مجلة جامعة دمشق للعلوم الهندسية
المجلد 40- العدد 3 (2024)131-150

Damascus University Journal For Engineering Sciences
Vol 40 No.3 (2024):150-131

جمل النقل والتحويل في الأبنية: مفهومها - أشكالها – اعتباراتها الإنشائية

لينا منير عثمان[1]، شادية جرجي بيطار[2]

[1]مدرس، قسم علوم البناء والتنفيذ، الجامعة العربية الدولية AIU .

[2]عضو هيئة فنية، الجامعة العربية الدولية AIU .

الملخص

يتناول البحث مسألة الجمل الإنشائية المستخدمة في نقل الحمولات وتحويل مسارها التقليدي والمسماة اختصاراً بجمل النقل والتحويل Transfer Structure أو TS، ودورها في الاستجابة للتطور الهائل في المشاريع المعمارية إن كان في المجال الوظيفي الاستثماري مثل (المشاريع متعددة الوظائف)، أو المجال التشكيلي مثل (الأشكال المعقدة)، حيث تقدم هذه الجمل الحلول الإنشائية التي تساعد المعماري على ترجمة أفكاره بطريقة صحيحة، وقد جاءت فكرة البحث من مراقبة الباحثين للأفكار المعمارية المطروحة محلياً (سواء في المجال الأكاديمي أو المجال المهني) والتي يتم فيها تجاهل مسألة الإمكانات الكبيرة لجمل النقل والتحويل والتخوف منها ورفضها كحل إنشائي، وعدم الإشارة إليها كجمل إنشائية مستخدمة تقوم على إغناء الأفكار المعمارية ورفدها بالحلول الإنشائية. يتألف البحث من جزئين، حيث يقدم الجزء الأول عرضاً متكاملاً لأهم الجمل الإنشائية المستخدمة في نقل وتحويل مسار الحمولات، أشكالها ومواد بناءها، ويتناول الجزء الثاني بحثاً إحصائياً لاستقصاء الفهم المحلي العام لمفهوم جمل النقل والتحويل عند عينة بحثية من مجتمع المهندسين السوريين (معماريين وإنشائيين)، والذي تبنى فرضية النقص في المفاهيم الأساسية لهذه الجمل والبحث في أهم التفضيلات والأساليب اللازمة لتعزيز المفهوم المعرفي عند مجتمع المهندسين بشكل عام .

الكلمات المفتاحية: جمل النقل والتحويل، الأبنية متعددة الاستخدامات، الأبنية العالية.

تاريخ الإيداع: 2022/8/28
تاريخ القبول: 2023/10/2

حقوق النشر: جامعة دمشق –سورية، يحتفظ المؤلفون بحقوق النشر بموجب الترخيص **CC BY-NC-SA 04**

Transfer Structure In Buildings: Concept, Forms & Structural Behavior

Lina Mounir Osman[1], Shadia Gergi Al-Bitar[2]

[1]Department of Construction and Implementation Sciences, Arab International University **AIU**.

[2]Academic Staff , Arab International University **AIU**.

Abstract

A transfer structure (TS) is a structure that alters the load path of the gravity loads, shifting the traditional path to a different vertical alignment. (TS) are introduced in contemporary buildings that feature multi-use functions or new forms and complex shapes, where TSs provide structural solutions that help architects making their ideas in correct ways. The main idea of the research came up from the researchers' observation of the local architectural scenery in Syria (whether in the academic field or the professional one), where (TS) potentialities are ignored, and rejected while it is considered as an important structural solution, with a great role on enriching the architectural ideas and a structural solutions. The research consists of two parts: The first part provides an integrated presentation of the most important structural elements used in (TS) , diversion of loads, their forms and building materials .The second part deals with a statistical research to investigate the general local understanding of the concept of transfer structure in the case of the Syrian Engineers community (architects and structural engineers), Which adopted the hypothesis of the deficiency in the basic concepts of these structures and the search for the most important preferences and methods necessary to enhance the cognitive concept among engineering community in general.

Keywords: Transfer Structure ,- Multi, Use Buildings, Tall Buildings

Received: 28/8/2022
Accepted: 2/10/2023

Copyright: Damascus University- Syria, The authors retain the copyright under a CC BY- NC-SA

المقدمة:

