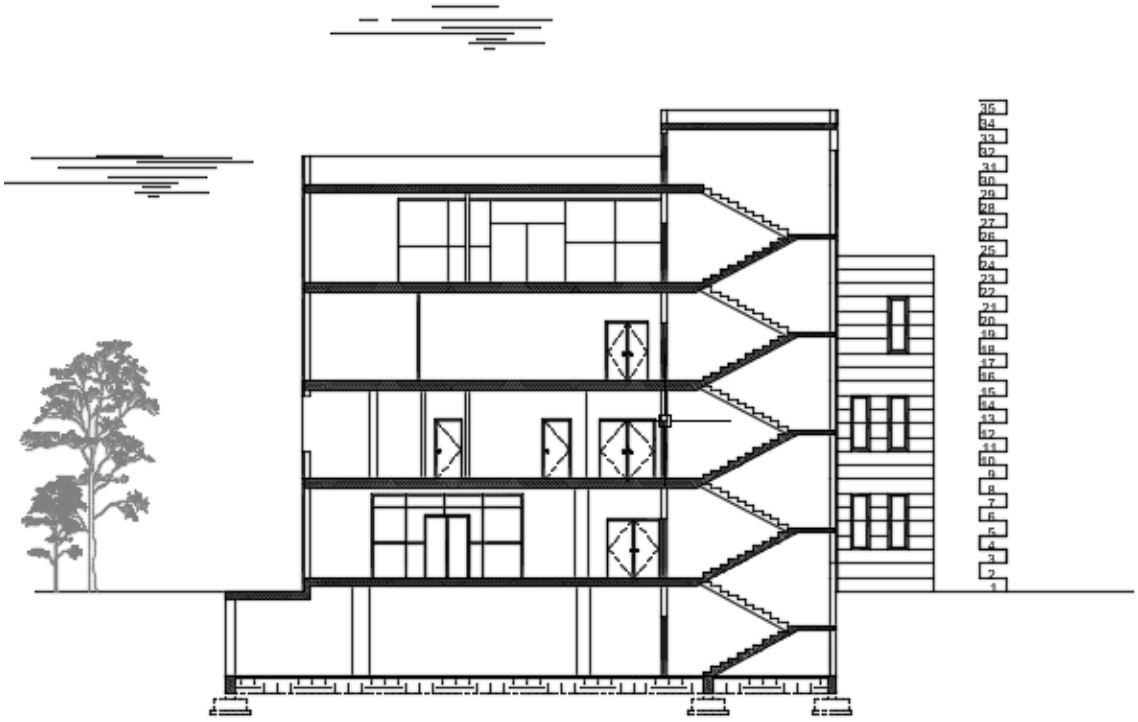
شكل (2-11) الواجهة الغربية للمستشفى

(2-7-3) المقاطع

1) يبين الشكل (2-16) والشكل (2-17) المقطع الطولي والعرضي للمدرسة الذي يوضح التقطيع الداخلي والحركة الافقية والراسية داخل المبنى.



شكل (2-16) مقطع طولي للمدرسة



شكل (2-17) مقطع عرضي للمدرسة

(2-9) وصف الحركة

تأخذ الحركة أشكالا عدة، سواء من الخارج أو من الداخل، فالحركة من الخارج الى الداخل تتم بشكل سلس ويمكننا الوصول للمبنى من عدة أماكن مثل: الدرج ، وهذا بدوره يتيح حرية الدخول والخروج من والى المبنى، أما بالنسبة للحركة داخل المبنى فتقسم إلى حركة أفقية داخل الطابق الواحد، وحركة رأسية ما بين الطوابق المختلفة . فالحركة في الطابق الأرضي تأخذ شكل خطي في الممرات، بالإضافة إلى الحركة الراسية بين الطوابق فإنها تتم من خلال الأدراج والمصاعد الكهربائية المتوفرة في أماكن متعددة في المبنى، وهذا بدوره يسهل الحركة الأفقية داخل الطوابق والحركة الرأسية بينهم.

1.3 مقدمة.

2.3 هدف التصميم الإنشائي.

3.3 الدراسات النظرية والتحليل وطريقة العمل.

4.3 الاختبارات العملية.

5.3 الأحمال.

6.3 العناصر الإنشائية.

7.3 البرامج الحاسوبية المستخدمة

(3-1) المقدمة

لأي مشروع يجب أن يكون هناك وصف متكامل له حتى تكون الصورة واضحة تماما للمشروع المراد إنشاؤه، فبعد الانتهاء من الفصل الثاني يصل بنا المطاف إلى مرحلة تعد من أهم المراحل التي تمر خلال تنفيذ أي مشروع والمقصود مرحلة التصميم الإنشائي.

إن الغرض من عملية تصميم المنشآت، هو ضمان وجود مزايا التشغيل الضروري فيها، مع احتواء العناصر الإنشائية على أبعاد أكثر ملائمة من الناحية الاقتصادية، بالإضافة إلى توفير عامل مهم وهو الأمان. لذا لا بد من تحديد الهياكل الإنشائية التي يشملها المشروع لأجل اختيار العناصر الأنسب وذلك لعمل مقارنات بين الأنواع المختلفة لهذه العناصر بحيث تحقق العاملين السابقين إضافة إلى عدم التضارب مع المخططات المعمارية الموضوعة، ولذلك فإن هذا يتطلب وصفاً شاملاً للعناصر الإنشائية المكونة للمشروع التي سيتم التعامل معها وتصميمها لاحقاً في بنود هذا المشروع من أجل الوصول إلى تصميم إنشائي كامل. وفي هذا الفصل سوف يتم وصف العناصر الإنشائية المكونة للمشروع.

(3-2) هدف التصميم الانشائي

إن الهدف العام من التصميم الإنشائي لأي مشروع هو الحصول على مبنى آمن من جميع النواحي الهندسية والإنشائية، ومقاوم لجميع المؤثرات الخارجية من زلازل ورياح وثلوج وهبوط التربة، أي أن يتحمل جميع الأحمال الواقعة عليه سواء الأحمال المباشرة أو غير المباشرة، وفي نفس الوقت الحفاظ على صلاحية الاستخدام البشري له مع مراعاة التكلفة الاقتصادية. ولهذا فإن التصميم الإنشائي الذي يراد القيام به في مشروعنا هو تصميم المقاطع الإنشائية للعناصر الحاملة بتطبيق الكود الأمريكي (ACI 318M-11)، ولتحديد أحمال الزلازل فسيتم استخدام (ASCE-7-10)، واستخدام الكود الأردني للأحمال لتحديد الأحمال الميتة والحية. وباستخدام مجموعة من البرامج الحاسوبية لإتمام المشروع بشكل متكامل ومترابط والحصول في النهاية على مبنى مقاوم لمختلف القوى الواقعة علية وتقديم مخططات تنفيذية متكاملة للمشروع.

وبالتالي يتم تحديد العناصر الإنشائية بناء على:

1. عامل الأمان (Factor of Safety): يتم تحقيقه عبر اختيار مقاطع للعناصر الإنشائية قادرة على تحمل القوى والإجهادات الناتجة عنها.
2. التكلفة (Cost): يتم تحقيقها عن طريق مواد البناء ومقاطع مناسبة التكلفة وكافية للغرض الذي ستستخدم من أجله.
3. حدود صلاحية المبنى للتشغيل (Serviceability) من حيث تجنب أي ترخيم زائد (Deflection) وتجنب التشققات (Cracks) التي تؤثر سلباً على المنظر المعماري المطلوب.
4. الشكل والنواحي الجمالية للمنشأ.

(3-3) الدراسات النظرية والتحليل وطريقة العمل

تعتبر الدراسة النظرية جزء رئيسيا مهما يجب القيام به لإتمام عملية التحليل والتصميم، حيث أنه من خلالها يمكن الوصول إلى أفضل ما يكون من عمليات التحليل، لذلك يجب دراسة العناصر الإنشائية بشكل جيد وتحديد الأحمال الواقعة على كل عنصر للوصول إلى التصميم المطلوب والآمن وطريقة العمل المناسبة.

(4-3) الاختبارات العملية

من أهم الاختبارات العملية اللازمة قبل القيام بتصميم أي مشروع إنشائي هو إجراء فحوصات للتربة لمعرفة قوة تحملها ومواصفاتها ونوعها، ومعرفة منسوب المياه الجوفية وعمق الطبقة التأسيسية المناسبة لوضع الأساسات، ويتم ذلك بعمل ثقوب استكشاف في التربة بأعداد وأعماق مدروسة، وأخذ العينات المستخرجة من أرض الموقع لعمل فحوصات التربة اللازمة عليها. ومن أهم النتائج التي نحتاجها من هذه الاختبارات:

مقدار قوة تحمل التربة للأعمال الواقعة عليها من المبنى ومقدار الضغط الجانبي المؤثر على الجدران الجانبية الاستنادية والذي يعتمد على نوع التربة، ولقد تم اعتماد قوة تحمل التربة $q_{allowable} = 350\,\mathrm{kN/m^2}$

(5-3) الاحمال

الأحمال هي مجموعة القوى التي تؤثر على المنشأ والتي يتم تصميم المنشأ ليتحملها. إن أي مبنى يتعرض لعدة أنواع من الأحمال يجب حسابها بدقة عالية لأن أي خطأ في عملية حساب الأحمال ينعكس سلباً على التصميم الإنشائي للعناصر الإنشائية المختلفة، وفي هذا الفصل سوف نتطرق إلى كل حمل من هذه الأحمال على حده لنبين تأثيره على المنشأ وكيفية التعامل معه. ويمكن تصنيف الأحمال المؤثرة على أي منشأ كالتالي:

1)الأحمال الميتة (Dead Loads)

وهي الأحمال المستقرة والثابتة مع ثبات المنشأ الناتجة عن الجاذبية وتنقسم الى قسمين: الأحمال التي تأتي من العناصر الانشائية الخاصة بتشطيب المبنى، والأحمال القادمة من أوزان العناصر الإنشائية بذاتها كالبلاطات والجسور والأعمدة والأساسات وغيرها، ويتم معرفة هذه الأحمال من خلال أبعاد وكثافات المواد المستخدمة في العناصر الإنشائية.

ويدخل ضمن تعريف الأوزان الذاتية للمنشأ الخرسانة المستخدمة وحديد التسليح والجدران الخارجية، وأعمال الأرضيات، ومواد العزل، والحجارة المستخدمة في تغطية المبنى من الخارج، والقصارة والتمديدات الكهربائية والصحية والأتربة المحمولة. والجدول رقم (3- 1) يوضح الكثافات النوعية لكل المواد المستخدمة حسب كود الأحمال والقوى الأردني.

المادة (Material)	الكثافة النوعية(KN/m^3) Weight
الحوائط الخارجية	
الخرسانة العادية (Plain Concrete)	23
الطوب الأسمنتي المفرغ(Hollow Block 7cm)	15
حجر البناء الحجر الجيري (stone)	27
العقدات(البلاطات)	
البلاط (Tile)	27
المونة الأسمنتية (Mortar)	22
الرمل (Sand)	17
القصارة (Plaster) لجميع العناصر الانشائية	22
الطوب الأسمنتي المفرغ (Hollow Block 27cm)	12.5
الخرسانة المسلحة (Reinforced Concrete)	25

جدول (3-1): الكثافات النوعية للمواد المستخدمة في المشروع.

2)الأحمال الحية (Live Loads):

هي الأحمال التي تتعرض لها الأبنية والإنشاءات بحكم استعمالاتها المختلفة، وتحدد الأحمال الحية على أي جزء من المنشأ تبعا لوظيفة الاستثمار لهذا الجزء، وعادة تحدد كودات البناء المعمول بها في كل بلد الأحمال الحية الدنيا الواجب اعتمادها في التصميم بما في ذلك الأحمال الموزعة والمركزة، وأحمال القصور الذاتي، وسيتم اعتماد الكود الأردني للحصول عليها خلال هذا البحث، ويمكن تصنيفها كالتالي:

1. الأحمال الديناميكية: مثلا الأجهزة التي ينشأ عنها اهتزازات تؤثر على المنشأة.
2. الأحمال الساكنة: والتي يمكن تغيير أماكنها من وقت إلى آخر، كأثاث البيوت والقواطع والأجهزة الكهربائية، والآلات الإستاتيكية غير المثبتة، والمواد المخزنة.

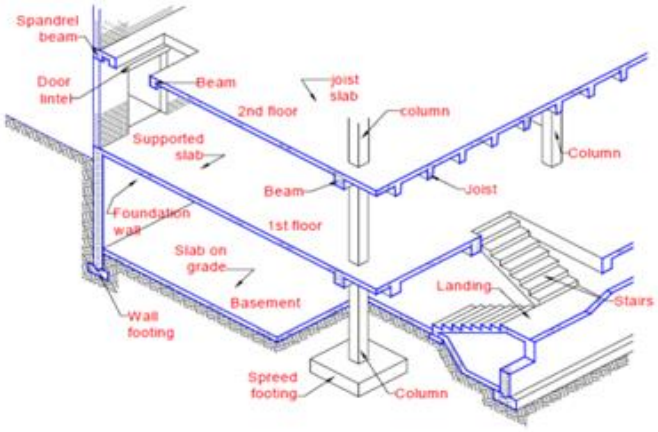
3. أحمال الأشخاص: وتختلف باختلاف استخدام المبنى ويؤخذ بعين الاعتبار العامل الديناميكي في حالة وجوده، مثلاً في الملاعب والصالات والقاعات العامة.
4. أحمال التنفيذ: وهي الأحمال التي تكون موجودة في مرحلة تنفيذ المنشأ مثل الشدّات الخشبية والرافعات.

(3-6) العناصر الانشائية

تتكون جميع المباني عادة من مجموعة من العناصر الإنشائية التي تتكاثف لكي تحافظ على استمرارية وجود المبنى وصلاحيته للاستخدام البشري، ومن أهم هذه العناصر:

1) الأساسات (Foundations).
2) الأعمدة (Columns).
3) الجسور (Beams).
4) العقدات (Slabs).
5) جدران القص (Shear walls).
6) الأدراج.(Stairs)
7) الجدران الحاملة (Bearing Walls).
8) فواصل التمدد (Expansion Joints).

يوضح الشكل (3- 1) بعض العناصر الإنشائية الموجودة في المبنى:



)**: العناصر الانشائية المكونة للمبني.-31(الشكل**

(3-6-1) العقدات او البلاطات (Slabs)

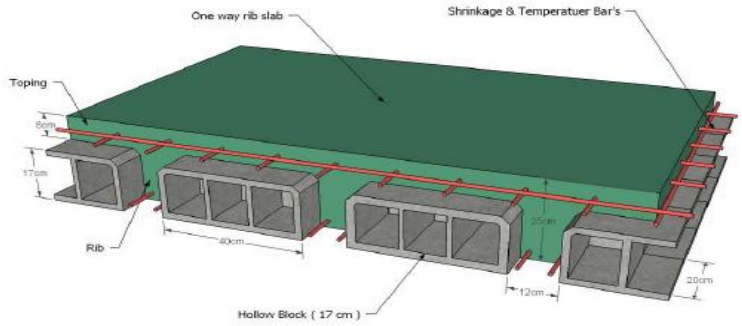
العقدات عبارة عن العناصر الإنشائية القادرة على نقل القوى الرئيسية بسبب الأحمال المؤثرة عليها إلى العناصر الإنشائية الحاملة في المبنى مثل الجسور والجدران والأعمدة، ونظراً لوجود العديد من الفعاليات في هذا المشروع، وتنوع المتطلبات المعمارية تم اختيار أنواع معينة من العقدات حسب ما هو ملائم لطبيعة الاستخدام، والذي سيوضح في التصاميم الإنشائية في الفصول اللاحقة، وفيما يلي بيان لهذه الأنواع:

1. **العقدات باستخدام الطوب المفرغ Ribbed Slabs**

هذا النوع من العقدات يقسم إلى قسمين هما:

أ-عقدات الطوب المفرغ في اتجاه واحد(One Way Ribbed Slabs):

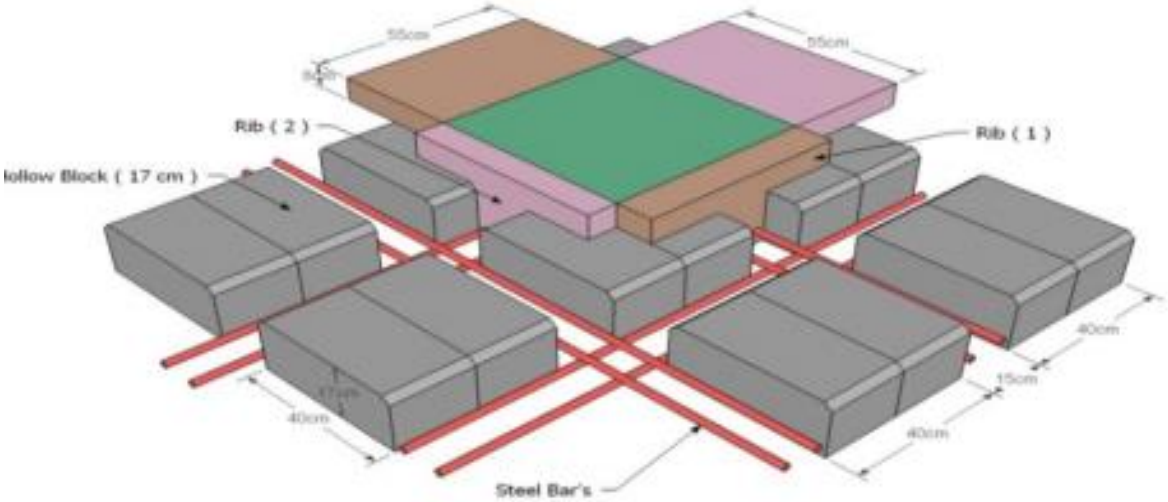
يعد هذا النوع الاكثر شيوعا في البلاد وعادة ما تستخدم عندما تتخذ العقدة شكلا مستطيلا، وفي الاغلب الاعم ما تكون الجسور مسحورة، وتتكون من صف من الطوب يليه العصب يعلوهما عقدة مصمتة بسمك صغير نسبيا كما يوضح الشكل رقم (3-2)، ويكون التسليح باتجاه واحد، وتم استخدام هذه البلاطات في جميع طوابق هذا المشروع؛ وذلك لخفة وزنها وفعاليتها.



