

التصميم الأمثل للهيكل العنكبوتية المنفذة في مجمع جامعة كركوك

حماد ضاري مرعي قوباد صباح حبيب
كلية الهندسة - جامعة كركوك

الخلاصة

يتضمن البحث دراسة نظرية تحليلية عن المشاكل والمعوقات المرافقة لتنفيذ الهيكل العنكبوتية المنفذ في مجمع جامعة كركوك من الناحيتين الإنسانية والمعمارية ووضع الحلول المناسبة لها والمستندة على أسس علمية مبنية على المدونات والمحدّدات العالمية (ACI/2003&ASTM) كذلك تم اجراء إعادة تحليل وتصميم هذه الهيكل باستعمال برنامج STAAD PRO 2006 لمقارنة النتائج التصميمية مع التصاميم المنفذة. يهدف البحث لتكوين صورة واضحة لدى المصمم مبنية على واقع تطبيقي قبل تصميم مثل هذه الأنواع من السقوف المعلقة وأخذها بنظر الاعتبار عند التصميم . حيث وجد استعمال كميات حديد تسليح مبالغ فيه واستعمال اقطار كبير نوعاً مما سبب صعوبات اثناء التنفيذ كذلك وجد ان هذه الهيكل ذات كلف اقتصادية عالية جداً كذلك وجد ان الناحية الصوتية والضوضاء لم تؤخذ بنظر الاعتبار عند التصميم ولم توضع طريقة محددة لمعالجة وإنهاء هذه الهيكل.

المقدمة

العمارة أو المنشأ هي فن إنتاج البيئة الإنسانية المادية، وهي تعنى بالفضاء والشكل (space & form) في جانبيها الوظيفي والجمالي، والمعمار لأجل أن يصمم في الوقت الحاضر فهو في معضلة لأنّه يحتاج أن يستوعب التطور الكبير الذي شمل جوانب الإنشاء للبنياني. ومن هذه الجوانب المختلفة الهيكل الإنسائي فرغم كونه لوحده لا يكون العمارة فأنه من أهم الوسائل للوصول للعمارة الجيدة (بشار، ١٩٩٠) وبدورها تستند هذه السقوف إلى أعمدة كبيرة الحجم مؤلفاً "فضاءاً" يتمثل بقاعة مدرجة تتسع لأكثر من ١٥٠ طالباً" شكل (١) إن السقف العنكبوتى اتخذ طابعاً "تصميمياً" معدداً" تتمثل بفكرة تصميمية جديدة لم تعتمد على التكرار التصميمي لأشكال (forms) معروفة في الوسط المعماري (ThimasE.Burton, 1975) ومن هنا برع دور هذا السقف معمارياً لتميزه بدرجة عالية من الجمال الحسي والتعبيرى وجمعه بين الشكل الخارجي والفضاء الداخلي وبين الهيكل الإنسائي والمواد الإنسانية من أجل إطفاء

الروح أو التعبير إلى مجموعة هذه الماديات. ورغم أن النظم الإنسانية الكبيرة تخضع لقواعد إنسانية دقيقة يجب التزام المعمار بها إلا أن هذا لا يعني إنتاج وتكرار عدد معين فقط من الأشكال. وإن القيد الإنسانية قد تتلاش لأن مجرد التفكير في هذه المنشآت يعني التعامل المباشر مع الشكل الثلاثي الإبعاد وحيث نسبة الخلق والإبداع لها تكون أكبر مما لسوها من المنشآت الأخرى ، إضافة إلى أن الشكل الإنسائي (Structural Form) وتعبيره لا يتوصّل إليه بالحسابات الرياضية فقط بل إن للجانب الذاتي في هذه العملية أهمية كبيرة إضافة إلى العوامل الموضوعية ، حيث أنها تبقى مرتبطة وعلى درجة كبيرة بالجانب الاقتصادي من العمل (الصابونجي، ١٩٩٢) أما من الناحية الإنسانية فقد استطاع المصمم نقل الحمل الوسطي عن طريق الجسور المائلة إلى الجسر الكبير (B12) الذي يحيط بالسقف العنكبوتي ناقلاً وزنه إلى ثلاثة أعمدة (50X50) في جهة وجداران في الجهة الأخرى (2.5X0.25) وعمودان جانبيان (50X50). وتم إجراء تحليل إنسائي للسقف العنكبوتي وإجراء إعادة تصميم معتمدين على برنامج STAAD PRO 2006 وكذلك دراسة المشاكل والمعوقات التي ظهرت في مرحلة التنفيذ. للوصول لرؤيا واقعية مسبقاً يمكن الالتحاق بها عند تصميم مثل هذه السقوف.