لا يعتبر استخدام جمل النقل والتحويل Transfer Structure أو TS استخداماً جديداً في عالم الإنشاء إذ تم استخدام هذه الجمل الإنشائية في العديد من الأبنية التاريخية والقديمة كحل للحاجات الإنشائية أو الوظيفية في المباني، ومثال ذلك استخدام الدعامات الطائرة في العمارة القوطية أو استخدام الأقواس مختلفة الموديول والأبعاد في سواقي المياه الرومانية القديمة (الشكل 1)، وقد تطورت مجالات استخدام هذه الجمل في العمارة المعاصرة نتيجة تطور المتطلبات الوظيفية والتشكيلية للمباني – **وخصوصاً في المباني متعددة الاستعمالات والمباني العالية** – حيث جاء استخدام هذه الجمل الإنشائية كاستجابة لهذه التطورات والحاجات مثل الحاجة إلى التغيير أو الانقطاع في نظام مسار الحمولات في المبنى بسبب تفريغ تشكيلي ما، أو وجود وظائف متعددة ومتغايرة في المستويات الشاقولية للمبنى ككل، حيث تستطيع هذه الجمل إعطاء الحرية للمعماري في تقديم حلول معمارية (وظيفية أو تشكيلية) تغني الحل المعماري ككل، ومن هنا جاءت فكرة البحث في التأكيد على دور جمل النقل والتحويل بالاستجابة للمتطلبات التشكيلية والوظيفية في العمارة، والإضاءة عليها وزيادة المستوى المعرفي لاشتراطاتها و متطلباتها الانشائية التي تتطلب معرفة خاصة بها.

الشكل (1) قنوات المياه الرومانية القديمة المصدر: [11]

هدف البحث:

يهدف البحث إلى استعراض جمل النقل والتحويل، أنواعها وعناصرها المكونة، سلوكها الإنشائي، استخداماتها وإمكاناتها في تطوير الحلول المعمارية، بالإضافة إلى التحقق والتقييم المعرفي لدى جمهرة من مجتمع القطاع الهندسي (الأكاديمي والمهني) بمفاهيم جمل النقل والتحويل واستخداماتها لمعرفة مواطن الضعف والأساليب المقترحة من أجل زيادة المعرفة بهذا النوع من الجمل والتشجيع على استثمار إمكاناتها في سبيل تطوير وإغناء المشهد المعماري في بلدنا سورية بشكل عام.

منهجية البحث:

- دراسة تحليلية نظرية تتضمن البحث في جمل النقل والتحويل، أنواعها، عناصرها المكونة، سلوكها الإنشائي وأثرها المعماري.
- دراسة إحصائية نوعية تستهدف المجتمع المحلي لتحديد مدى معرفة المهندس المعماري والانشائي بجمل النقل والتحويل وذلك من خلال استبانة الكترونية وزعت على مجموعة من المهندسين المعماريين والانشائيين (العينة البحثية) تم استخدامها من أجل قياس درجة المعرفة بالمفاهيم الأساسية بجمل النقل والتحويل، واقتراح الحاجات والتدريب اللازم لتعزيزها ، وذلك باستخدام البرنامج الإحصائيSPSS .

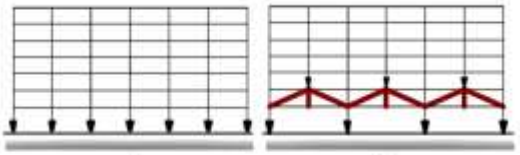
أولاً: الإطار النظري التحليلي

1. مفاهيم أساسية:

1-1- مفهوم جمل النقل والتحويل:

تعريف :هي جمل إنشائية تتألف من عناصر مفردة أو مجموعة عناصر تقوم بتغيير مسار انتقال الحمولات الواصلة إلى مستو أفقي محدد (الحمولات الأفقية أو الشاقولية)، وإعادة توزيعها على العناصر الإنشائية في المستوى الأفقي الأدنى ، حيث تعمل من خلال آلية إنشاء مسارات بديلة، وإعادة توزيع للحمولات .[5],[6]

تعريف مسار الحمولات: يعتمد إنشاء الأبنية بشكل أساسي على وجود جملة إنشائية واضحة، منتظمة أو غير منتظمة ، مستمرة من الأسفل إلى الأعلى وتقوم بنقل الحمولات (حمولات الجاذبية الأرضية) بشكل مباشر من الأعلى إلى الأسفل، وعند الحاجة إلى إجراء بعض التغيير في مواقع بعض الأعمدة أو الجداران الحاملة لأسباب كثيرة، فإننا نقوم بتغيير في مسار الحمولات وعليه فإننا بحاجة إلى استيعاب أثر هذا التغيير على الجملة الإنشائية.