)): مقطع لعقدات الطوب المفرغ في اتجاه واحد.-32(الشكل

ب- عقدات الطوب المفرغ في اتجاهين (Tow Way Ribbed Slabs):

تستخدم في حالة المساحات الكبيرة نسبيا خاصة عندما تكون مسافات البحور (spans) متقاربة، تتشابه مع سابقتها من حيث التكوين كما يظهر في الشكل (3-3)، إلا ان توزيع الاحمال يكون مع الأعصاب في كلا الاتجاهين، إلا أنها أكثر كلفة من عقدة الطوب المفرغ ذات الاتجاه الواحد.



)): مقطع لعقدات الطوب المفرغ في اتاجيهن.-3الشكل (3

(3-6-2) الجسور (Beams)

وهي عناصر إنشائية أساسية تتلقى الأحمال من العقدات والأعصاب وتعمل على نقلها الى الاعمدة، وتقسم الى:

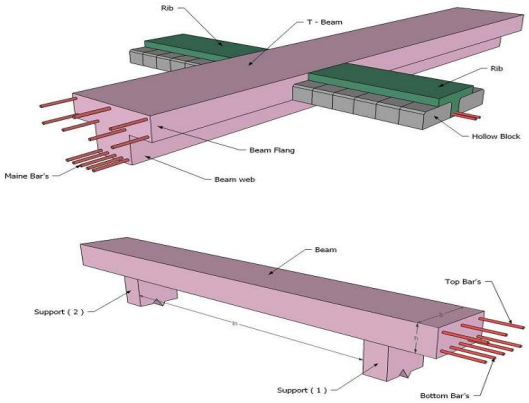
1) الجسور المسحورة (Hidden Beams)

وهي الجسور المخفية داخل العقدة بحيث يكون ارتفاعها يساوي ارتفاع العقدة، وتستخدم مع عقدات الطوب المفرغ لان جساءة (Stiffness) العقدة يكون اقل من الجسر فلا يؤثر كونهما نفس السماكة على نقل الاحمال.

2) الجسور الساقطة (Dropped Beams)

عبارة عن تلك الجسور التي يكون ارتفاعها أكبر من ارتفاع العقدة ويتم إبراز الجزء الزائد من الجسر في أحد الاتجاهين السفلي (Down Stand Beam) أو العلوي (Up stand Beam) بحيث تسمى هذه الجسور T or L- section، ويجب استخدام هذا النوع مع العقدات المصمتة لتكون جساءة (Stiffness) الجسر أكبر من الخاص بالعقدة.

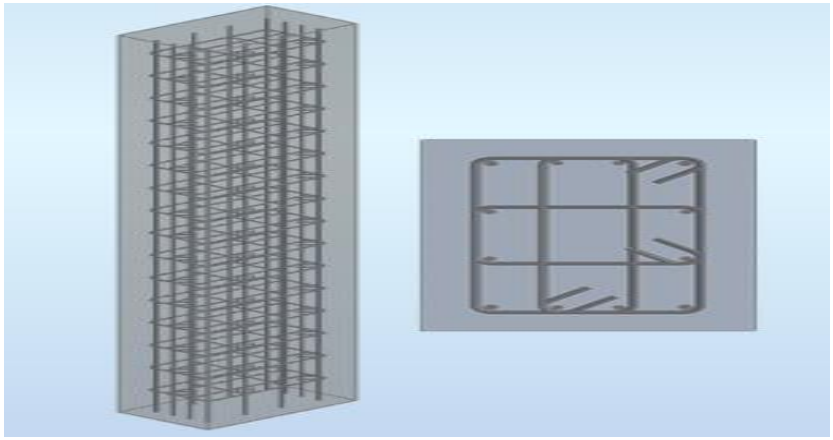
ونظراً لتوزيع للقوى المؤثرة على السطح ومن ثم على الجسور والأعمدة وكذلك المسافات الكبيرة نوعاً ما لبحور الجسور، فقد تم استخدام الجسور الساقطة، ويظهر الشكل (3-4) اشكال الجسور.



اشكال الجسور (3-4)

(3-6-3) الاعمدة (Columns)

تعتبر الأعمدة العنصر الرئيسي في نقل الأحمال من العقدات والجسور إلى الأساسات، لذلك يجب تصميمها بحيث تكون قادرة على نقل وتوزيع الأحمال الواقعة عليها، أما بالنسبة إلى أنواع الأعمدة فهي على نوعين، **الأعمدة القصيرة (Short) والأعمدة الطويلة (Long)**. ولمقاطع الأعمدة أشكال عديدة، منها المستطيل والدائري والمضلع والمربع. وهناك تصنيف آخر للأعمدة من حيث طبيعة المادة المستخدمة فمنها الخرسانية والمعدنية والخشبية، وأما بالنسبة إلى الأعمدة المستخدمة في هذا المبنى فهي متساوية من حيث الطول، ومن حيث الشكل فهي مستطيلة الشكل، ويظهر الشكل (3-9) شكل قطاع العمود المستطيل.



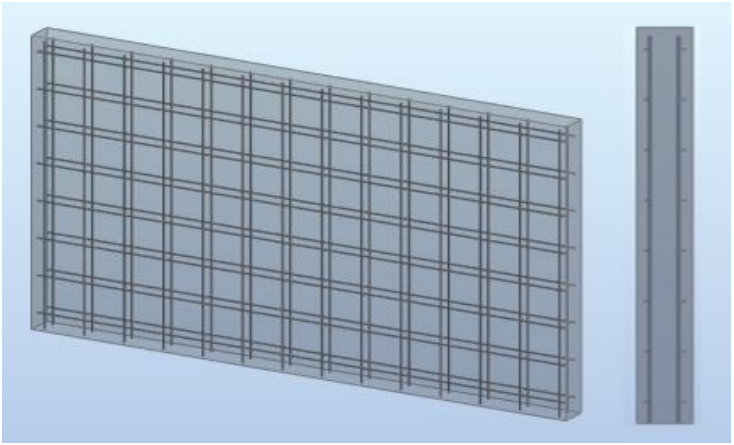
5): مقطع عمود.-3(الشكل

(3-6-4) جدران القص (Shear Wall)

وهي عناصر إنشائية حاملة تقاوم القوى العمودية والأفقية الواقعة عليها وتستخدم بشكل أساسي لمقاومة الأحمال الأفقية مثل قوى الرياح والزلازل وتسمى جدران القص (Shear Walls)، وهذه الجدران تسلح بطبقتين من الحديد حتى تزيد من كفاءتها على مقاومة القوى الأفقية كما يظهر في الشكل (3-10).

وتعمل هذه الجدران على تحمل الأوزان الرأسية المنقولة حيث يتم وضع جسر في اعلاه بعرض أكبر من عرض الجدار حتى لا تكون اعصاب وطوب العقدة محملة بشكل مباشر على الجدار ويجب توفرها في الاتجاهين مع مراعاة أن تكون المسافة بين مركز المقاومة الذي تشكله جدران القص في كل اتجاه ومركز الثقل للمبنى أقل ما يمكن.

كما أن هذه الجدران يجب أن تكون كافية لتقليل تولد العزوم وآثارها على جدران المبنى المقاومة للقوى الأفقية، وقد تم تحديد جدران القص في المبنى وتوزيعها بشكل مدروس في كامل المبنى وذلك لنتمكن من تصميمها في الفصول القادمة، وتتمثل هذه الجدران، بجدران بيت الدرج، وجدران المصاعد، والجدران الأخرى التي تبدأ من أساسات المبنى.



6): جدار القص.-الشكل (3

(3-6-5) الاساسات (Foundations)

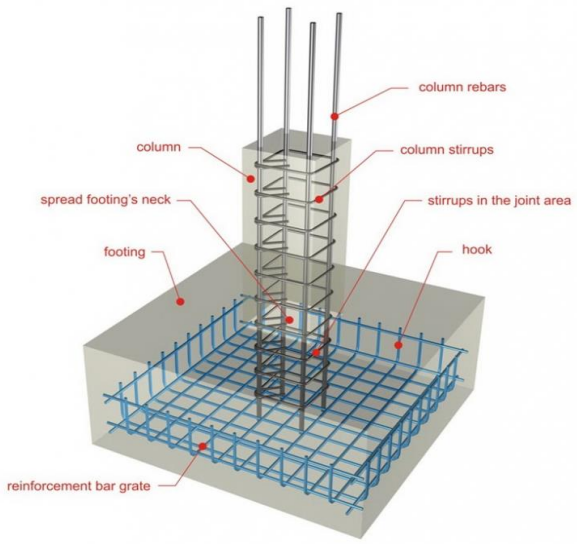
بالرغم من أن الأساسات هي أول ما نبدأ بتنفيذها عند بناء المنشأ، إلا أن تصميمها يتم بعد الانتهاء من تصميم كافة العناصر الإنشائية في المبنى.

وتعتبر الأساسات حلقة الوصل بين العناصر الإنشائية في المبنى والأرض، فالأحمال الواقعة على العقدة تنتقل إلى الجسور ثم إلى الأعمدة وأخيرا إلى الأساسات ومن ثم إلى التربة .

وتكون هذه الأحمال هي الأحمال التصميمية للأساسات، وبناءً على الأحمال الواقعة عليها وطبيعة الموقع يتم تحديد نوع الأساسات المستخدمة، ومن المتوقع استخدام أساسات من أنواع مختلفة وذلك تبعا لقوة تحمل التربة والأحمال الواقعة على كل أساس.

والأساس قد يكون قريبا من سطح الأرض ويسمى بالأساس السطحي (Shallow Foundation) وهذا النوع يكون بعدة صور كأن يكون أساساً شريطياً (Strip Foundation)، أو أساس قاعدة منفصلة (Isolated) Footing كما في الشكل (3-7) الذي يظهر شكل وتسليح القواعد المنفصلة، أو أساسات لبشة أو حصيرة (Mat Foundation).

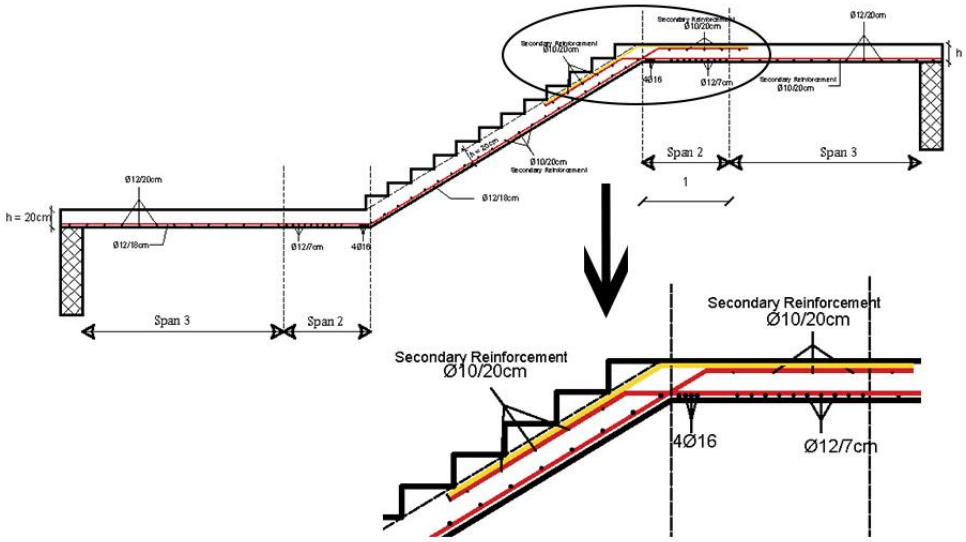
وقد يكون عميقا داخل التربة لنقل أحمال المنشأ إلى طبقات التربة العميقة الأقوى، أو توزيعها على الطبقات بطريقة تدريجية ويسمى هذا النوع بالأساس العميق (Deep Foundation) حيث يتم اللجوء إليها عندما يتعذر الحصول على طبقة صالحة للتأسيس بالقرب من سطح الأرض لذلك يتم اللجوء إلى اختراق التربة إلى أعماق كبيرة للحصول على السطح الصالح للتأسيس مثل الأوتاد الخرسانية (Piles Foundation).



7): قاعدة منفصلة (مفردة).-3(الشكل

(3-6-6) الادراج (Stairs)

الأدراج عبارة عن العنصر المعماري والإنشائي المسؤول عن الانتقال الراسي بين الطبقات في المبنى حيث يتم تقسيم ارتفاع الطابق إلى ارتفاعات صغيرة تمثل ارتفاع الدرجة الواحدة. ويتم تصميم الدرج إنشائياً باعتباره عقدة مصمتة في اتجاه واحد حيث يظهر الشكل (3-12) تسليح الدرج، وتم استخدامها في هذا المشروع بشكل واضح موزعة على أرجاء المشروع.



8): مقطع عرضي لشكل وتسليح الدرج.-3(الشكل

(7-3) البرامج الحاسوبية المستخدمة

1) AutoCAD: و ذلك لعمل الرسومات المفصلة للعناصر الإنشائية.

2) Atir: للتصميم الإنشائي.

3) Etabs.

4) SAFE وغيرها

1.4 المقدمة.

2.4 الحمل التصميمي Factored load

3.4 تحديد سماكة الجسر.

4.4 الحمل الحي (LIVE LOAD).

5.4 تصميم الجزء العلوي من العقدة للمستشفى Design of Topping

6.4 تصميم عصب العقدة للمستشفى Design of Rib

7.4 تصميم الجسر للمستشفى Design of Beam

(1-4) المقدمة

الخرسانة هي مادة البناء الاساسية الوحيدة التي يمكن ان تصل الى موقع العمل في الحالة اللدنة، هذه الجودة المميزة تجعل من الخرسانة المادة الاكثر ملائمة لعملية البناء لإمكانية تشكيلها عمليا لأي شكل، وتنتج الخرسانة العادية بمزج الاسمنت "Portland Cement" مع الركام الناعم والخشن بالماء. تستخدم الخرسانة في اغلب ورشات البناء مدعمةً بالحديد عند وجوب مقاومة عنصر الانشاء الخرساني لاجهادات الشد القصوى المعرضة عليه مكونة ما يعرف بالخرسانة المسلحة "Reinforced Concrete".

الخرسانة المسلحة "Reinforced Concrete" هي مادة مركبة يتم فيها مقاومة قوة الشد والليونة المنخفضة نسبيًا للخرسانة عن طريق إدراج التعزيز الذي يتمتع بقوة شد أو ليونة أعلى، وهناك العديد من الأمثلة على هياكل الخرسانة المسلحة مثل المباني والأنفاق وغيرها الكثير.