الغاية من البحث

يهدف البحث إلى إعادة تحليل و تصميم لهذا الهيكل معتمدين على برنامج STAAD PRO 2006 و مقارنة النتائج مع التصاميم التي اعتمدت ثناء التنفيذ. كذلك تكوين صورة مسبقة واقعية لدى المصمم عن كيفية تنفيذ مثل هذه الأنواع من السقوف وعن المشاكل المرافقة لعملية التنفيذ ووضع الحلول العلمية لها معتمدين على المدونات العلمية . حيث تمت هذه الدراسة إثناء مراحل التنفيذ وكذلك تم توثيق مراحل التنفيذ بالصور الفوتوغرافية والشرح لكي تكتمل الصورة التنفيذية لدى المصمم المعماري والإنسائي والاستفادة منها مسبقاً لدى تصميم مثل هذه الأنواع من السقوف أو حتى السقوف المشابهة.

التفاصيل والمخططات المعمارية والإنسانية

١ - التفاصيل المعمارية:

يتتألف الهيكل العنكبوتي من جسور مشبكه تحمل السقف وبدورها تتصل هذه السقوف المستوية بأسطح مائلة محيطة بالسقوف المستوية المؤلفة من الجسور ذات النظام الشبكي متذبذباً

إشكال عنكبوتية والهيكل العنكبوتية المنفذة في أبنية جامعة كركوك تصنف ضمن نظم البلاطات والعتبات المشبكة (beam grid & slab systems) فهي عبارة عن مشبك من الجسور وسقف بفضاء (15x15) م م أحاطة بجسر كبير (B12) (40x90) سم يحمل هذا الجسر مجموعة من الجسور المائلة المقلوبة ترتبط من الأعلى بجسر آخر (B14) (25X75) سم يرتكز عليه مشبك من الجسور و سقف (Two way Ribbed slab). عند النظر لهذا الهيكل من الخارج فسوف تظهر الجسور المائلة المقلوبة متخذة "شكلًا عنكبوتياً" وعند النظر من الداخل فسوف تظهر السطوح المائلة والجسور الوسطية العلوية الاعتيادية.

٢- التفاصيل الإنسانية:

تبين التفاصيل الإنسانية للسقف العنكبوتية والموضحة في الشكل رقم (٢) حيث يظهر توزيع الجسور وأرقمها وموقع القطع في كل جسر حيث بينت بالتفصيل في الشكل رقم (٣) فالجسر الحامل للسقف العنكبوتى (B12) هو جسر مستطيل المقطع بابعاد (40x90) سم وبتسليح كما مبين في المخططات. يحمل هذا الجسر مجموعة من الجسور المائلة (B13) بابعاد (40X75) سم و (B14 & B15) بابعاد (25X75) سم تسند سقف مائل بسمك (15) سم كذلك المشبك العلوي (two way ribbed slab). يستند السقف العنكبوتى على خمسة أعمدة ثلاثة منها باتجاه الجزء الداخلي واثنان جانبيان) ذات مقطع مربع بابعاد (50X50) سم كما يستند على جداران في الجهة الخارجية بابعاد (250X30) سم. وجاء من السقف العنكبوتى بيرز بشكل طليق (Cantilever).

نتائج تحليل السقف العنكبوتى

نظراً لكميات التسليح الكبيرة في السقف العنكبوتى والتي تسبب عرقلة في العمل ومن أجل التأكد من هذه الكميات هي كميات فعلية أو هذه الكميات مبلغ فيها أي ان المصمم لستعمل معامل أمان عالي واقرر أحمل كبيرة عند التصميم حيث تم إعادة تحليل وتصميم هذه الهيكل باستعمال برنامج STAAD PRO 2006 للحصول على تصاميم حقيقة عن طريق معرفة كميات التسليح التي يتطلبها إنشاء الهيكل العنكبوتى والمقارنة بينها وبين الكميات التي استعملها المصمم. فقد تم تمثيل الهيكل العنكبوتى في برنامج STAAD PRO 2006 معتمدين على المخططات شكل رقم (٢) واعتبار مقاومة الانضغاط للخرسانة (25 MPa) حسب المخططات. والجدول رقم (١) يبين مقارنة بين كميات التسليح في المخططات والكميات التي تم حسابها.