الشكل (2) مسار انتقال الحمولات إعداد: الباحثان

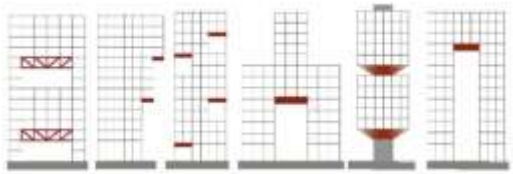
1-2-مجالات استخدام جمل النقل والتحويل: تستخدم هذه الجمل في المباني المعاصرة التي تتعدد فيها الوظائف، والتي تستدعي الحاجة إلى الجمع بين الاستخدامات المختلفة في مبنى واحد، ونورد الحالات التالية على سبيل المثال لا الحصر:

- استخدام الطابق الأرضي كمساحة مفتوحة (صالات متعددة الاستعمالات، صالات تجارية، أبهاء، مواقف سيارات)؛ وبشكل مغاير لوظيفة الطوابق العليا التي تتطلب مجازاً مغايراً مثل المباني السكنية أو المكاتب [10][5].
- فراغ مفتوح في وسط ارتفاع المبنى للحصول على قاعة واسعة بدون أعمدة، استجابةً لاعتبارات معمارية محددة (تشكيلية أو وظيفية) .
- استخدام جمل النقل في حالات التوسع الشاقولي للمباني وإضافة طوابق عليا تعتمد بمسار حمولاتها على جمل إنشائية منفصلة عن المبنى حيث تساهم جمل النقل بتحويل مسار الحمولات بغض النظر عن الجملة الإنشائية الرئيسية في المبنى القائم .
- تحقيق الاستثمار الأمثل للأرض: عن طريق تطبيق عامل الاستثمار للمباني المعمارية لاستثمار الأرض بشكل أكبر و ما ينتج عنه من الأشكال المنحوتة بتراجعات أو بروزات على طول الواجهة.

1-3- موقع جمل النقل والتحويل من ارتفاع المبنى:

قد يتأثر موضع جملة النقل بالنسبة إلى ارتفاع المبنى بعوامل مختلفة مثل الوظيفة المعمارية والشكل المعماري المميز للمبنى وموقع طوابق الخدمة وسرعة البناء والكفاءة الانشائية ، ويعتبر موقع جملة النقل في أسفل أو أعلى المبنى من المواقع الأكثر كفاءة إنشائية واقتصادية في المباني .الاختلاف الوحيد هو أنه في الحالة التي يكون هيكل النقل في الاسفل يتم تحميل البلاطات على ضواغط (أعمدة عائمة) بينما، في الحالة التي يكون فيها هيكل النقل في الاعلى ، يتم نقل حمولة البلاطات بواسطة شدادات إلى الأعلى .الشكل (3) .

هذا لا يمنع من تواجد جمل النقل في وسط الارتفاع أو في مواقع تابعة لتغييرات محددة في جذع المبنى ككل [5].

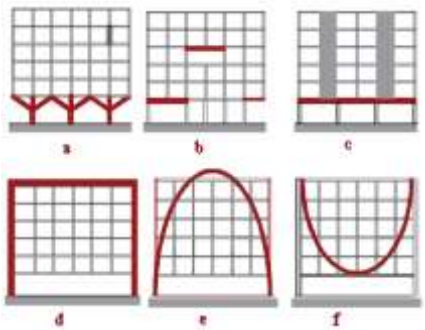


الشكل (3) أماكن مختلفة لتوضع عناصر النقل إعداد: الباحثان

1-4-عدد طوابق النقل في المبنى:

يمكن توضع جمل النقل والتحويل على ارتفاع طابق واحد أو عدة طوابق، ومن ناحية أخرى يمكن أن يشكل كل طابق في المبنى جزءاً من جملة النقل المستخدمة حيث يعتمد الاختيار بين جمل النقل المكون من طابق واحد أو عدة طوابق على عدة عوامل أهمها ارتفاع البناء، وموقع وعدد طوابق الخدمة المستخدمة والتي تحتوي على التجهيزات الميكانيكية والكهربائية والتي تقوم بتخديم الارتفاع المقسم إلى عدة مناطق عمودية بواسطة طابق خدمي خاص بها. وحيث أن العناصر المكونة لجمل النقل والتحويل تشغل حيزاً كبيراً بسبب أبعادها الكبيرة ومقاطعها الضخمة، فإنه يتم عادة دمجها مع طوابق الخدمة من أجل زيادة المساحات الصالحة للاستخدام، مما يعني ارتباط مسألة توضع وعدد طوابق جملة النقل بالرؤية التصميمة الشاملة للمبنى

1-5- تصنيف جمل النقل والتحويل :



الشكل (4) تصنيف جمل النقل والتحويل إعداد :الباحثان

يمكن لجمل النقل أن تصنف حسب التصنيف الأساسي للأشكال الهندسية الإنشائية: الشكل (4)

- الجمل الخطية مثل الأعمدة، الجوائز، الأظفار، والإطارات.
- الجمل السطحية مثل البلاطات المصمتة أو المعصبة باتجاهين أو الجدران الحاملة .
- الجمل الفراغية مثل الإطارات الشبكية الفراغية.
- الجمل المعلقة مثل الأقواس والكابلات.