سيتم خلال هذا الفصل تصميم عينة من العناصر الانشائية، واخذ القدرة التصميمية لها "Design Strength"بناء على اعتبارات ومتطلبات الكود الامريكي ACI-318. وامتثالا لأسس كتابة البحث العلمي تم صياغة نص هذا الفصل باللغة العربية كباقي الفصول على ان تتم الحسابات باللغة الانجليزية نظرا لطبيعة المعادلات وطرق الحل المتبعة.

(2-4) الحمل التصميمي FACTORED LOAD

يتم تحديد الأحمال التي تم تحليلها والتي يعتمد عليها التحليل الهيكلي والتصميم لعناصر مشروعنا بناء على المعادلات المأخوذة من الكود الامريكي ACI-318. حيث تأخذ القيمة الكبرى للأحمال الناتجة من هذه المعادلات:

1. $q_u = 1.4D.L$
2. $q_u = 1.2D.\ L + 1.6L.L$
3. $q_u = 1.2D.\ L + 1.6L.\ L + 0.5S.\ L$ **ACI (9.2.1)**
4. $qu = 1.2D.\ L + 0.5L.\ L + 1.6S.\ L$

(3-4) تحديد سماكة العقدة

يتم تحديد سماكة العقدات ذات الاتجاه الواحد اعتمادا على نوعها وعلى المسافة الأقصر بين الأعمدة الحاملة لهذه العقدة، وعلى اتصالها أو عدمه من بلاطات اخرى، وذلك لمقاومة التشوه "Deflections" الحاصل لها كما يشترط الكود، حيث يظهر الجدول (4-1) المأخوذ من ACI- Code-318M-11 اقل سمك مسموح به في هذه العقدات والجسور.

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

أقل سمك للعقدات باتجاه واحد وللجسور جدول(4-1).

❖ **The minimum required thickness for Hospital is:**

The maximum span length for one end continuous (for ribs) is 5.04 m.

$$h_{min} = \frac{l}{18.5} = \frac{5.04}{18.5} = 28 \text{ cm}$$

The maximum span length for both end continuous (for ribs) is 7.26 m.

$$h_{min} = \frac{l}{21} = \frac{7.26}{21} = \mathbf{35\ cm} \text{ >> CONTROL}$$

we select h= 35cm (27cm block + 8cm topping).

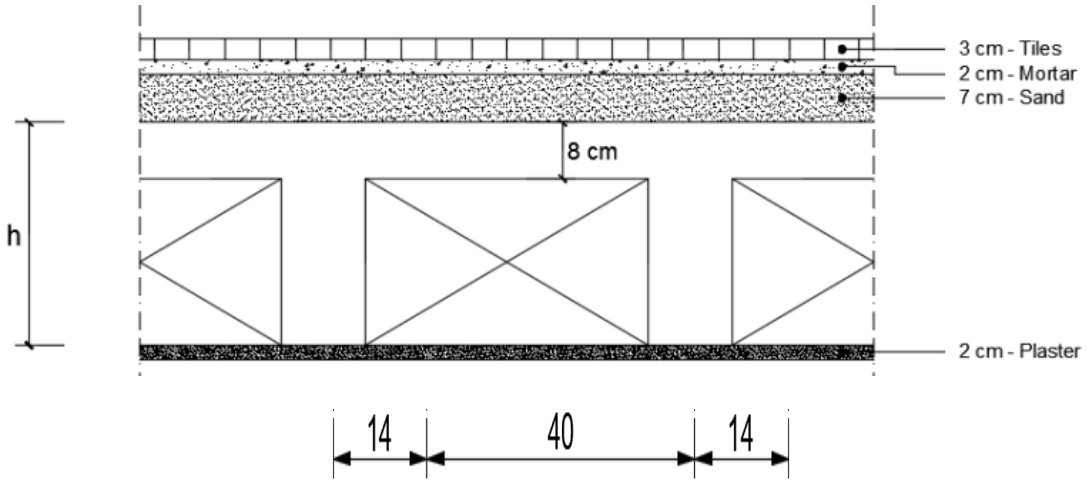
(4-4) الحمل الحي (LIVE LOAD)

يتم اخذ قيم الاحمال الحية من خلال الكود الاردني بناء على نوع الاستعمال لكل من الفراغات الموجودة في المبنى، حيث تم اعتماد حمل حي مقداره 5Kn/m للمستشفى .

(5-4) تصميم الجزء العلوي للمستشفى Design of Topping

عند تصميم الجزء العلوي من العقدة (Topping) تؤخذ شريحة بعرض متر واحد لحساب الحمل الواقع عليها، حيث يتم اعتبار طرفي هذه الشريحة مثبتا لمقاومة العزم (Fixed Support)،

، كما أن ووحدة التكرار كل 14CM حيث ان عرض العصب 35CMيظهر الشكل (4-1) سماكة المواد في عقدة الطوب المفرغ لبلاطة بسمك CM 54



الشكل (4-1): قطاع خلال عقدة باستخدام الطوب المفرغ.

وعليه فإن الحمل الميت على الجزء العلوي للعقدة يتم حسابة كما يلي:

Material	Quality Density (kN/m^3)	Calculation	Dead Load (kN/m)
Tiles	23	= 0.03×23×1	0.69
Mortar	22	= 0.03×22×1	0.66
Sand	17	= 0.07×17×1	1.19
Topping	25	= 0.08×25×1	2
Partitions		=2.3x1	2.3
Dead Load for 1m strip of topping=6.84 Kn/m∴			

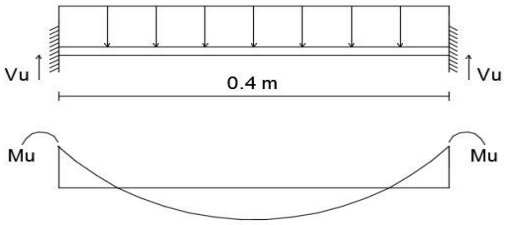
جدول (4-2) حساب الحمل الحي على الجزء العلوي للعقدة

Live Load For 1m strip = **5.0 × 1 = 5.0 kN/m**→

Factored load (W_u) = 1.2 ×D.L + 1.6 ×L.L = 1.2 * 6.84 + 1.6 * 5.0 = **16.21Kn/m**→

حسب هذا ستكون أكبر قيمة للعزم عند الاطراف بمقدار $\frac{Wu\,l^2}{12}$ حيث يشترط حسب الكود الأمريكي ان لا تزيد هذه القيمة عن المقاومة الاسمية للقطاع (Nominal Strength = Ø Mn)

- $Vu = \frac{W_u \times L}{2} = \frac{16.21 \times 0.4}{2} =$ **3.242 kN**
- $Mu = \frac{W_u \times L^2}{12} = \frac{16.21 \times 0.4^2}{12} =$ **0.2161 kN.m**



(4-2): تأثير العزم على الجزء العلوي من العقدة.

Ø $M_n \geq M_u$, **where** Ø=0.55 (for plain concrete)

$$Mn=0.42\lambda\sqrt{fc'}\,S_m \qquad \textbf{(4.4)}\ [3]$$

Where S_m for rectangular section of the slab:

$$S_m = \frac{b\,h^2}{6} = \frac{1000 \times 80^2}{6} = 1066666.67 mm^3$$

$M_n = 0.42\,\lambda\sqrt{fc'}\,S_m = 0.42 \times 1 \times \sqrt{24} \times 1066666.67 \times 10^{-6} = 2.19$ kN.m

Ø M_n = 0.55 × 2.19 = 1.207 KN.m >> M_u= 0.2161 kN.m

بناء على هذا لا يتطلب هذا القطاع أي حديد تسليح لكن تبعا لـ **ACI 10.5.4** يجب تسليح العقدة بحد أدنى من الحديد ($\mathbf{A_{s,min}}$) لمقاومة التقلص وتأثير الحرارة خلال الخرسانة.

إن اقل نسبة تسليح مسموح بها لمقاومة التقلص ($\rho_{shrinkage}$) حسب **ACI 7.12.2.1** تساوي 0.0018، وعليه تكون مساحة الحديد اللازم $\mathbf{A_{s,min}}$:

$$A_s = \rho bh = 0.0018 \times 1000 \times 80 = 144\ mm^2 \quad for\ 1m\ strip$$

Try bars Ø8 with $A_s = 50.27mm^2$.

Bar numbers $n=\left(\frac{As}{As,Ø8}\right)=\left(\frac{144}{50.27}\right)=2.87$.

Take 3Ø8/m with $A_s = 150.8mm^2$/m strip or Ø8@ 300mm in both directions.

Choosing (S) is the smallest of:

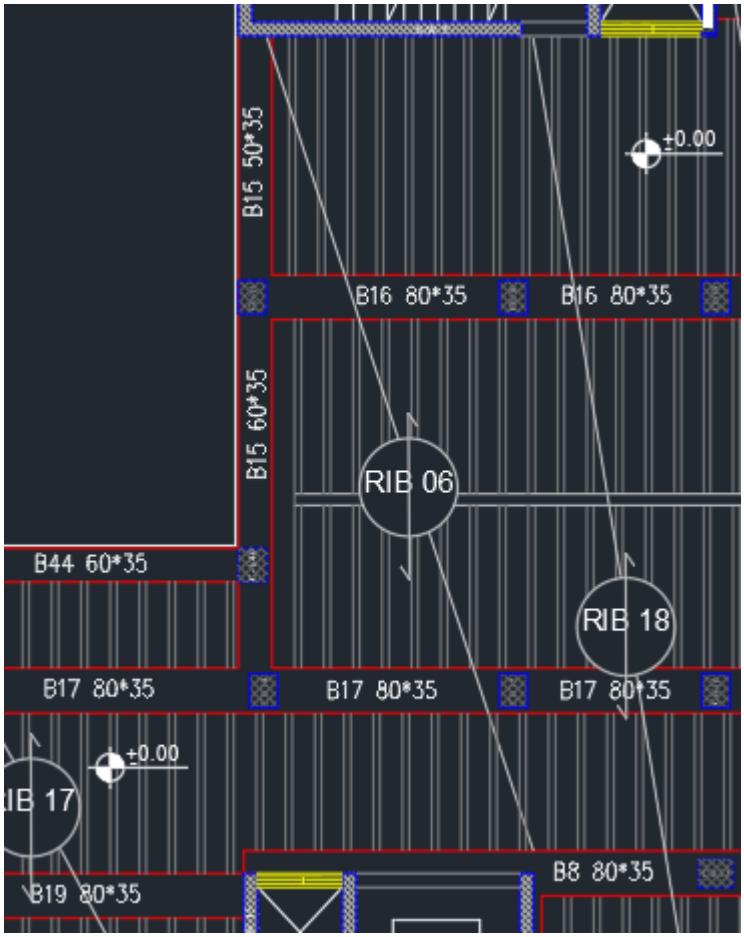
1. 3h = 3 × 80 = **240 mm** >>> Controlled **ACI (10.5.4)**
2. 450mm.
3. $S = 380\left(\frac{280}{f_s}\right) - 2.5C_c = 380\left(\frac{280}{\frac{2}{3}420}\right) - 2.5 .20 = 330mm$ **ACI (10.6.4)**
4. $S \leq 300\left(\frac{\mathbf{280}}{\mathbf{f_s}}\right) = 300$ mm

So, Take Ø 8 @ 200 mm in both direction, S = 200 mm <S_{max} = 240 mm … OK

(6-4) تصميم عصب العقدة Design of Ribbed

سيتم خلال هذا القسم تصميم العصب السادس (6) في عقدة الطابق الأرضي للمستشفى المتكون من ثلاثة سوالع كما يظهر في الشكل (4-3)، حيث سيتم ادخال ابعاد وأحمال العصب على برنامج Atir للحصول على قيم قوى القص (Shear Forces) وقوى العزم (Bending Moments) وإيجاد حديد التسليح بواسطة الحل اليدوي بناء على معادلات ACI- Code-318M-11، وسيتم التصميم بناء على المواد التالية:

Concrete B300 f_c'= 24N/mm^2.
Reinforcement Steel f_y= 420 N/mm^2.
Reinforcement Steel of shear f_{yt}= 250 N/mm^2.



شكل (4-3)ريب رقم6 في عقدة الطابق الأرضي

1) تحديد ابعاد القطاع (Determination of geometry)

الابعاد المطلوبة لتصميم عقدة الطوب المفرغ (جسر بقطاع .T-Sec) بناء على الكود ACI- 318-11 هي العرض والسماكة اعتماد على بعض الاعتبارات الموضحة تاليا، ويوضح الشكل (4-4) الابعاد المحسوبة.

$b_w \geq 10\ cm \ldots . select \quad b_w = 14\ cm$ **ACI (8.13.2)**

$h \leq 3.5 b_w = 3.5 \times 14 = 49 cm \ldots select \quad h = 35\ cm$ **ACI (8.13.2)**

$t_f \geq \frac{L_n}{12} \geq 50\ mm \ldots . select\ t_f = 8 cm$ **ACI (8.13.6.1)**

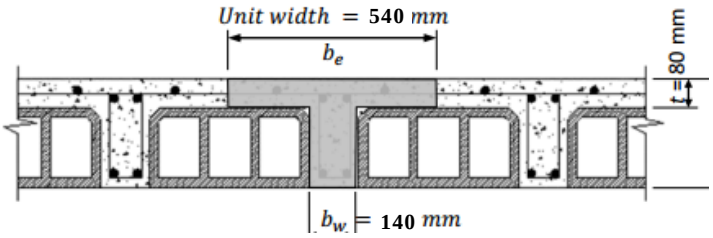
The effective flange width (b_e) is the smallest of: **ACI (8.12.2)**

1) $b_e \leq \frac{L}{4} = \frac{2850}{4} = 713$ mm

2) $b_e \leq b_w + 16hf = 140 + 16*80 = 1420$mm

3) $b_e \leq$ center to center spacing between adjacent beam $= \frac{400}{2} + \frac{400}{2} + 140 = 540 mm$

So, Take be=540 mm



الشكل (4-4)35CM.: قطاع خلال بلاطة بسمك

من خلال جداول حساب الاحمال في القسم الرابع من هذا الفصل نستطيع ادخال الاحمال الى برنامج Atir للعصب السادس التي تظهر ابعاده كما في الشكل (4-5) للحصول على ردود الافعال التصميمية كما يظهر في الشكل (4-6)، ومع مراعاة شمول الحمل الحي ، والأحمال كتالي:

Material	Quality Density (kN/m^3)	Calculation	Dead Load (kN/m/Rib)
Tiles	23	= 0.03×23×0.54	0.3726
Mortar	22	= 0.03×22×0.54	0.3564
Sand	17	= 0.07×17×0.54	0.6426
Topping	25	= 0.08×25×0.54	1.08
Etung Block	7	=0.27×7×0.4	0.756
Rib	25	= 0.27 ×25×0.14	0.945
False ceiling	1.25	= 1.25×0.54	0.675
Partitions		=2.3×0.54	1.242
Dead Load =6.0696kN/m/Rib∴			

جدول (4-3) حساب الحمل الحي على عصب العقدة

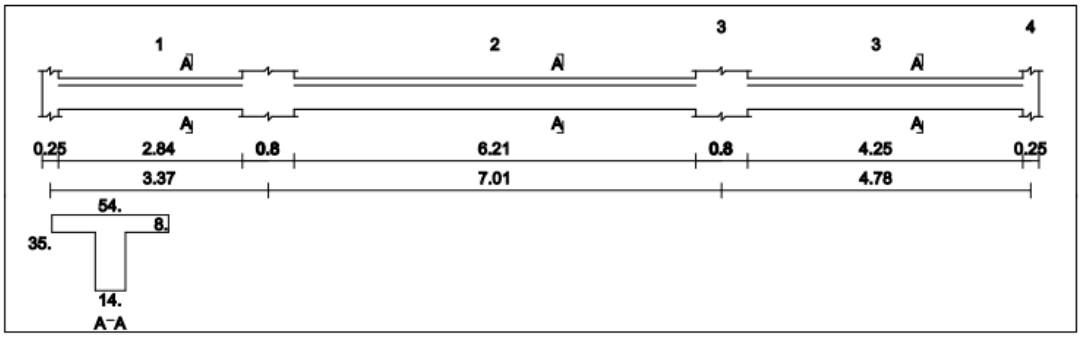
Live loads = 5× 0.54 = **2.7 kN/m/rib**→

→ **Factored Load (W_u)** = 1.2×D.L + 1.6×L.L =11.6035

WuD = 1.2× 6.0696 = **7.2835 kN/m/rib**

WuL = 1.6*2.7 = **4.32 kN/m/rib**

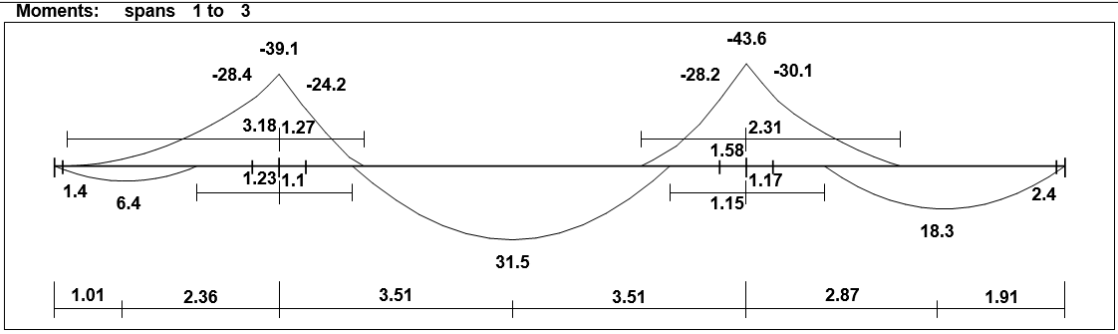
Geometry Units:meter,cm



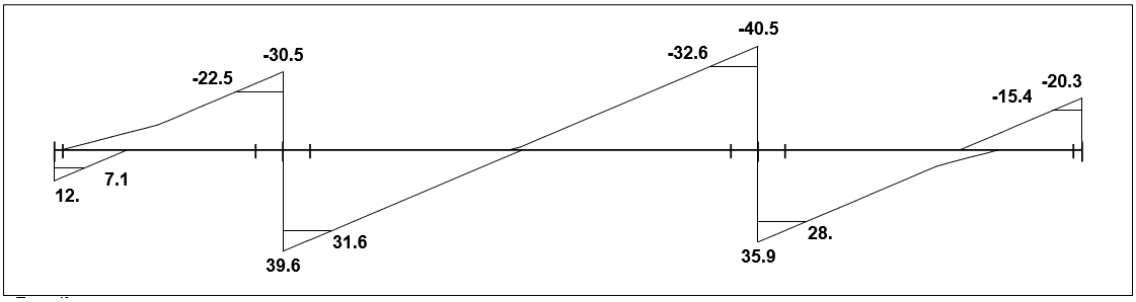
شكل (4-5) الابعاد والمسافات بين الأعمدة للعصب السادس.