مراحل التنفيذ

١- مرحلة القالب الخشبي:

وهي اول واهم مراحل تنفيذ السقف العنكبوتي حيث تتطلب هذه المرحلة وجود مهندس مدنى مشرف ذو خبرة جيدة يستطيع تحويل المخططات المعقده الى واقع كما تحتاج الى تخطيط مسبق وكذلك وجود نجار كفاء يستطيع تنفيذ هذه المرحلة. تبدأ هذه المرحلة بإنشاء قالب اسناد أولى (سكلة) تكون قوية تستطيع حمل القالب الرئيسي وزن السقف العنكبوتي (بسبب منسوب السقف العنكبوتي $7+7$ عن أرضية الإسناد). ثم يقوم المهندس بتحديد زوايا الميلان للسقوف والجسور الجانبية ونقط الالقاء والتقطاع وتكون هذه المرحلة دقيقة فأي خطأ في تحديد الزوايا ونقط التقطاع سوف ياثر على السقف بкамله ويجب استعمال قالب خشبي نظيف وجيد ولا يحذ استعمال قالب ذو أوجه صقيلة (Fair Face) بسبب ميلان الوجه الجانبية وصعوبة التصاق الخرسانة مع القالب . الإشكال (٧-٨-٩) تبين القالب الخشبي لسقف العنكبوتي . تستغرق عملية نصب وتركيب قالب خشبي لسقف عنكبوتي واحد مابين ٢ - ٣ شهر حيث تم تنفيذ اربعة سقوف عنكبوتية لثلاث نجارين مختلفين وكانت هذه الفترة معدل تنفيذه، كم يجب الاخذ بنظر الاعتبار ان وزن الهيكل العنكبوتي بعد الصب يبلغ تقريبا ٢٧٥ طنا.

٢- مرحلة التسلیح:

وهي مرحلة معقدة وصعبة لعدة أسباب أهمها استعمال اقطار حديد كبيرة نسبيا" (#20 & #25) مما يصعب ثبيتها وتشكيلها عند الانتقال من الجسور الجانبية المائلة إلى جسور السقف المستقيمة لعمل وصلات تداخل (Overlap) حسب متطلبات (ACI Code) شكل (٩-١٠) كذلك عند الاخذ بنظر الاعتبار ان بعض الجسور تتغير من جسور اعتيادية إلى جسور مقلوبة وان بعض الجسور مستمرة تكون مائلة في الجزء الجانبي ومستقيمة في الجزء العلوي. كذلك كثافة التسلیح مقارنة بمساحة مقطع الجسر خاصة جسور السقف العلوية (75x25) سم. تتطلب هذه المرحلة استعمال آلات ثي الحديد ذات الأقطار العالية. لم توضح عملية تداخل التسلیح في المخططات التصميمية حيث وضحت المخططات كل جسر لوحده. وهذا غير صحيح لوجود استمرارية في بعض الجسور ويفضل رسم مخطط تفصيلي مستمر.

٣- مرحلة الصب:

وهي آخر مرحلة من مراحل تنفيذ الهيكل العنكبوتي. يجب التحضير لها ودراسة المخططات جيداً والأخذ بنظر الاعتبار عدة نقاط منها أولاً ميلان السقوف مما يتطلب استعمال مضادات لتسريع تصلب الخلطة الخرسانية ومحتوى مائي قليل (مع المحافظة على المقاومة) لتسريع عملية تمسكها مع السقوف المائلة. ثانياً كثافة التسليح وقلة مسافات التباعد بين أقطار حديد التسليح في المقطع مما يتطلب استعمال مقاس أقصى للحصى مناسب وحسب متطلبات (ACI Code). من هذا كله يفضل اجراء تصميم خلطة خرسانية (Mix Design) خاصة للهيكل العنكبوتي واستعمال مضادات (Add Mix) مثل (Accelerator Super Plasticizers) لتسريع عملية التصلب وتقليل المحتوى المائي وزيادة قابلية التشغيل واعطاء مقاومة مناسبة وحسب المتطلبات التصميمية. كذلك يجب استعمال خباطات مركزية ومضخات كونكريتية (Concrete Pump) للسيطرة علية تجans الخلطة الخرسانية. تستغرق عملية صب سقف عنكبوتي واحد من ٩-٨ ساعات كمعدل.