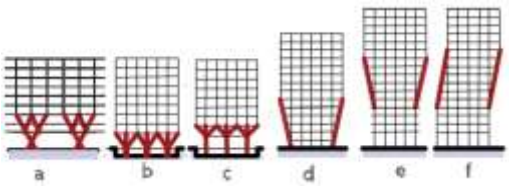
2. أشكال جمل النقل والتحويل:

وجدنا في الفقرة السابقة أن معظم الأشكال الهندسية الإنشائية يمكن استخدامها كجمل نقل وتحويل، وسنورد فيما يلي أهم الأشكال الإنشائية المستخدمة.

2-1-الجمل الخطية :

2-1-1- العمود column: وهو عنصر انشائي يتعرض لقوى محورية ضغط مع عزوم انعطاف قليلة، ويمكن أن نميز به نوعين: العمود المستمر الشاقولي الذي يقوم بنقل الحمولة بشكل مباشر من الطوابق العليا الى الطوابق الأدنى ومنها إلى الأساسات ؛ والعمود المائل الذي يعرف كعنصر إنشائي مائل ينقل حمولة عمود من الطوابق العلوية في موقع محدد الى موقع آخر في الطابق الأدنى، ويأخذ عدة أشكال منها(V- Y) أو الأعمدة الشجرية، حيث يستخدم هذا العمود بأشكاله المختلفة كجملة نقل وتحويل، ومن أهم أشكال الأعمدة الناقلة:

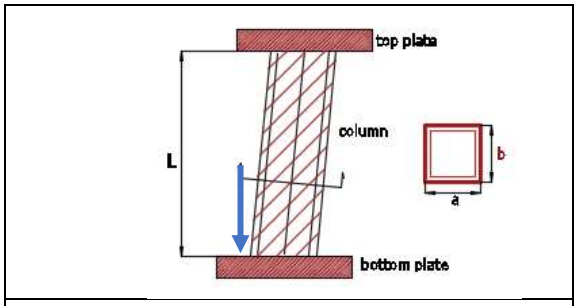
a. عمود النقل المائل Transfer inclined column



الشكل (5) أماكن توضع العمود المائل إعداد: الباحثان

يعد استخدام الأعمدة المائلة شائعا في مجالات نقل الحمولات الشاقولية بسبب إمكاناته في تغيير مسار الحمولة من موقع في الأعلى إلى موقع آخر في المستوى الأدنى مسبباً انحرافاً لا مركزياً للحمولات المنقولة، والتي تتسبب في حدوث حالة غير متوازنة تتطلب مقاطع أكبر من المعتاد لاستيعاب الإجهادات الناتجة. يمكن استخدام العمود المائل من أجل تعديل بسيط في مواقع الأعمدة أو انزياح تدريجي في مواقع الأعمدة على عدد من الطوابق لتحقيق الإزاحة الإجمالية المرغوبة، أومن أجل إجراء عمليات نقل رئيسية، كونها عنصراً أساسي في هيكل المبنى بأكمله ولكي يكون الجملة الإنشائية في حالة توازن هناك عدة حالات:

الحالة الأولى: مقاومة القوى الأفقية الناتجة عن الانحراف المركزي للحمولة عن طريق الشد والضغط في البلاطات عند مستويات الطوابق، ويعتمد النظام على عمل الغشاء الصلب للبلاطات (Diaphragm) لتوزيع القوى الأفقية على جدران القص، لذلك تصبح البلاطات جزءًا من نظام الحمل الرأسي ويجب تصميمها وتسليحها لهذا الغرض.

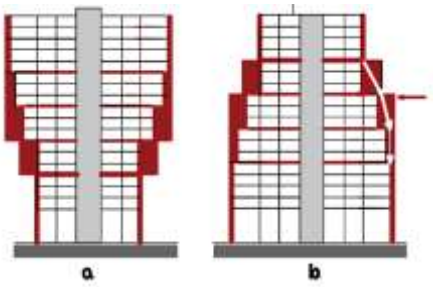


الشكل (6) الانحراف المركزي في العمود المائل إعداد :الباحثان

الحالة الثانية: حالة وجود عمود فرعوني مثلاً متناظر (اي عند طرفي الإطار) أو في حال عدم التناظر نستطيع نقل القوة الأفقية الى جدار قص أو نواة مركزية لهما عطالة كبيرة باتجاه القوة الافقية. أما في حال عدم التناظر وغياب جدار القص او النواة الكبيرة، فيتم تصميم إطارات مقاوم للعزوم التي تنتج عن القوة الافقية اضافة للقوى الناظمية التي تنتج في الاطار.

مادة بناء الأعمدة المائلة: قد تكون من الفولاذ أو الخرسانة المسلحة أو المقاطع المركبة من مقطع فولاذي مع خرسانة مسلحة.