Moment/Shear Envelope (Factored) Units:kN,meter

Moments: spans 1 to 3



Shear



Reactions

Factored

DeadR	4.83	42.11	46.7	10.97
LiveR	7.18	27.98	29.78	9.3
MaxR	12.01	70.09	76.48	20.27
MinR	0.68	48.84	58.7	8.54
Service				
DeadR	4.03	35.1	38.92	9.14
LiveR	4.49	17.49	18.61	5.81
MaxR	8.52	52.58	57.53	14.96
MinR	1.43	39.3	46.42	7.63

شكل (4-6) ردود الافعال المستخدمة في التصميم

2) تصميم العصب لمقاومة الانحناء (Design of Rib for Flexure)

يتم حساب مساحة مقطع الحديد اللازمة لمقاومة العزم - المأخوذ من الشكل (4-6) الحاصل على الجسر (العصب في هذه الحالة) حسب معادلات الكود الامريكي، وسيتم افتراض قطر اسياخ حديد التسليح الرئيسي (Main Reinforcement) بـ Ø14 لكل من الحديد السفلي (العزم الموجب)، والحديد العلوي (العزم السالب).

☒ تصميم الحديد لمنطقة العزم الموجب (الحديد السفلي) Design of Rib for Positive Moments

اقصى عزم موجب من بين جميع البحور (Spans) هو ($Mu^{(+)}$ = +31.5 KN.m)، وللتحقق إذا ما كان سلوك مقطع الجسر (R-Sec. Or T-Sec.) يتم فرض قيمة a بنفس قيمة h_f لحساب العزم ومقارنته بالعزم المؤثر على القطاع، وعليه فإن:

$d = h - cover - d_{stirrups} - \frac{d_b}{2} = 350 - 20 - 8 - \frac{14}{2} = 315\ mm$

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

➔ $M_{nf} = 0.85 \times 24 \times 540 \times 80 \times \left(315 - \frac{80}{2}\right) \times 10^{-6} = 242.352\ KN.m$

➔ $M_{nf} = 242.352\ KN.m \gg \frac{M_u}{\varphi} = \frac{31.5}{0.9} = 35$ KN.m.

Then a < h_f (the section will be designed as rectangular section with be =540 mm.)

$R_n = \frac{M_u}{\emptyset b d^2} = \frac{31.5 \times 10^6}{0.9 \times 540 \times 315^2} = 0.65321$ MPa ، $m = \frac{f_y}{0.85 f'_c} = \frac{420}{0.85 \times 24} = 20.6$

$$\boldsymbol{\rho = \frac{1}{m}\left(1 - \sqrt{1 - \frac{2.m.R_n}{420}}\right)}$$

➔ $\rho = \frac{1}{20.6}\left(1 - \sqrt{1 - \frac{2 \times 20.6 \times 0.65321}{420}}\right) = 0.001581$

➔ $A_{s,\,req} = \rho.b.d = 0.001581 \times 540 \times 315 = 268.928 mm^2$.

- Check for $A_{s,\,min}$.

$A_{s,\,min}$ is the maximum of:

1. $\mathbf{A_{s,\,min} = 0.25\frac{\sqrt{fc'}}{f_y} b_w . d}$ **ACI (10.5.1)**

   ➔ $A_{s,\,min} = 0.25 \times \frac{\sqrt{24}}{420} \times 140 \times 315 = 128.59\ mm^2$

2. $\mathbf{A_{s,\,min} = \frac{1.4}{f_y} b_w . d}$

   ➔ $A_{s,\,min} = \frac{1.4}{420} \times 140 \times 315 = 147\ mm^2$ (Controls)

➔ $A_{s,\,req} = 268.928\ mm^2 > A_{s,\,min} = 147\ mm^2$ ➔ # Of bars $\frac{As}{Asbar\Phi 14} = \frac{268.928}{153.9} = 2$bars

Use 2 Ø14 with $A_{s,\,provided} = 307.9\ mm^2 > A_{s,\,required} = 268.928\ mm^2$. → Ok

- Check for strain:

$$a = \frac{A_s f_y}{0.85 b f_c'} = \frac{307.9 \times 420}{0.85 \times 540 \times 24} = 11.739\ mm$$

Note: f_c' = 24MPa < 28 MPa, then $\mathcal{B}_1 = 0.85$.

$$c = \frac{a}{\mathcal{B}_1} = \frac{11.739}{0.85} = 13.8\ mm$$

$$\varepsilon_s = 0.003\left(\frac{d-c}{c}\right) = 0.003\left(\frac{315-13.8}{13.8}\right) = 0.0654 > 0.005 \quad \because \phi = 0.9\ (0k)$$

عادة لا يمكن استخدام تسليح اقل من 2Ø14 لذلك سيستخدم هذا التسليح لأي عزم موجب اقل او يساوي العزم الاقصى ($Mu^{(+)} = +31.5$) خلال جميع البحور.

☒ تصميم الحديد لمنطقة العزم السالب (الحديد العلوي) Design of Rib for Negative Moments

وفقًا لـ ACI 8.9.2 فإن الجسور المدمجة بشكل متكامل مع الاعمدة (Supports)، يُسمح بالتصميم بناءً على العزوم المحسوبة عند وجه العمود، وبما ان العزم المؤثر على المقطع سالب فإن سلوكه يكون (R-Sec.)، وأقصى عزم سالب عند الاعمدة (Supports) هو ($Mu^{(-)} = -30.1$ KN.m)، وعليه فإن:

$$d = h - cover - d_{stirrups} - \frac{d_b}{2} = 350 - 20 - 8 - \frac{14}{2} = 315\ mm.$$

$$R_n = \frac{M_u}{\emptyset b d^2} = \frac{30.1 \times 10^6}{0.9 \times 140 \times 315^2} = 2.41\ Mpa. \qquad m = \frac{f_y}{0.85 f_c'} = \frac{420}{0.85 \times 24} = 20.6$$

$$\rho = \frac{1}{m}\left(1 - \sqrt{1 - \frac{2.m.R_n}{420}}\right) = \frac{1}{20.6}\left(1 - \sqrt{1 - \frac{2\times20.6\times2.41}{420}}\right) = 0.006124.$$

$$A_{s,\,req} = \rho.b.d = 0.006124\times140\times315 = 270.068\ mm^2$$

- Check for $A_{s,\,min.}$

$$A_{s,\,min} = 147\ mm^2$$

➔ $A_{s,\,req} = 270.068\ mm^2 > A_{s,\,min} = 147 mm^2$ ➔ # Of bars $\frac{As}{Asbar\Phi14} = \frac{270.068}{153.9} = 2$bars

Use 2 Ø14 with $A_{s,\,provided} = 307.9\ mm^2 > A_{s,\,required} = 270.068\ mm^2$. → Ok

- Check for strain:

$$a = \frac{A_{s.f_y}}{0.85b\,f_c'} = \frac{307.9\times420}{0.85\times140\times24} = 45.28\ mm$$

Note: f_c' = 24MPa < 28 MPa, then $\mathcal{B}_1 = 0.85$.

$$c = \frac{a}{\mathcal{B}_1} = \frac{45.28}{0.85} = 53.27\ mm$$

$$\varepsilon_s = 0.003\left(\frac{d-c}{c}\right) = 0.003\left(\frac{315-53.27}{53.27}\right) = 0.01474 > 0.005 \quad \because \phi = 0.9\ (0k)$$

عادة لا يمكن استخدام تسليح اقل من 2Ø14 لذلك سيستخدم هذا التسليح لأي عزم سالب عند الاعمدة اقل او يساوي العزم الاقصى ($Mu^{(-)}$ = -30.1 KN.m) خلال جميع البحور.

3) تصميم العصب لمقامة قوى القص (Design of Rib for Shear)

أكبر قوة قص تصميمية على بعد d من وجه العمود هي (Vu=36.1kN).

$$\boldsymbol{\Phi^* V_c = \Phi \times 1.1 \times \frac{1}{6}\sqrt{fc'}bw\,d}$$

Where: Φ = 0.75

➔ $\Phi^* V_c = \boldsymbol{\Phi} \times 1.1 \times \frac{1}{6} \times \sqrt{24} \times 140 \times 315 \times 10^{-3} = 29.706$ KN.

V_c= 39.608 kN.

Vu=36.1 KN > Φ V_c= 29.706 kN.

➢ **Region (III) for shear design.**

$$\Phi\ Vc < Vu \leq \Phi\ (Vc + V_{s,\ min}) \qquad \textbf{Case (III)}$$

$\boldsymbol{V_{s,min}}$ Is the maximum of:

1. $V_{s,min} = \frac{1}{3} bw\ d = \frac{1}{3}\ 140 \times 315 \times 10^{-3} = 14.7$ KN **(Controls)**
2. $V_{s,min} = \frac{1}{16}\sqrt{fc'}\, b_w\ d = \frac{1}{16} \times \sqrt{24} \times 140 \times 315 \times 10^{-3} = 13.503$ KN

Φ Vc=29.706 KN < Vu = 32.6 KN $\leq \Phi\ (Vc + V_{s,\ min})$= 40.731 KN **Case (III)**

Use (2 legs stirrups) Ø8 with Av = 100.5 mm^2

$$S = \frac{A_v f_{yt}}{\boldsymbol{V_{s,min}}} d = \frac{100.5 \times 250 \times 315}{14.7 \times 10^3} = 538.4\ mm$$

Minimum reinforcement is required:

$S \leq \frac{d}{2}$ or $S \leq 600$mm. … (Smaller value is Controls).

$\leq \frac{d}{2} = \frac{315}{2} = 157.5$ mm (**Controls)**

Take U-shape (2 legs stirrups) Ø8 @ 100 mm < S_{max} =157.5 mm

4) فحص الانحراف DEFLECTION CHECK :

قيمة الانحراف يجب الا تزيد عن Δlimit والتي تساوي حسب الكود $\frac{L}{240}$ في هذا الجدول يتم مقارنة Δlimit بالانحراف المحسوب من برنامج العتير (ATIR)

Span No.	Span Length (mm)	Δlimit (mm)	ΔCalculated (mm)	Check
Span 1	3370	3370/240 =14.042	3370/3569 =0.104	ΔCalculated < Δlimit (OK)
Span 2	7010	7010/240=29.208	7010/378=18.545	
Span 3	4780	4780/240=19.916	4780/2637=1.813	

جدول (4-4) فحص الانحراف DEFLECTION CHECK

(7-4) تصميم الجسر DESING OF BEAM

سيتم خلال هذا القسم تصميم الجسر(B9) في عقدة الطابق الأرضي للمستشفى الموضح في الشكل (4-7)، حيث سيتم ادخال ابعاد وأحمال العصبين على برنامج Atir للحصول على قيم قوى القص (Shear Forces) وقوى العزم (Bending Moments) وإيجاد حديد التسليح بواسطة الحل اليدوي بناء على معادلات ACI- Code-318M-11، وسيتم التصميم بناء على المواد التالية:

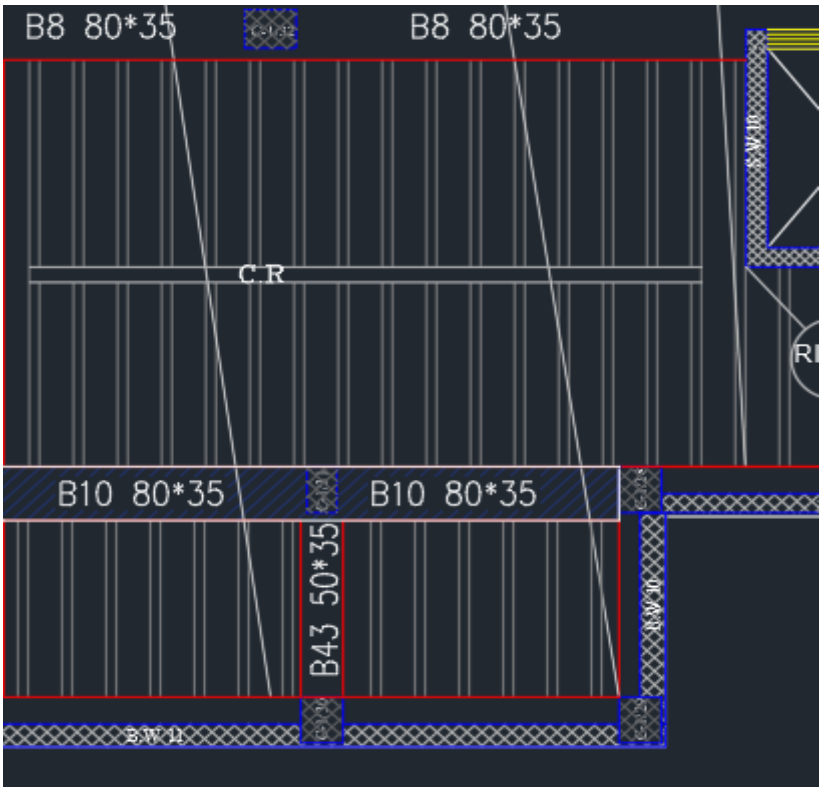
Concrete B300 f_c'= 24N/mm^2.
Reinforcement Steel f_y= 420 N/mm^2.
Reinforcement Steel of shear f_{yt}= 240 N/mm^2.

1) مقطع الجسر (Section)

وفقا لـ ACI-Code-318-11 فإن اقل سمك مسموح به للجسور العادية والعقدات احادية الاتجاه لمقاومة التشوه (Deflections) يحسب من خلال الجدول (4-1)، بفرض عرض الجسر بمقدار 80 cm، وحيث ان أكبر مسافة بين الاعمدة لجسر بسيط (SIMPLY BEAM)هي 8.10 m، وعليه يكون السمك:

$$h_{min} = \frac{l}{16} = \frac{810}{16} = \mathbf{50.63\ cm}$$

So, Select total depth of beam h=60cm.



شكل (4-7) جسر رقم 10 في عقدة طابق التسوية

3) حساب الاحمال لـ Load Calculations for (B10)

يتعرض هذا الجسر للأحمال المنتقلة عبر الأعصاب (Rib 7 &Rib 8) في العقدة، بالإضافة الى للوزن ، وتم الحصول على احمال الأعصاب المؤثرة على الجسر من خلال برنامج Atir، حيث يبين كل من الشكل (4-8) و (4-9) هذه الاحمال.