المشاكل والمعوقات

- يمكن تلخيص المشاكل والمعوقات التي واجهت المنفذ أثناء إنشاء سقف عنكبوتي واحد وهي تقريراً تكررت في تنفيذ أربعة سقوف عنكبوتي تم تنفيذها لحد الآن. ومن هذه المشاكل:
- ١- إن تكلفة تنفيذ سقف عنكبوتي واحد تقدر بما يقارب ٥ مليون دينار وتستغرق فترة زمنية ما يقارب ٤ أشهر لذا فهي غير اقتصادية.
 - ٢- صعوبة تنفيذ قالب الخشبي بسبب وجود زوايا ميلان مختلفة ونقاط التقاء وتقاطع.
 - ٣- استعمال أقطار تسليح كبيرة يصعب ثبيتها.
 - ٤- صعوبة عملية إنتهاء السقوف ومعالجة التصريف والتي لم توضح أصلاً في المخططات.

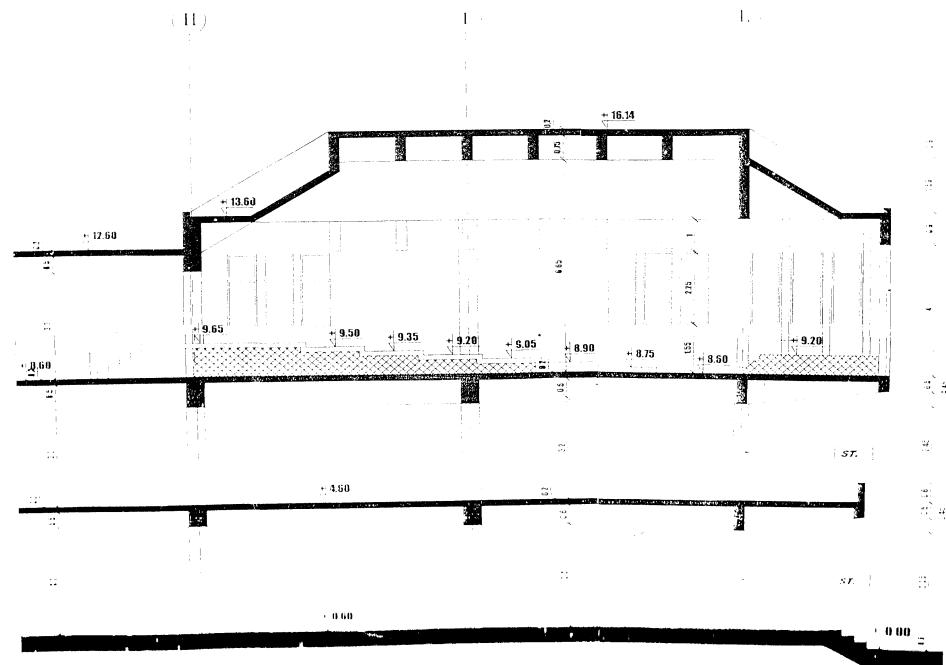
الاستنتاجات والتوصيات

- ١- الأخذ بنظر الاعتبار الناحية الإنسانية والتنفيذية أثناء تصميم مثل هذه السقوف معمارياً والتوجه نحو تصاميم أكثر اقتصادية.