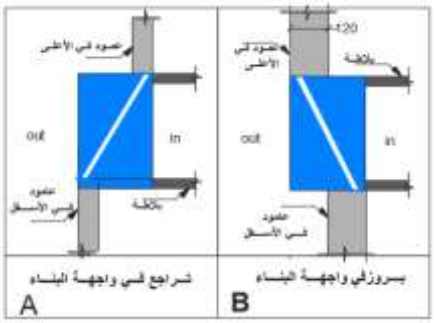
b. العمود المتنقل Walking column



الشكل (7) العمود المتنقل إعداد: الباحثان

وهو عنصر نقل مقيد من الخلف يشبه شكل جدار القص، حيث تقوم آلية نقل الحمولات عن طريق إزاحة الحمل الرأسي بشكل جانبي بواسطة الجدار الخرساني العمودي المصمم لمقاومة قوى القص، حيث يعمل بشكل شداد في الجزء العلوي من البلاطة والضاغط في الجزء السفلي (أو العكس)، وكلاهما متصل بجملة إنشائية مقاومة للحمولات الجانبية الرئيسية في المبنى ويعتبر هذا النظام الإنشائي مكافئ تماماً لنظام العمود المائل نظرًا لأن الدعامة المائلة التي تم تطويرها داخل الجدار الخرساني تشبه العمود المائل. يتم استخدام هذا التصميم لتحقيق ازاحة صغيرة في موقع العمود، أما الاختيار بين هذا النظام(Walking column) الشكل(6) و(7) والعمود المائل (Inclined column) فهو يعتمد على عوامل جمالية أو وظيفية أو اقتصادية. ويتم أحياناً وصل جدران المشي بجدران النواة القاصة للمبنى وتعمل كجائز ظفري ،ويتم استخدامها كعنصر لنقل الأحمال الشاقولية المصممة بشكل ضغط و شد الى مواقع الدعم المطلوبة .

مادة البناء : الخرسانة المسلحة فقط.



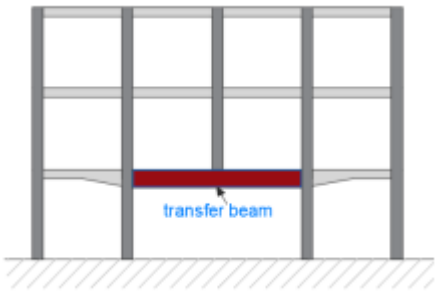
الشكل(8) العمود المتنقل في حالتي البروز والتراجع في المبنى
إعداد : الباحثان

2-1-2- الجوائز Beams:

الجائز من العناصر الإنشائية المعرضة لإجهادات الانعطاف والقص، ويستخدم كعنصر نقل عندما يتم ايقاف العمود عند مستوى معين وعدم وصوله الى الاساس لمجموعة من الأسباب وهنا هنا يجب نقل الحمل الناتج عن هذا العمود إلى عمود اخر مجاور عن طريق عنصر نقل أفقي هو الجائز؛ أو يستخدم لنقل حمولة جدار بيتوني في الأعلى الى عمودين في الأسفل. وأكثر أنواع الجوائز استخداماً هي عوارض النقل وجائز Vierendeel .

a. جائز النقل Transfer Beam

يختلف تصميم جائز النقل عن تصميم الجائز الخرساني العادي، ويعود ذلك إلى أن جوائز النقل لها توزيع غير خطي للإجهادات ناتج عن الأحمال المركزة الكبيرة لحمولات الأعمدة في الطوابق العليا التي تتوقف فيها، وتكون هذه الحمولة في الواقع مساوية لحمولة العمود مضاف إليها الحمولات الأخرى التي قد تعمل على الجائز (الوزن الذاتي والحمل الحي)، حيث يتم التركيز على قوى القص والانعطاف بطبيعة الحال على غرار الجائز العادي. [5],[7]



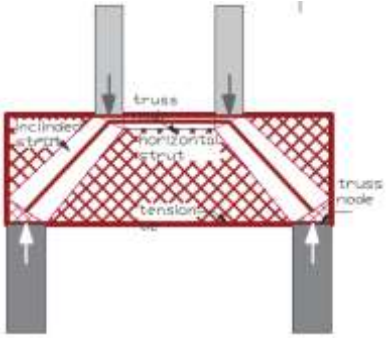
الشكل (9) جائز النقل إعداد الباحثان

ومنه يشتق **عارضة النقل Transfer Girder** والتي تسمى أيضاً **الجائز العميق Deep Beam** التي تشبه جائز النقل ولكن بعمق أكبر، تقاوم حمولات أكبر وتحد من التشوهات عند التحميل، وتحتاج إلى كميات كبيرة من حديد التسليح للتعامل مع القوى الداخلية العالية ، و يكون

تأثير إجهاد القص هو السائد مقارنة مع الجوائز العادية التي يعتبر فيها عزوم الانعطاف هي الإجهاد الرئيسي .