Reactions

Factored

DeadR	4.8	38.66	29.26	36.41	47.33	10.82
LiveR	6.39	24.82	25.06	28.54	30.04	9.27
MaxR	11.19	63.48	54.32	64.96	77.37	20.08
MinR	1.42	45.84	30.03	37.92	59.45	8.32
Service						
DeadR	4.	32.22	24.39	30.34	39.44	9.01
LiveR	3.99	15.51	15.66	17.84	18.77	5.79
MaxR	8.	47.73	40.05	48.18	58.21	14.81
MinR	1.89	36.7	24.87	31.29	47.02	7.45

شكل (4-8) ردود الأفعال من العصب رقم 7 على الجسر

Reactions

Factored

DeadR	4.8	38.67	29.22	36.5	46.81	27.22	4.55
LiveR	6.39	24.82	24.97	28.5	30.05	21.69	6.54
MaxR	11.19	63.49	54.2	65.	76.86	48.91	11.09
MinR	1.42	45.85	30.01	38.19	58.21	28.27	0.86
Service							
DeadR	4.	32.22	24.35	30.42	39.01	22.69	3.79
LiveR	3.99	15.51	15.61	17.81	18.78	13.55	4.09
MaxR	7.99	47.74	39.96	48.23	57.79	36.24	7.88
MinR	1.89	36.71	24.85	31.48	46.13	23.34	1.49

شكل (4-9) ردود الأفعال من العصب رقم 8 على الجسر

تقسم الاحمال المؤثرة على الجسر(B10) الى وزنه الذاتي بالإضافة الى الاحمال المنتقلة خلال الأعصاب ، حيث تم أخذ ردود الافعال الحقيقة (Service) من الاشكال (4-8) و (4-9)، وقسمتها على عرض العصب، كما يبين الجدول (4-5).

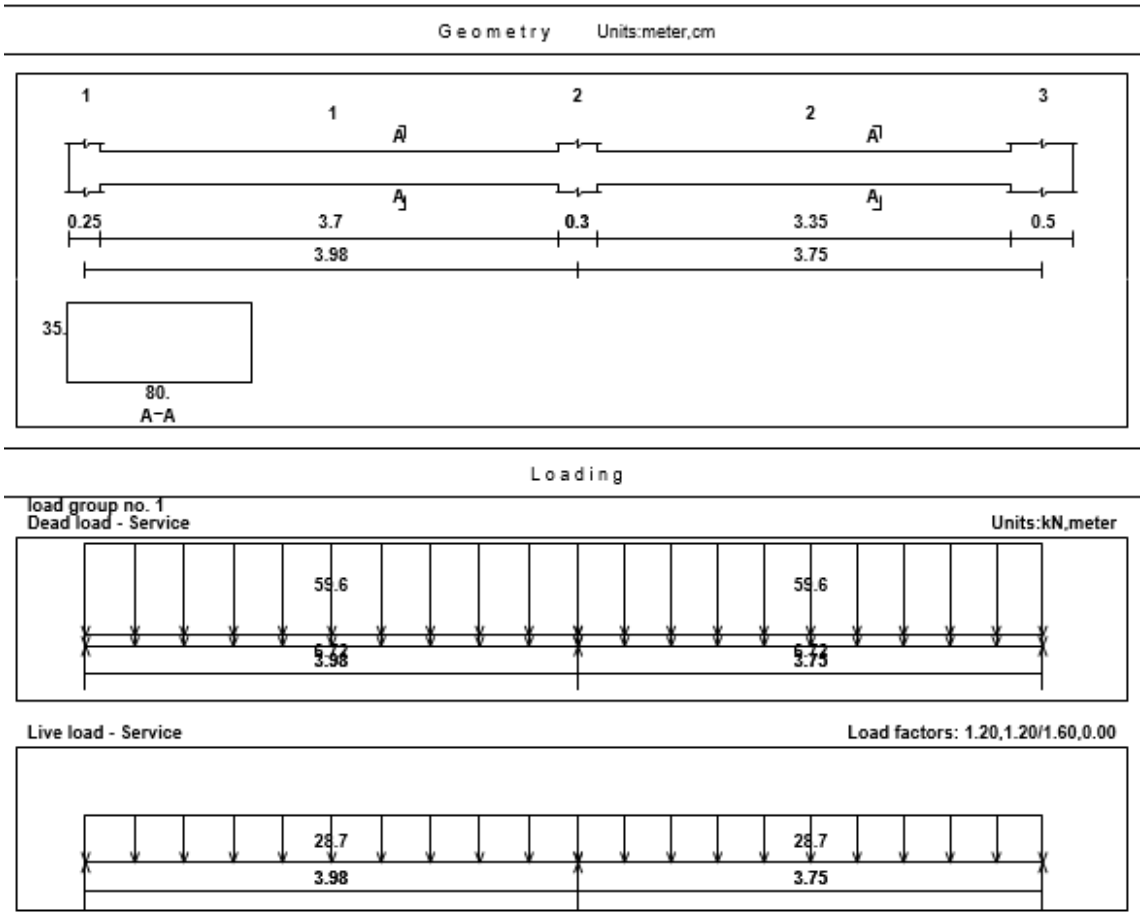
1- الوزن الذاتي للجسر = 25*0.6*0.7= 10.5 kN/m

2- الاحمال القادمة على الجسرمن العصب رقم 7 والعصب 8 :

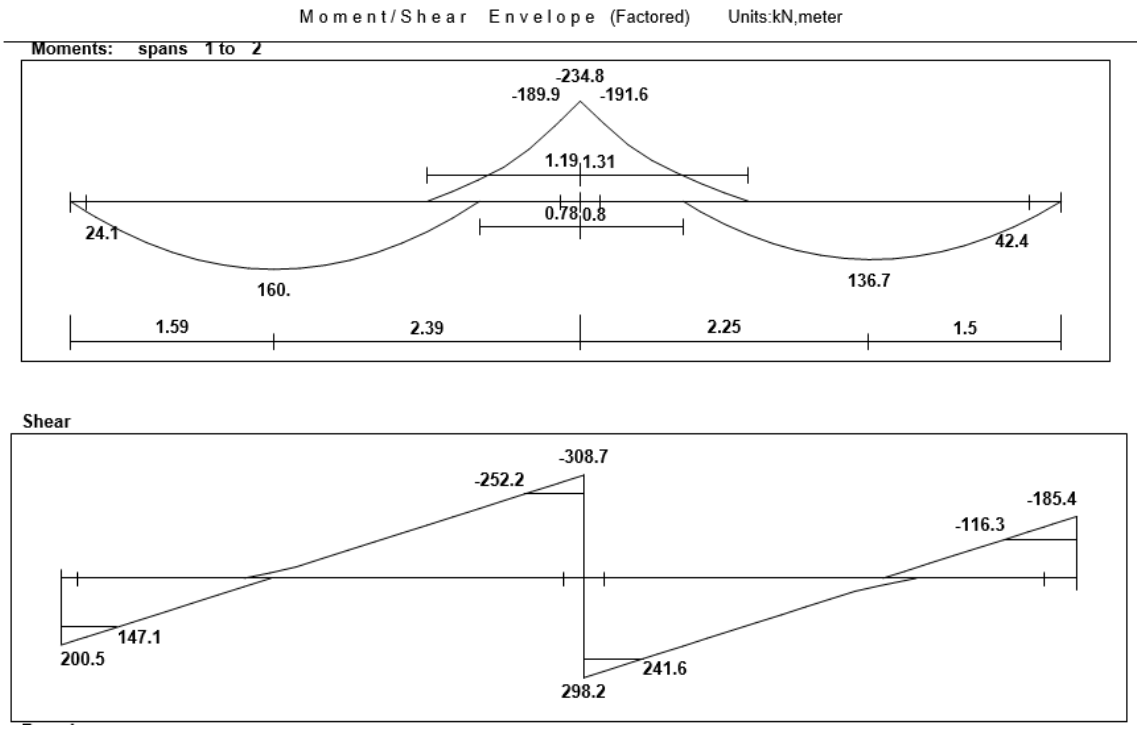
	Rib(R7)	Rib(R8)
quD(kN/m)	32.22/0.54=59.67	32.22/0.54 =59.67
quL (kN/m)	15.51/0.54 = 28.72	15.51/0.54=28.72

جدول (4-5) الاحمال على جسر 10

وتم إدخال الابعاد الهندسية للجسر وكذلك الاحمال المؤثرة عليه الى برنامج الـ Atir للحصول على ردود الافعال لاستخدامها في عملية التصميم والحسابات اليدوية، كما تظهر الاشكال (4-10) و(4-11).



شكل (4-10) الأحمال المؤثرة علي B10 الابعاد والنظام الهندسي للجسر



(العزم والقص).B10شكل (4-11) ردود الافعال المستخدمة في تصميم الجسر

4) تصميم الجسر لمقاومة الانحناء (Design of B7 for Flexure)

بتحديد مقدار العزم -المأخوذ من الشكل (4-11) - وأبعاد مقطع الجسر سيتم تحديد مقدار الحديد اللازم لمقاومة الانحناء حسب معادلات الكود الأمريكي، وسيتم افتراض قطر اسياخ حديد التسليح الرئيسي (Main Reinforcement) بـ Ø20 ،اما بالنسبة لحديد الكانات (Stirrups) فتستخدم اسياخ بقطر Ø10.

سيتم تصميم الحديد بناء على قيمة العزم الكبرى:

وللتحقق إذا ما كان مقطع الجسر يحتاج الى تسليح ثنائي او احادي (Single or Doubly Reinforced) سيتم فرض قيمة a بأكبر قيمة ممكنة لها لحساب اقصى عزم يتحمله قطاع ومقارنته بأكبر عزم مؤثر على القطاع، وعليه فإن:

b =80cm h = 35cm $Ø_{st}$ = 10mm.

$$\rightarrow d = 350 - 40 - 10 - \frac{20}{2} = 290\ mm$$

Maximum nominal moment strength from strain condition $\varepsilon_s = 0.004$

$c = \frac{3}{7}d = \frac{3}{7} \times 290 = 124.286\ mm$ ➔ $a = \boldsymbol{\mathcal{B}_1}.c = 0.85 \times 124.286 = 105.643mm$

$M_{n,\,max} = 0.85\, f'_c\, a\, b\, (d - \frac{a}{2}) = 0.85 \times 24 \times 105.643 \times 800 \times (290 - 105.643/2) \times 10^{-6} =$

$408.918\ KN.m$

$\emptyset = 0.82$ ➔ $\emptyset M_{n,\,max} = 0.82 \times 408.918 = 335.313\ KN.m$

$M_u = 136.7\ KN.m < \emptyset M_{n,\,max} = 335.313\ KN.$

So, Design the section as singly reinforcement concrete section.

$$\mathbf{Mu = +136.7\ KN.m}$$

$R_n = \frac{M_u}{\emptyset bd^2} = \frac{136.7 \times 10^6}{0.9 \times 800 \times 290^2} = 2.26\ Mpa.$ $m = \frac{f_y}{0.85 f'_c} = \frac{420}{0.85 \times 24} = 20.6$

$$\rho = \frac{1}{m}\left(1 - \sqrt{1 - \frac{2.m.R_n}{420}}\right) = \frac{1}{20.6}\left(1 - \sqrt{1 - \frac{2 \times 20.6 \times 2.26}{420}}\right) = 0.005718$$

➔ $A_{s,\,req} = \rho.b.d = 0.005718 \times 800 \times 290 = 1326.576\ mm^2.$

- Check for $A_{s,\,min}$.

$A_{s,\,min}$ is the maximum of:

1. $\mathbf{A_{s,\,min} = 0.25 \frac{\sqrt{fc'}}{f_y} b_w.d}$ **ACI (10.5.1)**

   ➔ $A_{s,\,min} = 0.25 \times \frac{\sqrt{24}}{420} \times 800 \times 290 = 676.526\ mm^2$

2. $\mathbf{A_{s,\,min} = \frac{1.4}{f_y} b_w.d}$

   ➔ $A_{s,\,min} = \frac{1.4}{420} \times 800 \times 290 = 773.33\ mm^2$ $(\boldsymbol{Control})$

   ➔ $A_{s,\,req} = 1326.576\ mm^2 > A_{s,\,min} = 773.33\ mm^2$

Use 6Ø 18 Bottom with $A_{s,\,provided} = 1526.8mm^2 > A_{s,\,required} = 1326.576\ mm^2$. → Ok

- Check spacing:

$S = \frac{800 - 40 \times 2 - 10 \times 2 - (18 \times 6)}{5} = 118\ mm > 25mm. \rightarrow$ OK

- Check for strain:

$$a = \frac{A_{s.f_y}}{0.85b\ f'_c} = \frac{1526.8\times420}{0.85\times800\times24} = 39.293\ mm \qquad c = \frac{a}{\mathcal{B}_1} = \frac{39.293}{0.85} = 46.227mm$$

$$\varepsilon_s = 0.003\left(\frac{d-c}{c}\right) = 0.003\left(\frac{290-46.227}{46.227}\right) = 0.01582 \geq 0.005 \ \rightarrow \ 0k$$

5) تصميم الجسر لمقامة قوى القص (Design of B7 for Shear)

تقاوم قوى القص بإضافة حديد عمودي الى التسليح في ما يسمى كانة (Stirrup) حيث تتراوح اقطارها ما بين 6mm الى 12mm في المنشآت ذات الأحمال البسيطة، حيث تحسب نسبة تسليحها بناء على مقدار قوى القص التي يتعرض لها المقطع ،للتتحقق من ابعاد المقطع يتم مقارنة القوى المؤثرة على القطاع الموجودة في الشكل (4-11) مع القيمة المحسوبة للمنطقة حيث يشترط ألا تزيد القوة المؤثرة على المقطع عن هذه القيمة، وعليه ان زادت عن هذا الحد فيجب زيادة ابعاد المقطع كما سيتم تالياً.

➔ $V_u = 252.2$ KN

➔ $\Phi\ (V_c + V_{s,min}) < V_u \leq \Phi\ (V_c + V_s`)$ **Case (IV)**

$V_c = \frac{1}{6}\sqrt{fc'}bw\ d = \frac{1}{6}\times\sqrt{24}\times800\times290\times10^{-3} = 189.427$ KN

$\Phi\ V_c = \Phi\ \frac{1}{6}\sqrt{fc'}bw\ d = 0.75\times\frac{1}{6}\times\sqrt{24}\times800\times290\times10^{-3} = 142.07$ KN

➔ $V_{s,\ min}$ is the maximum of:

$$\mathbf{v_{s,min} = \frac{1}{16}\sqrt{fc'}b_w\ d} = \frac{1}{16}*\sqrt{24}*800*290*10^{-3} = 71.0352\ \text{KN}$$

$$\mathbf{v_{s,min} = \frac{1}{3}b_w\ d} = \frac{1}{3}\ 800*290*10^{-3} = \mathbf{77.33\ KN\ Control}$$

➔ $\Phi\ (V_c + V_{s,min}) = 0.75\ (142.07 + 77.33) = 164.55$ KN

$V_s` = \frac{1}{3}\sqrt{fc'}b_w\ d = \frac{1}{3}\times\sqrt{24}\times800\times290\times10^{-3} = 378.854$ KN

➔ $\Phi\ (V_c + V_s`) = 0.75(142.07 + 378.854) = 390.693$ KN

∴ $\Phi\ (V_c + V_{s,min}) < V_u \leq \Phi\ (V_c + V_s`)$

164.55 KN < 252.2 KN ≤ 390.693 KN

➔ Minimum shear reinforcement is provided A_v with,

$$s_{max} \leq \frac{d}{2} \quad \text{or} \quad s_{max} \leq 600\ mm$$

∴ Use 4 leg Φ 10 for stirrups:

➔ $$S = \frac{A_v f_{yt}\, d}{v_s}$$

$\mathbf{A_v} = 4 * \frac{\pi * 10^2}{4} = 314.2\ mm^2$

$\mathbf{V_s} = \frac{v_u}{\emptyset} - \mathbf{V_c} = \frac{252.2}{0.75} - 189.427 = 146.839\ KN$

$$S = \frac{314.2 * 250 * 290}{146.839 * 1000} = 155.13\ mm$$

$s_{max} \leq \frac{d}{2} = \frac{290}{2} = 145\ mm$

∴ Select S = 150 mm.

➔ So, we will Take (4 legs stirrups) Ø10 @ 150 mm.

➔ Check For dimensions: -

$V_{s,\,max} = \frac{2}{3}\sqrt{fc'}bw\,d = \frac{2}{3} \times \sqrt{24} \times 800 \times 290 \times 10^{-3} = 757.708\ KN$

$V_s < V_{s,\,max}$

$146.839\ KN < 757.708\ KN$

Therefore, the section is large enough.