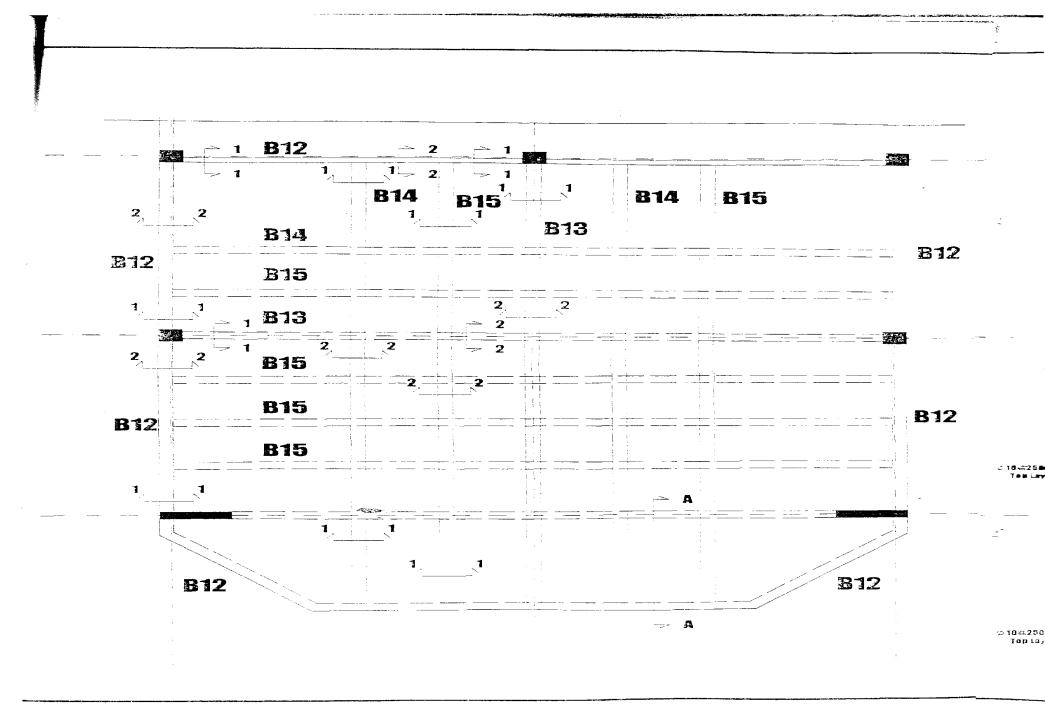
- ٢- محاولة استعمال أقطار تسليح مكافئة أقل قطر وحسب المواصفات والأخذ بنظر الاعتبار النتائج التي حصلنا إليها من إعادة التصميم
- ٣- الأخذ بنظر الاعتبار الاعتبارات التنفيذية ومحاولة التسويق بين مساحة المقطع وكمية حديد التسليح.
- ٤- الأخذ بنظر الاعتبار الناحية الصوتية داخل فضاء القاعة من ناحية الأبعاد ومدى تأثيرها بالمشاكل الضوضائية.
- ٥- استخدام طريقة إنهاء ومعالجة التصريف مناسبة بحيث لا تؤثر على جمالية الواجهة الخارجية للسقف العنكبوتي كاستعمال مادة اللباد القيري المغلف (Iso com).

جدول (١): مقارنة بين كمية التسليح في المخططات وبين كمية التسليح التي تم حاسبها من التحليل

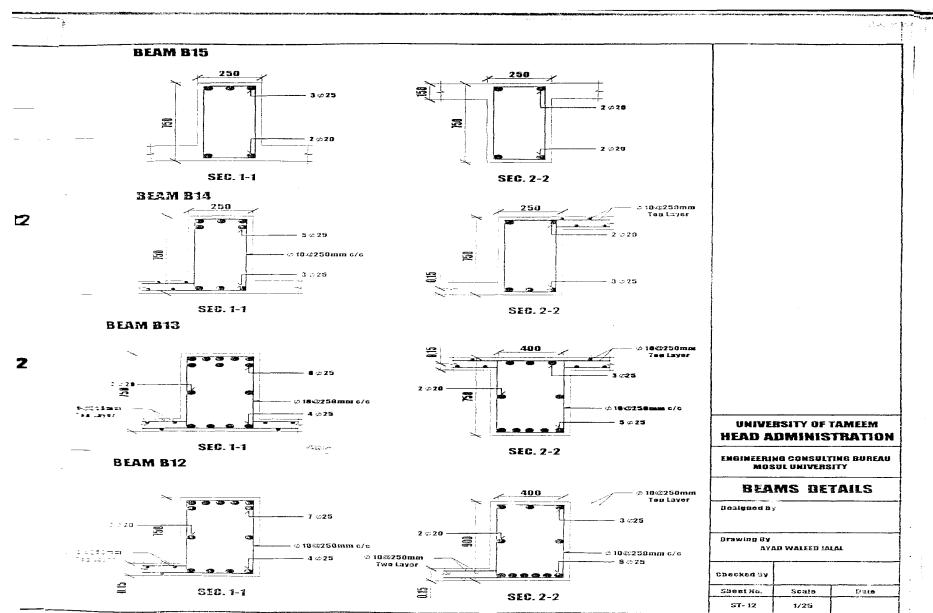
رقم الجسر حسب المخططات	كميات التسليح في المخططات	كميات التسليح التي تم حاسبها من التحليل
B12	7#25 top(sec1-1) 6#25 bottom(sec2-2)	5#20 top(sec1-1) 6#20 bottom(sec2-2)
B13	8#25 top(sec1-1) 5#25 bottom(sec2-2)	6#20 top(sec1-1) 4#20 bottom(sec2-2)
B14	5#25 top(sec1-1) 3#25 bottom(sec2-2)	5#16 top(sec1-1) 2#16 bottom(sec2-2)
B15	3#25 top(sec1-1) 2#20bottom(sec2-2)	4#16 top(sec1-1) 2#16 bottom(sec2-2)