ويعتبر الجائز عارضة نقل (Transfer Girders) إذا كانت نسبة الامتداد إلى العمق أقل من 4 :

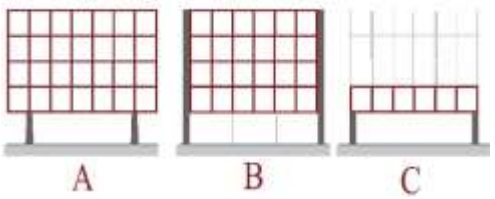
L/T<4 [1],[7].



الشكل (10) السلوك الإنشائي للجائز العميق المصدر [2]

b. جائز فرنديل **Vierendeel**

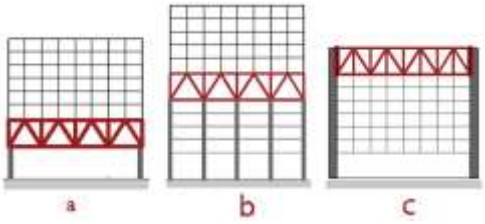
يتكون جائز فرنديل من مجموعة عناصر أفقية علوية وسفلية وعناصر عمودية واصلة بينهما تعمل كجائز مفرغ يحقق الاستقرار من خلال الوصلات الصلبة بين العناصر، ويتعرض إلى عزوم انعطاف و إجهادات قص وقوى المحورية (بخلاف الجائز الشبكي الذي يتعرض لقوى محورية فقط).



الشكل(11) استخدام جائز فرنديل كعناصر نقل– إعداد :الباحثان

يتم استخدامه بسبب كفاءته الإنشائية بالإضافة الى التكامل المعماري بسبب عدم وجود الأقطار الذي يجعل من جوائز فرنديل مناسبة لبناء طوابق متعددة دون إعاقة كبيرة للفتحات .

c. الجائز الشبكي Truss



الشكل(12) استخدام الجوائز الشبكية كعناصر نقل عداد : الباحثان

يتكون الجائز الشبكي من مجموعة عناص مستقيمة ومترابطة بطريقة تجعل جميع العناصر تعمل بإجهادات محورية فقط (شد وضغط)، أي يقاوم العزم والقص والقوى الناظمية بقوى محورية فقط و يُفترض أن تكون الأعضاء متصلة بالمفاصل بطريقة تسمح بالدوران لاعتبارات التوازن .

يتم استخدام الجائز الشبكي كجائز نقل للحمولات من الأعمدة العلوية المتقاربة (حيث ترتكز الأعمدة على العقد)إلى الأعمدة الرئيسية المتباعدة في الأسفل .

من ميزات الجائز الشبكي بأنه أخف في الوزن الذاتي من عوارض النقل الخرسانية ويمكن أن تنقل الأحمال على مسافات كبيرة. يتم استخدامها في مجموعة واسعة من الأبنية، مثل محطات المطارات وأسطح الملاعب الرياضية والقاعات وغيرها ، وهي توفر تكاملاً أفضل مع الهندسة المعمارية والأنظمة الميكانيكية من عوارض النقل الخرسانية المكافئة .

وهناك نوعان رئيسيان من نظام النقل الشبكي: جائز النقل الشبكي وجائز النقل الشبكي المعلق

- الأول هو الجائز الشبكي العادي، وعادة ما يمتد بين الجدران المسلحة أو الأعمدة البيتونية ويتوضع في الأسفل، ويتلقى الحمولات من الأعمدة المتوقفة في مواقع العقد، كما هو موضح في الشكل (12–A).
- الثاني هو الجائز الشبكي المعلق الذي يتوضع في الأعلى، الشكل (12-C).

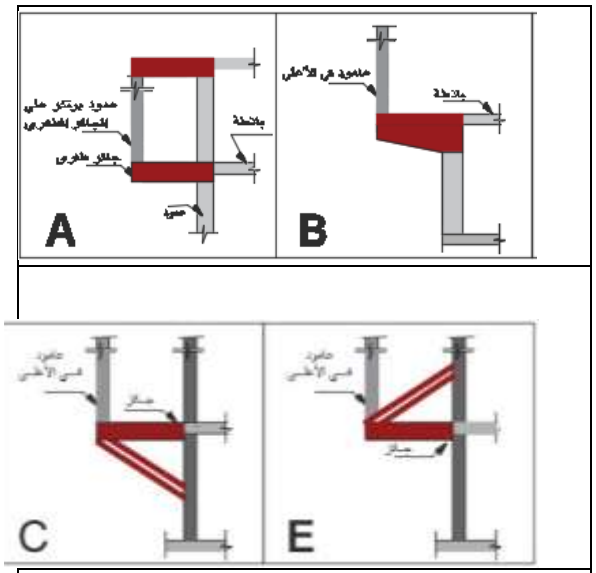
إن الفرق بين النظامين هو الاختلاف في طريقة التشييد والمواد المستخدمة وأنواع التوصيلات والتكامل مع أنظمة المبنى الأخرى .