1.1.1. Calculation of Loads act on Column (C10)

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

Dead Load = (Service Dead reaction from B16 B.F Floor) + (Service Dead reaction from B16 G.F Floor) + (Service Dead reaction from B7 1st Floor) +(Service Dead reaction from B7 2nd Floor) + (Service Dead reaction from B7 3rd Floor) + (Self weight of the column x 2)

DL = (286.01) + (338.71) + (338.71) + (169.81) + (431.108) = 1564.32 kN

Live Load == (Service Live reaction from B16 B.F Floor) + (Service Live reaction from B16 G.F Floor) + (Service Live reaction from B7 1st Floor) +(Service Live reaction from B7 2nd Floor) + (Service Live reaction from B7 3rd Floor)

LL = (169.86) + (178.97) + (178.97) + (59.18) + (29.375) = 616.355 kN

Factored loads (Pu)

Pu = 1.2 DL + 1.6 LL = 1.2 x 1564.32 + 1.6 x 616.355 = **2863.352 kN**

1.1.2. Calculation of Required Dimension of Column (C20)

Total load Pu =**2863.352 kN**

Pn = 2863.352 /(0.65) = 4405.1569 KN

Assume $\rho g = 2.0\ \%$

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

$4405.1569 * 10^{-3} = 0.8 * Ag[0.85 * 24 + 0.02 * (420 - 0.85 * 24)]$

$Ag = 0.19394\ m^2$

∴ **Select 60*50cm with Ag = 3000 cm².**

- **Check Slenderness Effect :**

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

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

Where :

Lu: Actual unsupported (unbraced) length = 3.25 m

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

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

System about X

$$\rightarrow \lambda = \frac{1 * 3.20}{0.3 * 0.5} = 21.333$$

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

∴ Short about X . $\lambda = 21.333 < 22$

System about Y

$$\rightarrow \lambda = \frac{1 * 3.20}{0.3 * 0.6} = 17.778$$

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

∴ Short about $\lambda = 17.778 < 22$

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

1.1.3. Calculation 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 =2863.352 KN

$2863.352 * 10^3 = 0.65 * 0.8 * 500 * 600\{0.85 * 24 + \rho g(420 - 0.85 * 24)\}$

$\rho_g = 0.0024 < \rho_{min} = 0.01$ & $< \rho_{max} = 0.08 \Rightarrow$

As req = 0.01 *600 *500 =3000 mm^2

∴ **Use 12 Ø 18 with As = 3053.63 mm^2 >As $_{req}$ = 3000mm^2**

- **Check spacing between the bars :**

$S = \frac{600-2*40-2*10-4*18}{3} = 142.67\ mm$

S =142.67 mm $\geq 40mm$

$\geq$ 1.5db =27 mm

1.1.4. Determination of Stirrups Spacing

According to ACI :

$S \leq$ 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 $= 50$ cm

∴ **Select Ø 10/20cm**

Column (C10) Section is shown in figure(4-11) where bars arrangmenet and stirrups detailing appear :

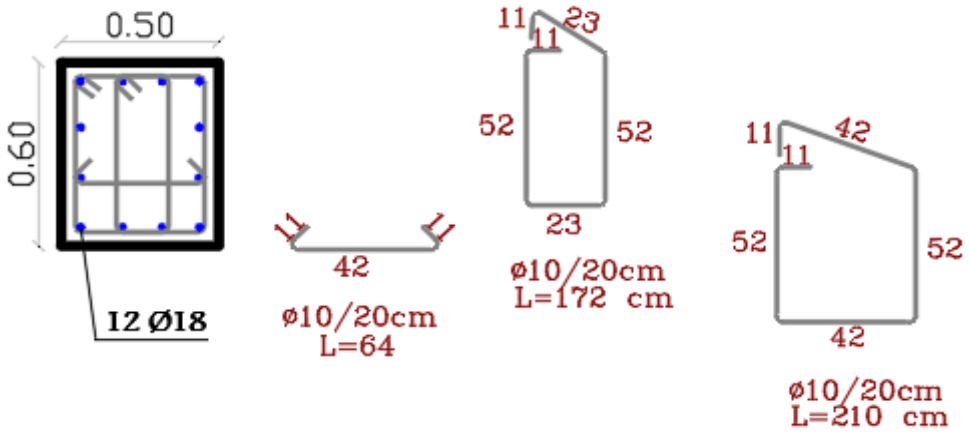


FIGURE (4-12): C10 REINFORCEMENT DETAILS

DESING OF SHEAR WALL تصميم الجدار للمستشفى (9-4)

تصميم جدار القص للمستشفى (9-4-1)

1.2.1 Design of Shear Wall

Analysis and design were done using ETABS program in which the seismic loads were taken into account. The following is a sample calculation for one of the walls, S.W2.

The following data that used in design :

- Shear Wall thickness = h = 25 cm
- Shear Wall length Lw = 3.15 m
- Building height Hw= 10.50 m
- Critical section shear :
  Lw / 2 = 1.575 m
  hw / 2 = 5.25 m

  Lw<hw
  → d =0.8*Lw =2.52 m

1.1.5. Design of Horizontal Reinforcement

Calculation of Shear Strength Provided by concrete Vc:

- Shear Strength of Concrete is the smallest of :

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

$= \frac{1}{6}\sqrt{24} \times 250 \times 2500 = \mathbf{510.310\ kN} \ll$ Controlled

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

$= \frac{\sqrt{24} \times 250 \times 2500}{4} + 0 = 765.466\ kN$

3- $Vc = \left[0.05\sqrt{fc'} + \frac{Lw\left(0.1\sqrt{fc'} + \frac{0.2Nu}{Lw.h}\right)}{\frac{Mu1}{Vu} - \frac{Lw}{2}}\right] \times \frac{h \times d}{10}$

Where :

- Mu1= 355.5 kN.m

- $\frac{Mu1}{Vu} - \frac{Lw}{2} = \frac{355.5}{671} - \frac{3.25}{2} = -1.095 < 0$ → This equation is not applicable

$\therefore Vc = 636.867$ kN $\rightarrow \emptyset Vc = 477.65 < Vumax^1 = 671$ kN →Horizontal Reinforcement is Required.

$\rightarrow Vs = \frac{Vu}{\emptyset} - Vc = \frac{671}{0.75} - 636.867 = 257.79$ kN

$\rightarrow \frac{Avh}{s} = \frac{Vs}{fy*d} = \frac{257.79*10^3}{420*2520} = 0.236$

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

→ Avh : For 2 layers of Horizontal Reinforcement
Select Ø10 :

Avh = 2 *79 = 158 mm^2

$\frac{Avh}{s} = 0.625 \rightarrow Sreq = \frac{158}{0.625} = 252.8\ mm$

Smax= Lw/5 = 3150/5 = 630 mm

= 3h = 3*250 =750mm

$= 45cm \ll$ Controlled.

∴ **Select Ø10 @ 200 mm at each side .**

1.1.6. Design of Vertical Reinforcement

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

$\frac{hw}{lw} = \frac{17}{3.15} = 5.397 > 2.50$

$\rightarrow \frac{Avv}{Sver} = [0.0025 + 0.5\ (0)(\frac{2*79}{250*250} - 0.0025)] * 250$

$\therefore \frac{Avv}{Sver} = \frac{Vs}{fy*d} = \frac{257.79}{420*2.52} = 0.24$

→ Smax = Lw/5 = 3150 / 5 = 630 mm

= 3h = 3*250 =750mm

$= 45cm \ll$ Controlled.

→ Select Ø12 :

Avv = 2 *113.1 = 226 mm^2

$$\frac{Avv}{s} = 0.5 \rightarrow Sreq = \frac{226}{0.5} = 452 \text{ mm}$$

∴**Select Ø12 @ 150 mm at each side.**

1.1.7. Design of Bending Moment

Moment diagram were obtained from ETABS [See Appendix – Page]

→ Max Mu =1952 kN.m

→ Part of Moment that resisted through Avv :

Muv =0.9 [0.5*Asv*fy*Lw (1-$\frac{Z}{2\,Lw}$)]

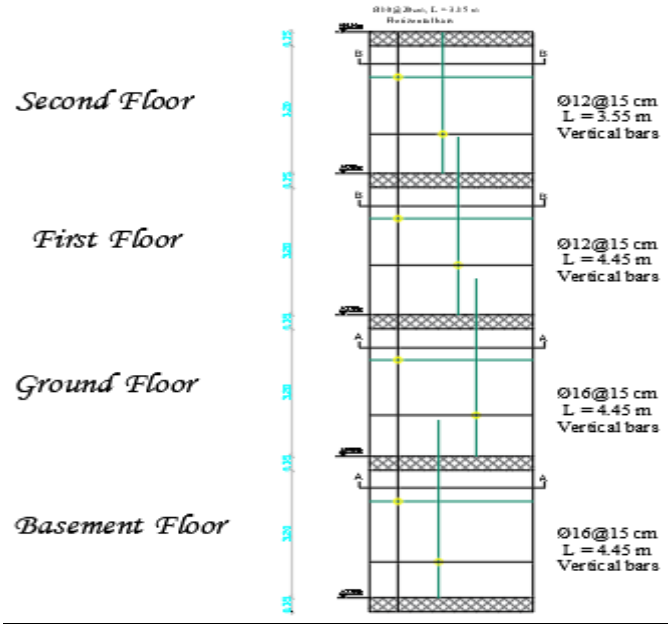
Where :

- Asv=2 * 201.1 * $\frac{3150}{250}$ = 5067.72 mm^2
- $\frac{Z}{Lw} = \frac{1}{2+\frac{0.85*\beta1*fc'*Lw*h}{Asv*fy}} = \frac{1}{2+\frac{0.85*0.85*24*3150*250}{5067.72*420}} = 0.1188$

∴ Muv = 0.9 [0.5*5067.72*420*3150 (1- $\frac{0.071}{2}$)] = 2837.85 kN.m

Muv = 2837.85 kN.m > Mu =1952 kN.m

 # So, Boundary Element is not required.



DESING OF SHEAR WALL تصميم الجدار للمستشفى (9-4)

تصميم جدار التسوية للمستشفى (9-4-2)

1.2.2 Design of Basement Wall

Loads on basement wall:

q1 = $\gamma * h * k0$

k0 = 1 – sin 30 = 0.5

$q1$ = 18 ∗ 3.20 ∗ 0.5 = 28.8 $Kn/m2$

qu ($Factored\ Load$) = 1.6 ∗ $q1$ = 1.6 ∗ 28.8 = 46.08 $KN/\ m2$

$hwall$ = 30 cm

Design of shear force:

From atir Vu = 61.46 KN

d = 300 – 20 – 12/ 2 = 274 mm

$\emptyset\ Vc$ = 0.75 √fc'/ 6 $bw * d$ = 0.75 ∗(√24/ 6)∗ 1000 ∗ 274 = 167.8 $KN > Vu$

∴ h = 30 cm → thickness is enough

Design of the reinforcement concrete:

Design of the Vertical reinforcement in tension side:

Max Mu from Atir = 55.78 KN.m.

$\boldsymbol{Rn}$ = $\boldsymbol{Mn/\ \emptyset bd2}$ = 55.78 / 0.9 ∗ 1000 ∗ 274**2** = 0.826 Mpa.

m = $\boldsymbol{fy\ /\ 0.\ 85fc'}$ = 420/ 0.85* 24 = 20.59

$\boldsymbol{\rho} = \mathbf{1}/\boldsymbol{m}\,(\mathbf{1} - \sqrt{\mathbf{1} - \mathbf{2}.\,\boldsymbol{m}.\boldsymbol{Rn}/\mathbf{420}}) = 1/20.59\,(1 - \sqrt{1 - 2 * 20.59 * 0.826/420}) = 0.001$

$\boldsymbol{As} = \boldsymbol{\rho bd} = 0.001 * 1000 * 27.4 = 2.74\ cm2/\text{m}$

$As, \boldsymbol{min} = \mathbf{0}.\,\mathbf{0012}\boldsymbol{bh} = 0.0012 * 1000 * 30 = 3.6\ cm2/\text{m}$

$\boldsymbol{As}, \boldsymbol{min} = 3.6\ cm2/m > \boldsymbol{As}, \boldsymbol{req} = 2.74\ cm2/\text{m}$

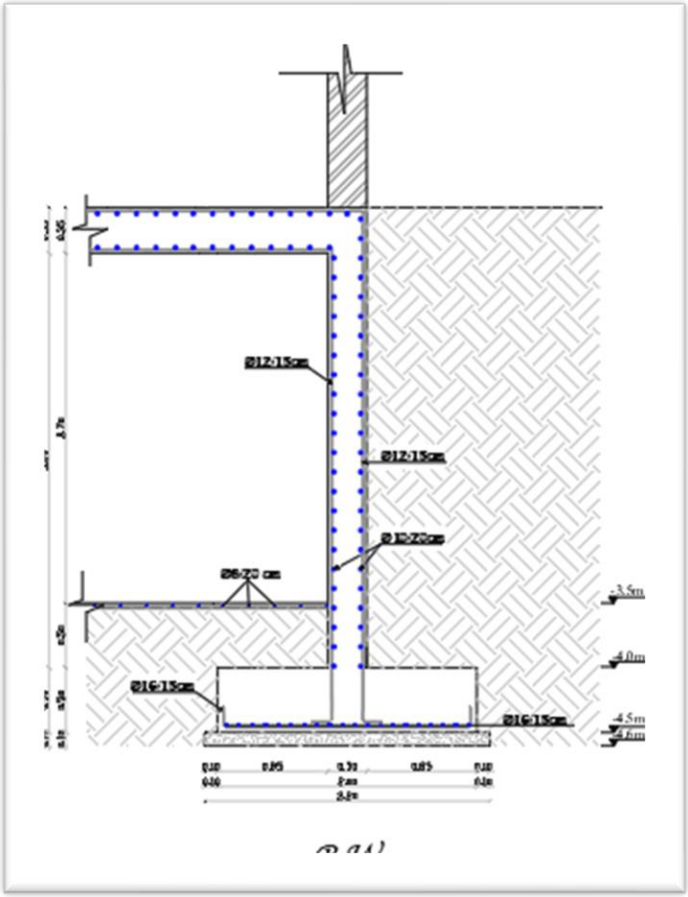
Select Ø12 / 15 cm, with As provided = 3.95 $\boldsymbol{cm}2$

Design of the horizontal reinforcement in tension side:

For One layer:

$\boldsymbol{As}, \boldsymbol{min} = \mathbf{0}.\,\mathbf{0012}\boldsymbol{bh} = 0.0012 * 1000 * 30 = 3.6\ cm2/m$

Select Ø10 / 20 cm, with As provided = 3.95 $\boldsymbol{cm}2$/m



DESING OF Footing تصميم الأساس للمستشفى (9-5)

1.2. Design of Isolated Footing (F1)

Loads that act on footing F1 are :

- PD =2051.35 kN, PL = 806.3 kN → Pu= 1.2 * 2051.35 + 1.6*806.3 =3751.7 kN

The following parameters are used in design :

- γ concrete = 25 kN/m^3
- γ soil = 18 kN/m^3
- σ_{allow} = 400 kN/m^2
- $Service\ Surcharge$ = 5 KN/m2

1-Design of Bearing Pressure.

Assume h = 85cm

For (1m^2) under the footing

Weight of soil = 18 x 1 = 18 kN/m^2

Weight of footing = 25 x 0.85 = 21.25 kN/m^2

Total surcharge load on foundation: W = 21.25 + 18 + 5 = 44.25 kN/m^2

Net allowable bearing pressure ($\sigma_{b\text{-}allowable}$) = 400 – 44.25 = 355.75 kN/m^2

Required sizes : $A = Pn / qa$ net = 2051.35 + 806.3 / 355.75 = 8.03 m2

$$L = \sqrt{8.03} = 2.83\ m$$

$$\frac{Pu}{A} \leq 1.4x\ \sigma_{b\text{-}allowable\text{-}net}$$

Pu = 2893.98 KN

$$qu = \frac{3751.7}{2.83*2.83} = 468.44\ kN/m^2 \quad < 1.4x355.75 = 498\ kN/m^2$$

So, the selected dimensions are O.K.

2-Design of Reinforced Concrete.

a. Design of One Way Shear.

Depth of footing will be selected so that (ØVc > Vu) No shear reinforcement is required.