شكل (١): يبين مقطع عرضي للسقف العنكبوتي



شكل (٢): يبين المخطط الإنشائي للسقف العنكبوتي



شكل (٣): يبين مقاطع الجسور وتفاصيل التسلیح



شكل (٤) بيوضح الشكل الخارجي للهيكل العنكبوتي



شكل (٥): يوضح الجسور المائلة الجانبية لهيكل العنكبوتى



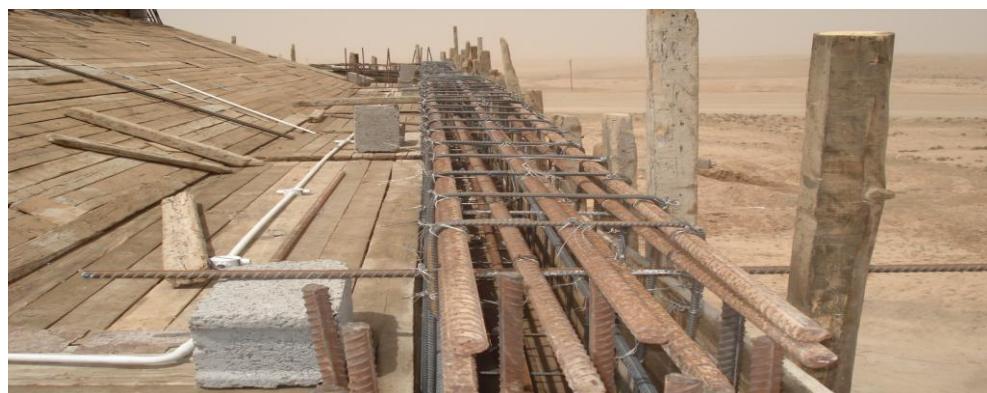
شكل (٦): يوضح منظر داخلي للهيكل العنكبوتي



شكل (٧): يوضح القالب الخشبي والتسلیح



شكل (٨): القالب والتسلیح الجانبي المائل



شكل (٩): تسليح الجسر الحمل B12



شكل (١٠): عملية ثنية حديد التسليح للجسور



شكل (١١): القالب والتسلیح العلوي للمشبک العلوي

References

- American concrete institute, ACI 318-.,(2003): building code requirement for reinforced concrete
- STAAD Pro handbook
- Thimas E -,Burton.,(1975) :Structure and Form, IN MODREN ARCHITECTURE.
- Winter and Nilson.,(1981): design of concrete structure, Mc grow for hill Book Company.

المصادر

- بشار سامي ميخائيل ، (١٩٩٠) : التأثير المتبادل بين التكامل والمكونات البنائية وعملية التداخل بين مراحل التصميم والتنفيذ. رسالة ماجستير، جامعة بغداد.
- الصابونجي،محمد مصطفى ، (١٩٩٢) : العمارة والنظم الإنسانية ذات الجسور الطويلة ، رسالة ماجستير، جامعة بغداد.

Optimal design for Spider frame in the Compound of the University of Kirkuk

Hammad D. AL-Azzawi Qubad Sabah H. Abdullah
College of Engineering - University of Kirkuk

Abstract

The research includes scientific analyses of the problems and difficulties that companies making the (spider frame s) in kirkuk University. This research these to put the suitable solution based on scientific bases on international limits (ACI/2003and ASTM)and also these slabs had been reanalysis &redesigned by using (STAAD Pro) computer programs to compares the designing results . in order to make a clear view by the designer before designing . such find used grater than of steel reinforcement and used bigger diameter of steel reinforcement cussed difficulties during making , and find this frames are height cost and the sound and finishing are not study at the design.