d. **جائز النقل الظفري** Transfer cantilever structure

وهو عنصر انشائي يستخدم عندما يتطلب تغيير مسار الحمولات الشاقولية في البروزات الجانبية الخارجية للبناء عبر الأعمدة الخرسانية بين الطوابق العلوية والطابق الأرضي ، الشكل (13)،وهو نظام ينقل الحمل

من النقطة المطبقة إلى الجملة الإنشائية الداعمة بعدة طرق:

- جملة الأعمدة المزروعة المتصلة من الأسفل والأعلى بجوائز ظفرية مع العمود الداخلي على شكل اطار (خاصة في حالة البروزات الكبيرة) بالطبع هي ذات صلابة جيدة، ويوضح الشكل(A–13) هذه الحالة، حيث يصمم جائز ساقط في بلاطة سقف الطابق الأرضي وكذلك الطابق الأول لتربط العمود المزروع من الأسفل والأعلى بشكل (Fixed) مع العمود الداخلي ويراعى تفصيلة العقد الانشائية حيث أنها تتعرض للعزوم بشكل واضح.
- **جملة عمود مزروع مع جائز ساقط:** حيث يقوم الجائز بنقل الحمولات من العمود المزروع الى أقرب عمود داخلي طرفي، وبحيث يتم الغاء العمود الطرفي في الطابق الارضي ويستمر العمود المزروع الى الطوابق العلوية، وتصمم وتنفذ جائز ساقط واحد وبفتحة واحدة في بلاطة سقف الأرضي. الشكل (B–13) .



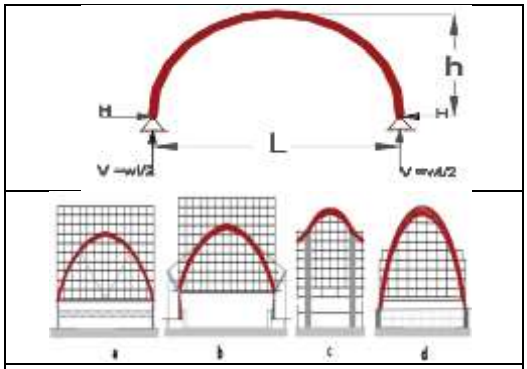
الشكل (13) جوائز النقل الظفرية إعداد : الباحثان

- **الضاغط المائل :Inclined Strut** هي عنصر نقل ينقل الحمل الرأسي من نقطة التطبيق إلى الدعامات بشكل تدريجي وهو عنصر ضغط مائل أو جزء من هيكل الجائز الشبكي، وعادة ما يكون الهدف من الضاغط هو الحفاظ على صلابة الهيكل واستقراره ، ويشبه هذا الضاغط العمود المائل بالشكل ويختلف عنه يمكن بنسبة النحافة، قد تنهار الدعامات بسبب الالتواء. وتنحني إذا ازداد الضغط عن حد معين. الشكل(C–13)
- **ظفر النقل المعلق** Transfer hanger cantilever structure

وهو يقوم بنقل الحمولة من النقطة المطبقة الى العناصر الإنشائية الحاملة عن طريق عنصر شد مائل وعنصر أفقي سفلي كما هو موضح في الشكل (E–13)، وبطريقة ما فإن نظام التعليق يشبه العمود المائل، والفرق الرئيسي هو أن العنصر المائل المعلق يتعرض للشد أما العمود المائل يتعرض للضغط، وعلى الرغم من ذلك فإن نظام التعليق يوفر مسارات تحميل مختلفة وفعالة بنفس الوقت، اضافة الى نوع التوصيلات المختلفة وبالتالي يتم التعامل مع نظام النقل المعلق كالنظام الشبكي البسيط.

تصنع عناصر الربط المائلة من الفولاذ، كما يمكن أيضاً استخدام الخرسانة مسبقة الإجهاد، يمكن تثبيت الدعامة الأفقية بواسطة بلاطات الأرضية الخرسانية، ولكن في كثير من الأحيان ونظراً للإجهادات العالية المتضمنة، يلزم وجود عنصر إضافي قد يكون مدمجاً في بلاطة الأرضية.

2–1–3– الأقواس Arches



الشكل (14): الأقواس كعناصر نقل إعداد الباحثان

تستخدم الهياكل القوسية بشكل شائع في الجسور والأسطح ذات المجازات الواسعة، ومن غير الشائع رؤية الأقواس في المباني، إلا أنه يمكن استخدامها كهياكل نقل.