Vu=qub(L/2-a/2-d)
assume Vu= ØVc

$$Ø\ Vc = 0.75 \times 1/6 \times \sqrt{(fc')} \times b \times d = 0.75 * 1/6 * \sqrt{24} * 2400 * d$$

$$468.44 * 2.83 / 0.75 (2.83/ 2 - 0.6/ 2 - d) = 1/ 6 * \sqrt{24} * 2830 * d \rightarrow d = 0.4$$

Assume cover 75 mm, and steel bars of Ø 18

$$h = 400 + 75 + 18 = 495 mm \ , take\ h = 500\ mm$$

$$d = 800 - 75 - 18 = 707\ m$$

b. Design of Two-Way Shear.

$$Vu = 468.44 (2.83 * 2.83 - (0.6 + 0.707)(0.5 + 0.707)) = 3012.702 \text{ KN}$$

$$b_o = 2(0.6 + 0.707) + 2(0.5 + 0.707) = 5.02$$

$$\beta = 600 /500 = 1.2, \quad , \qquad \alpha_s = 40.$$

$Vc = 16 (1 + 2\beta) \sqrt{fc'} b$ $\qquad$ $where$ 16 (1 + 2*1.2) = 0.444

$Vc = 1/12(\alpha sd/b_o + 2) \sqrt{fc'} b_o d$ $\qquad$ $where$ 1/12 (40* 0.707/5.02+ 2) = 0.636

$Vc = 1\ 3 \sqrt{fc'} b_o d$ $\qquad$ $where$ 1 /3 = 0.333 – $Control$

$$Take\ Vc = 0.333 \sqrt{fc'} b_o d = 0.333\sqrt{24} * 5020 * 705 * 10{-}3 = 5773.55\ KN$$

$$Ø Vc = 0.75 * 5773.55 = 4330.16\ KN > Vu = 3012.702 \text{ KN} - Ok$$

h = 85 cm is O.K & Thickness is enough

1.2.1.Design of flexure Reinforcement :-

Mu = 468.44 * 2.83 * 1 * (1 / 2) = 662.843 kN.m

d = 850 – 75 – 18/2 = 7 6 6 mm.

→ m = $\frac{Fy}{0.85*Fc'} = \frac{420}{0.85*24} = 20.6$

→ Mn = $662.843/0.9$= 736.492 kN.m

→ Rn = $\frac{Mn}{b*d^2} = \frac{736.492*10^6}{2830*766^2}$ = 0.44353 MPa

→ $\rho = \frac{1}{m} * (1- \sqrt{1 - \frac{2*KN*m}{Fy}})$

$= \frac{1}{20.6} * (1- \sqrt{1 - \frac{2*0.44353*20.6}{420}})$ =0.00107

→ Asreq = $\rho * b * d =$ 0.00107 * 2830 * 766 = 2319.525 mm^2

→ As (min) = 0.0018*b*h = 0.0018*2830 * 766 = 3902 mm^2

→ Asmin > As (req)

Use Ø16 then, # Of bars $\boldsymbol{As,req/\ As}$Ø16 = 2319.525 / 201.1 = 18

∴ **Select for both directions: 18Ø16 with As = 3619.114 mm^2 > Asmin … (ok)**

$\boldsymbol{S}$ = 2830 − 75 * 2 − 18 * 16 / 17 = 140.706 mm

Step (s) is the smallest of:

1. $3h$ = 3 * 850 = 2550 mm
2. 450 mm − $Control$

S = 140.706 mm < $Smax$ = 450 mm

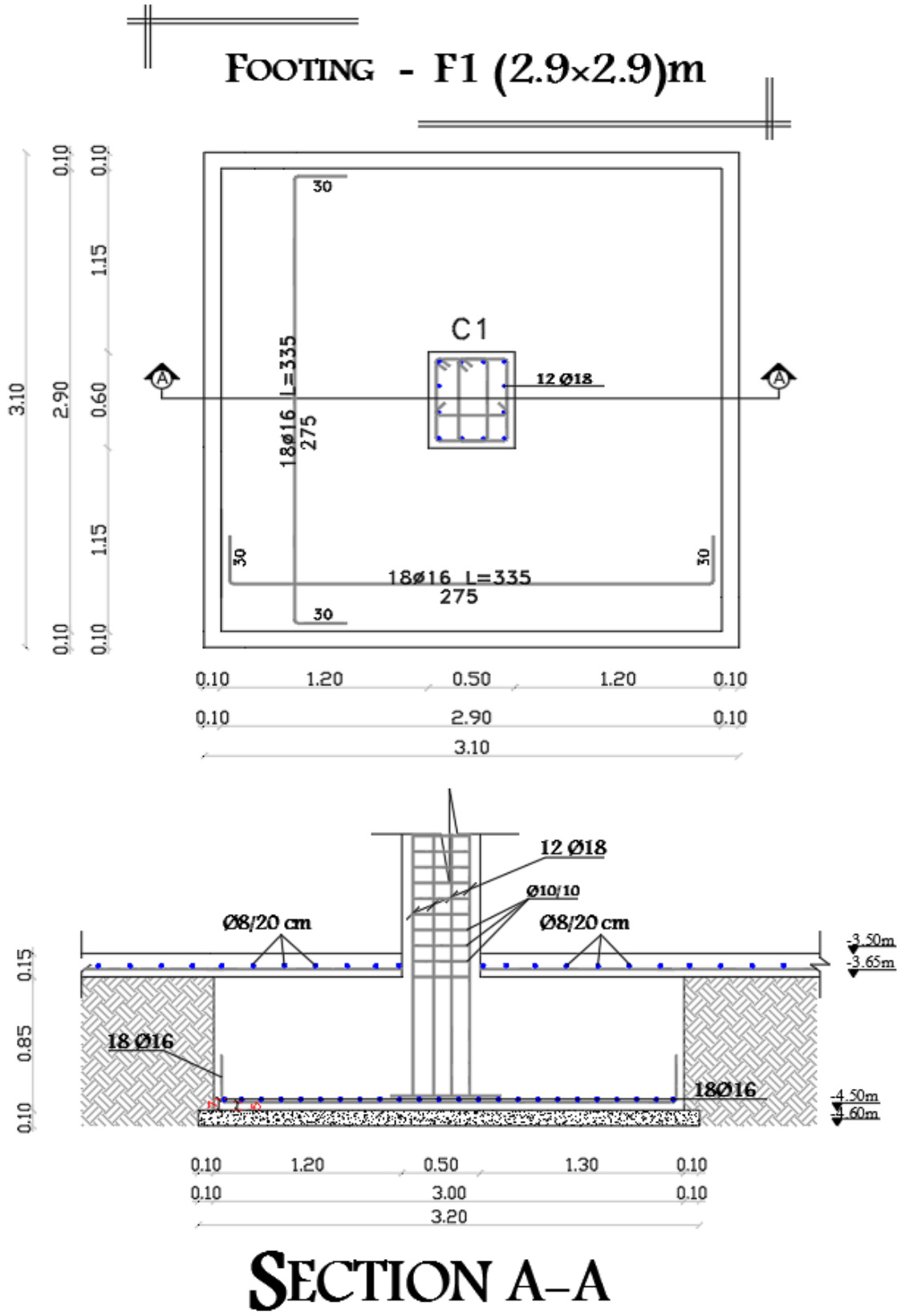


Figure (4 - 13): Isolated Footing Reinforcement Details

DESING OF STAIR تصميم الدرج للمستشفى (4-10)

1.3. Design of Stair (S1) :-

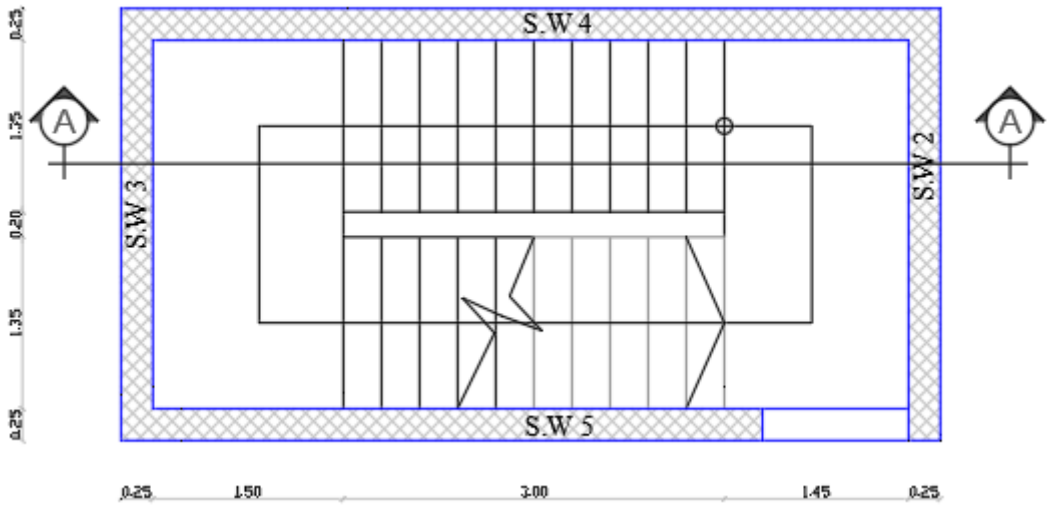


FIGURE (4- 14): STAIRS TOP VIEW

Design of flight

The structural system of the flight is shown in figure (4-15) and the following steps explain the design procedure of the flight :

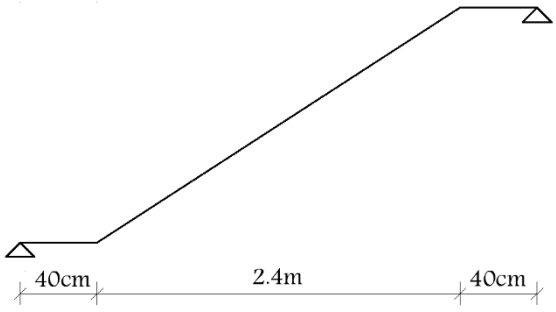


FIGURE (4- 15): STRUCTURAL SYSTEM OF FLIGHT

1. Determination of flight thickness :

Limitation of deflection: h ≥ minimum h

h (min) = L/20 = 300/20 = 15cm

∴ Select h = 15 cm, but shear and deflection must be checked

Angle (α): tan(α) = 16.7/30 → α = 29°

1. Loads calculation :

Figure (4-16) shows a section in the flight in which the layers carried by the flight appear.

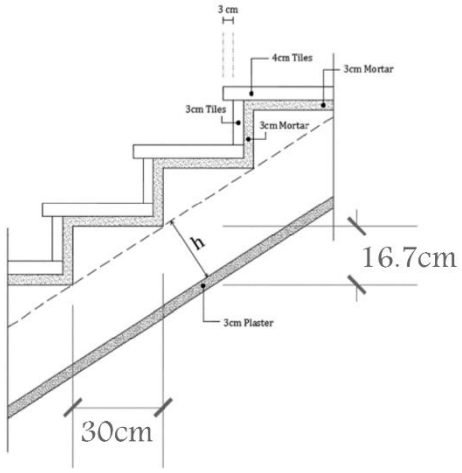


FIGURE (4- 16): SECTION OF THE FLIGHT

Table(4- 1): Calculation of Dead Loads that act on Flight

Flight Dead Loads
Flight = (0.15 * 25* 1)/ cos(29) =4.28 kN/m
Plaster = (0.03 * 22* 1)/ cos(29) =0.75 kN/m
Hor.Mortar =0.03*22*1 =0.66 kN/m
Ver.Mortar = 0.03*22*($\frac{0.167}{0.3}$) = 0.36 kN/m
Hor.Tiles = 0.04*23*($\frac{33}{30}$) = 1 kN/m
Ver.Tiles = 0.03*23*($\frac{0.167}{0.3}$) = 0.38 kN/m
Triangle =0.5*0.167*25 =2.08 kN/m
Sum=9.51 kN/m

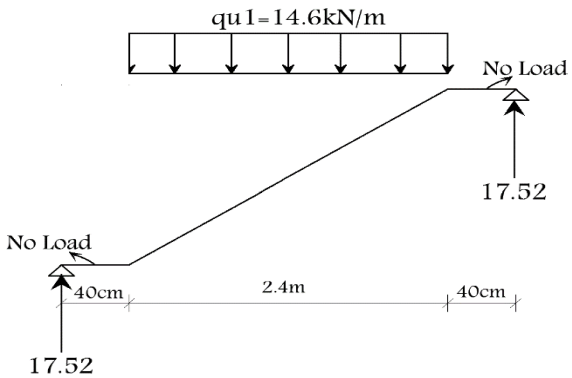
Factored Loads :

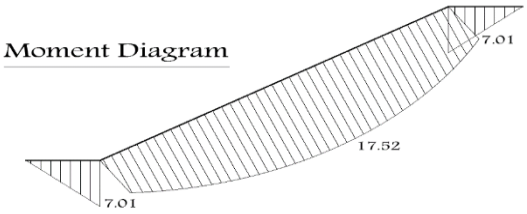
qu= 1.2 *9.51 + 1.6*2 = 14.6 kN/m

Vu= 14.6*2.4/2 = 17.52 kN

2. Analysis :

The following figures show shear and moment Diagrams resulted from analysis of the flight :





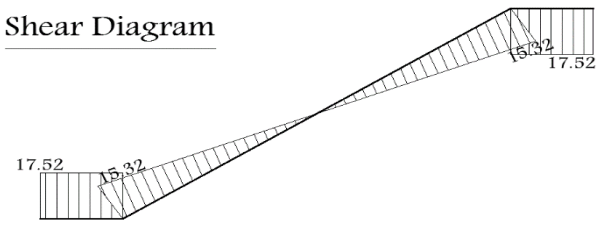


FIGURE (4- 17) :ANALYSIS OF THE FLIGHT

4. Design :

- **Design of Shear Force :**

d=150-20-(12/2) = 124 mm

$Ø \times Vc = 0.75 * \frac{1}{6} * \sqrt{Fc'} * bw * d$

$= 0.75 * \frac{1}{6} * \sqrt{24} * 1000 * 124$

= 75.9 kN > Vu max = 15.32 kN

∴ No Shear Reinforcement is Required#

- **Design of Bending Moment :**

→ $m = \frac{Fy}{0.85 * Fc'} = \frac{420}{0.85 * 24} = 20.6$

→ $Rn = \frac{Mu/\emptyset}{b * d^2} = \frac{\mathbf{17.52} * 10^6 / 0.9}{1000 * 124^2} = 1.26$ MPa

→ $\rho = \frac{1}{m} * (1 - \sqrt{1 - \frac{2 * Rn * m}{Fy}}) = \frac{1}{19.6} * (1 - \sqrt{1 - \frac{2 * 1.26 * 20.6}{400}}) = 0.0031$

→ $As req = \rho * b * d = 0.0031 * 1000 * 124 = 384.4\ mm^2$

→ As min = 0.0018 *1000*16.7 = 300.6 mm^2

∴ Select **Ø12/20 with As = 565 mm^2** > As req …. For Main Reinforcement

For secondary Reinforcement select **Ø10 /20 with As=395 mm^2** = As min

→ Check Spacing :

20cm < **S max** = 3 * 15 = **45 cm … ok**

< **45 cm**

→ Check Strain:

C = T

0.85*fc'*a*b = As*fy

0.85*24*a*1000 = 300.6 *420

a = 5.89 mm → c = a/β = 5.89/0.85 = 6.18 mm

$\varepsilon_s = \frac{0.003 * d}{c} - 0.003 = \frac{0.003 * 124}{6.18} - 0.003$

∴ $\boldsymbol{\varepsilon_s}$ **= 0.057 > 0.005 …. Ø = 0.9 (OK)**

Design of Landing

The structural system of the landing is shown in figure (4-18) and the following steps explain the design procedure of it :

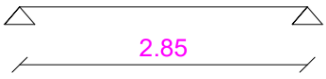


FIGURE (4- 18):STRUCTURAL SYSTEM OF LANDING

- Determination of Landing thickness :

Limitation of deflection:

h ≥ minimum h

h (min) = L/20 = 285/20 = 14.25 cm

∴ Select h = 15 cm , but shear and deflection must be checked

- Loads calculation :

Figure (4-26) shows a section in the landing in which the layers carried by the landing appear.

Table(4- 2):Calculation of Dead Loads that act on Landing

Landing Dead Loads
Tiles = 0.03*23*1=0.7 kN/m
Mortar = 0.03*22*1=0.4 kN/m
Sand = 0.07*16*1=1.1 kN/m
Slab = 0.15*25*1=3.75 kN/m
Plaster = 0.02*22*1=0.4 kN/m
Sum = 6.35 kN/m

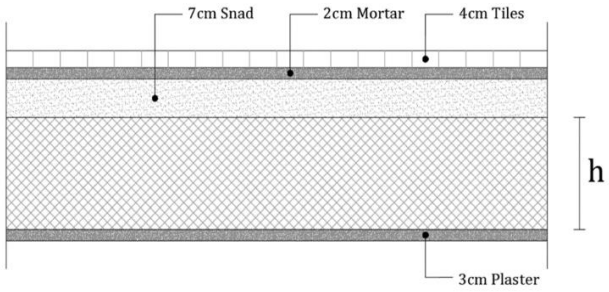


FIGURE (4- 19):SECTION OF THE LANDING

Factored Loads :

qu = 1.2*6.35+1.6*2 = 10.82 kN/m

The landing carries (dead load & live load of landing + support reaction resulted from the flight)

qu = 10.82 + Support reaction of flight = 10.82 + 17.52 = **28.34 kN/m**

→ **Analysis :**

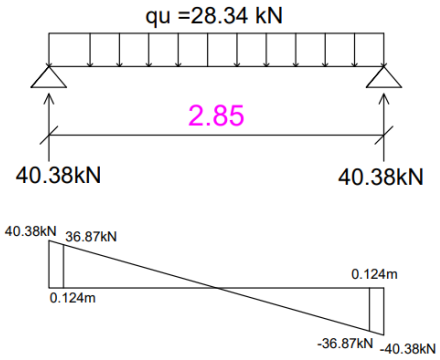


FIGURE (4- 20):ANALYSIS OF LANDING

d= 150-20-(14/2) = 124mm

Vumax= 40.38 – (28.34*0.124) = **36.87 kN**

Shear Force Design :

d=124mm & Vu max=36.87 kN

Ø×Vc = 0.75 * $\frac{1}{6}$*$\sqrt{24}$ * 1000 * 124=75.9kN > Vu max = 36.87 kN

∴No Shear Reinforcement is Required#

→ **Bending Moment Design : (Mu max = 28.77 kN.m)**

- m = 20.6
- Rn = $\frac{28.77 * 10^6/0.9}{1000*124^2}$ = 2.08 MPa
- $\rho = \frac{1}{20.6} * (1- \sqrt{1 - \frac{2*2.08*20.6}{420}}) =$ 0.00523
- Asreq = $0.00523 * 1000 * 124 =$ 649.1 mm^2
- As min = 0.0018 *1000*150 = 270 mm^2

∴ Select **Ø14/15cm with As** = $\frac{\pi*14^2}{4} * \frac{100}{15}$ **= 753 mm^2** > As req …. For Main Reinforcement

- Check Spacing :

15cm < **S max** = 3 * 15 = **45 cm … ok**

< 45cm

- Check Strain:

$$C = T$$

$$0.85*fc'*a*b = As*fy$$

$$0.85*24*a*1000 = 753 *420$$

$a = 15.5$ mm $\rightarrow$ $c = a/\beta = 15.5/0.85 = 18.24$ mm

$$\varepsilon_s = \frac{0.003*(124-18.24)}{18.24}$$

$\therefore$ **ε_s = 0.0174 > 0.005 …. Ø = 0.9 (OK)**

The following figure shows section A-A of the stairs in which reinforcement detailing appears .

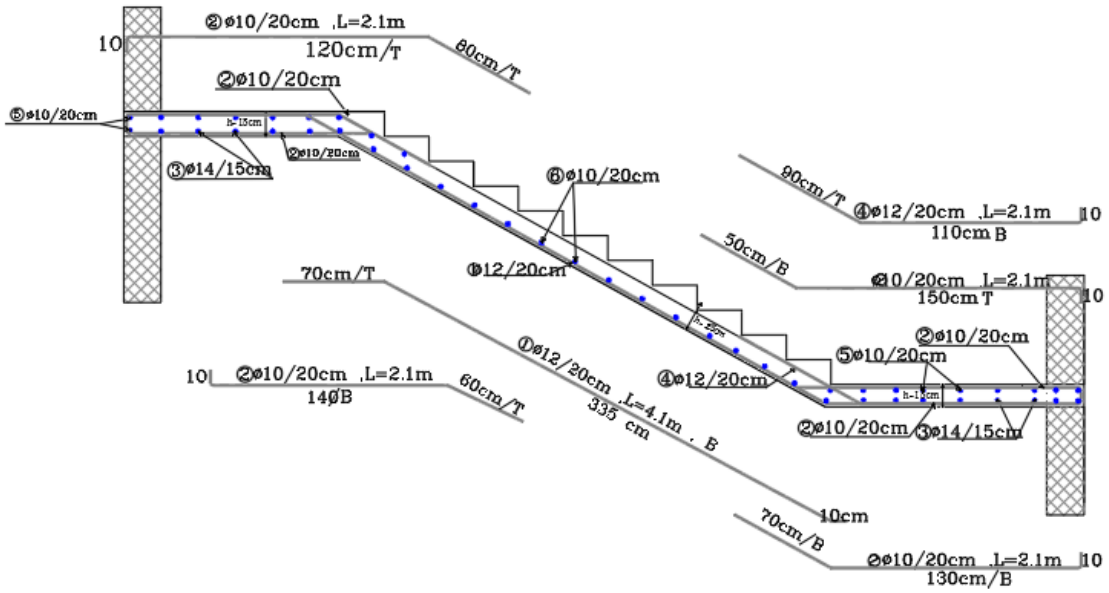
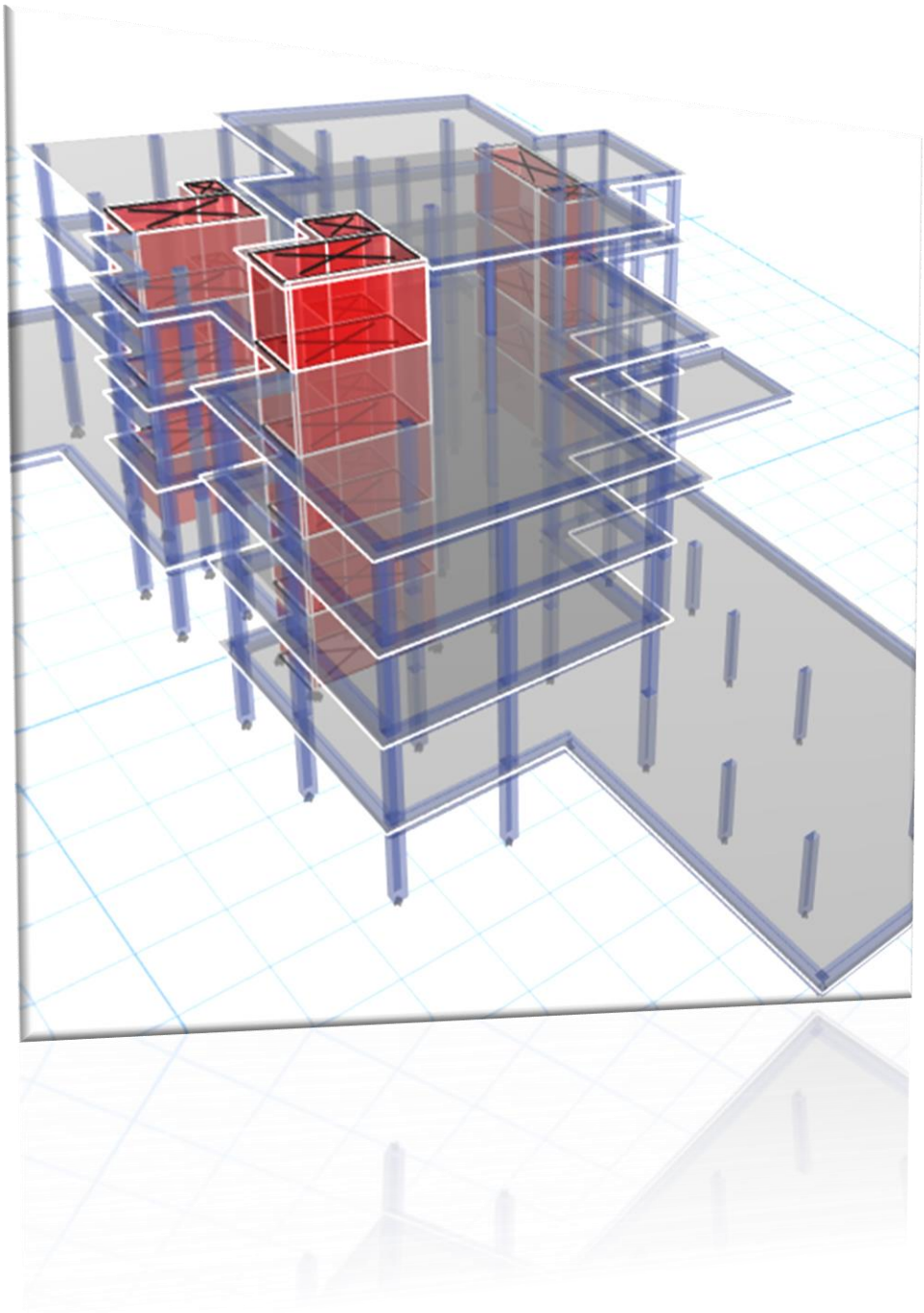
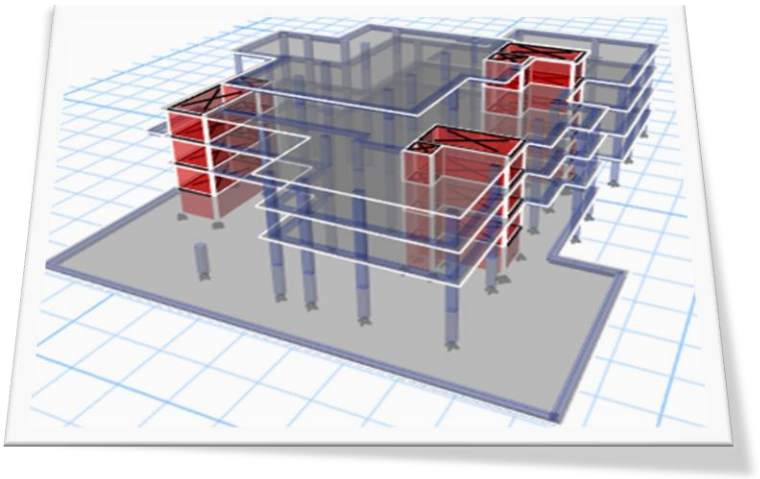


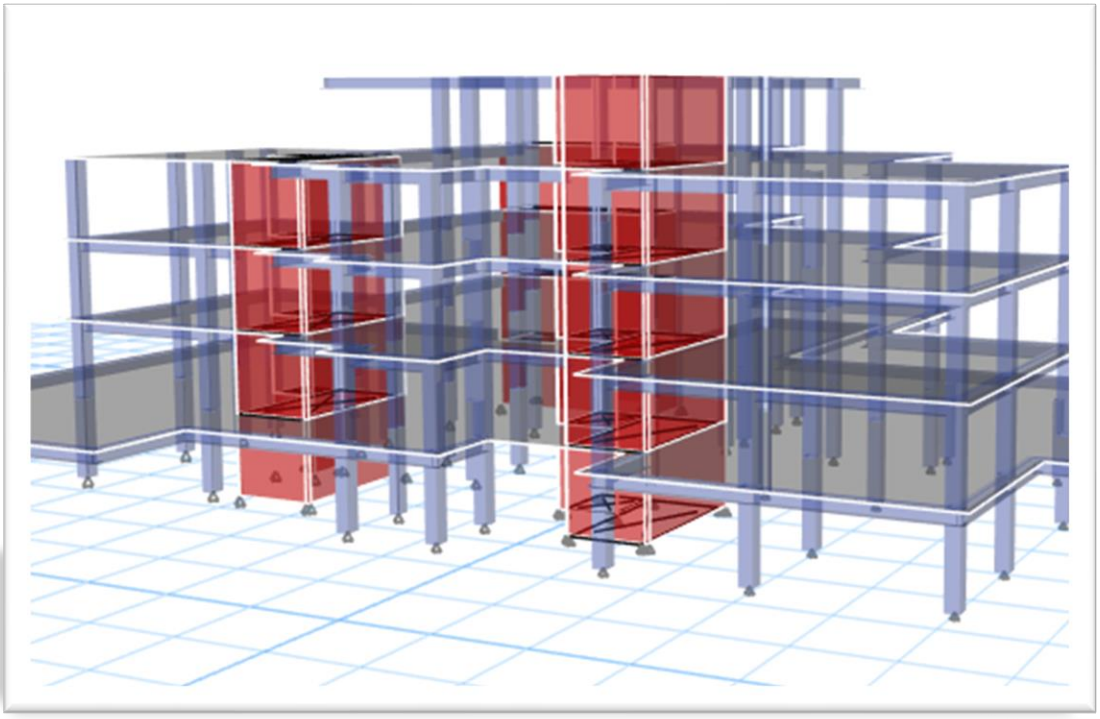
Figure (4- 21):Reinforcement Details of Stairs

❖ **Modeling For Project from ETABS Programm :-**

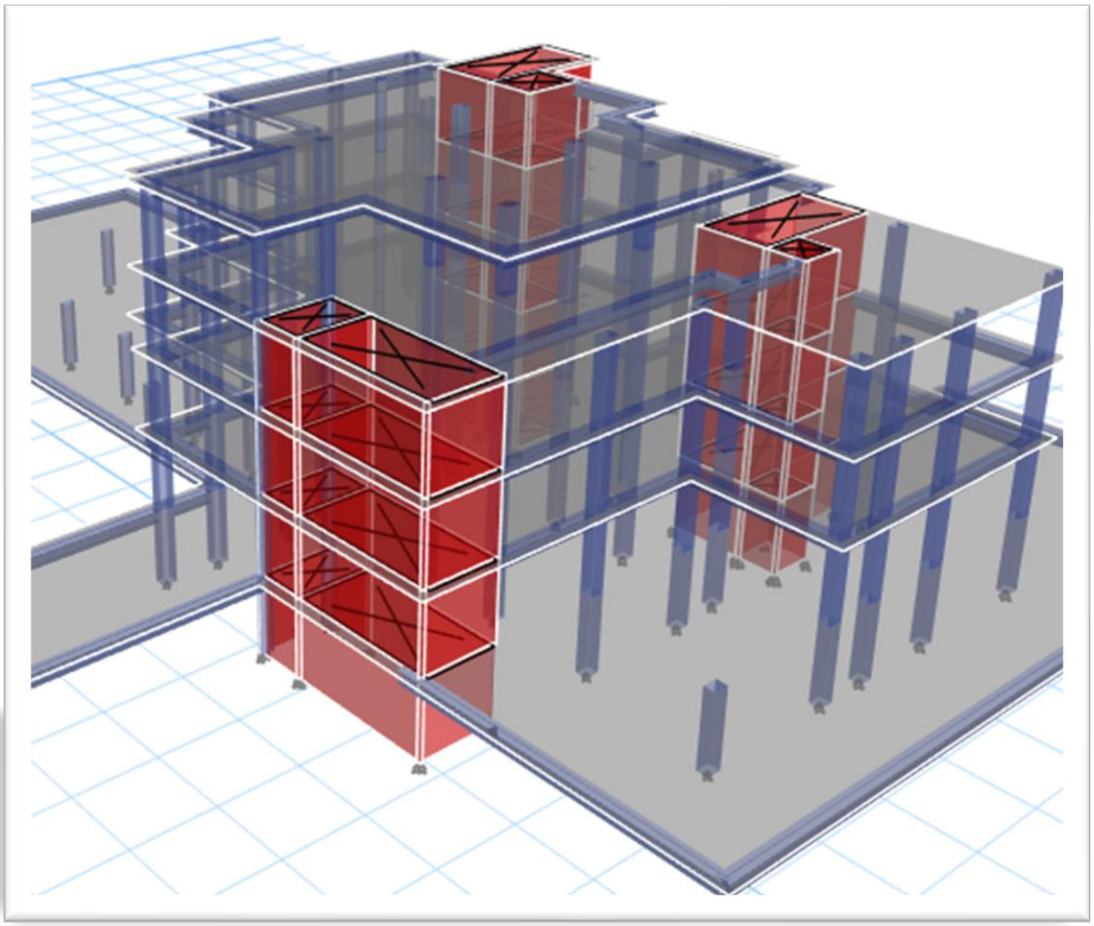


❖ **Modeling For Project :-**





❖ **Modeling For Project :-**



❖ References :-

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

[2] Building code requirements for structural concrete (ACI-318-14), USA: American

[3] Concrete Institute, 2014.

Uniform Building Code : UBC -97 code .

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