- **جملة القوس الناقل** Arch transfer structure

يتعرض القوس للضغط بشكل أساسي حيث يستطيع القوس الصلب المحافظة على شكله الأصلي، ويتعرض الى عزوم انحناء نتيجة الحمولات غير المتكافئة أو غير

الموزعة بانتظام. يعتمد حجم القوى الداخلية المتولدة في القوس على الارتفاع النسبي بالنسبة لكل من طوله وحجم وموقع الأحمال المطبقة، حيث أنه كلما زاد ارتفاع القوس ، قلت القوى الداخلية في الهيكل والعكس صحيح، بالإضافة إلى ردود الفعل النهائية عند نهايتي القوس (المساند) والتي تتألف من ردود فعل شاقولية وأفقية، وعادة ما تكون ردود الفعل الأفقية مصدر اهتمام .الشكل (14)

يتم مقاومة قوى الدفع الأفقية مباشرة من خلال الأساسات أو استخدام الشداد، وفي حالة استخدام القوس كعنصر نقل ،قد لا يكون تصميم الأساس كافياً لاستيعاب كل من قوى الدفع الرأسية والأفقية بسبب القوى الأفقية الكبيرة المتولدة، لذلك يتم مقاومة الدفع الأفقي بواسطة دعامات الضغط أو عناصر الشد بين مسندي القوس حيث يعتبر الشداد عنصراً عالي الكفاءة لمقاومة قوى دفع القوس الخارجي، وفي هذه الحالة تكون مهمة الأساس فقط لمقاومة رد الفعل الشاقولي لحمولات الجاذبية .

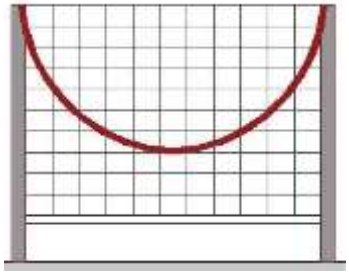
وكما تتمثل إحدى مشكلات التصميم الأساسية في تصميم القوس في تحديد شكل انحناء القوس تحت أي حمولات محتملة، حيث تؤدي الأحمال غير المتماثلة الى وضع تشوه جانبي غير مرغوب فيه في هيكل القوس مع عزوم الانحناء الناتجة في مقاطع القوس وبالتالي يجب أن يكون مقطع القوس كبيراً بما يكفي لمقاومة القوى المحورية وعزوم الانحناء.

مادة بناء القوس: الخرسانة المسلحة أو الفولاذ.

بما أن القوس هو عنصر ضغط فإن الخرسانة هي الاختيار المناسب -على الرغم من أنها تعاني من مشاكل الزحف والانكماش – وفي حال الحاجة إلى مقاومة قوى الدفع الأفقي بواسطة الشداد فإنه يفضل تصميم القوس بأكمله من الفولاذ لتجنب التوصيلات الصعبة بين الفولاذ والخرسانة، ومع ذلك فإن الأقواس الفولاذية لها عيب يتمثل في كونها أكثر عرضة بشكل عام للالتواء في مستويها مما يشكل مصدر قلق.

2-1-4- الكابلات Cables

يتم استخدام هذه الأنظمة الهيكلية بشكل شائع للمباني ذات المجازات الواسعة مثل الصالات الرياضية والمطارات وغيرها، وذلك بسبب كفاءتها وانخفاض وزنها الذاتي وتغطية مجازات واسعة والقدرة على مقاومة القوى الجانبية، ولكن نادرا ما يتم استخدامها في المباني العامة أو الطابقية.



الشكل (15) الكابل الناقل للحمولة إعداد الباحثان

cable transfer structure: يتم استخدم الكابل كعنصر نقل للحمولات في المباني بحيث يستند على نوى أو أعمدة طرفية ضخمة والحصول على ساحة كبيرة خالية من الأعمدة في الطابق الأرضي .

يمكن اعتبار الكابلات الفولاذية أقواسا مقلوبة، وعند استخدام الكابل كعنصر نقل حمولة تتولد فيه قوى شد ويتشوه الكابل الذي يحمل حمولة موزعة بشكل موحد على طول الإسقاط الأفقي للكابل إلى شكل قطع مكافئ، في حين أن الكابلات التي تحمل أحمال مركزة تتشوه إلى سلسلة من مقاطع الخط المستقيم.

يعتمد حجم القوى الداخلية المطورة في الكبل على الارتفاع النسبي بالنسبة لكل من طوله وحجم وموقع الأحمال المطبقة.

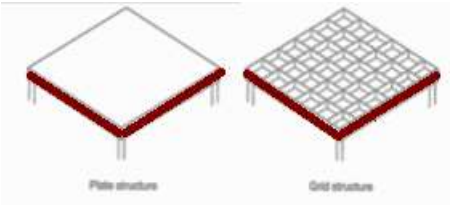
كلما زاد ارتخاء الكابل، قلت القوى الداخلية في الهيكل، والعكس صحيح ونتيجة لتعليق الكابل سوف يتم توليد قوى رد الفعل النهائية عند نهايات الكابلات، تحتوي ردود الفعل النهائية هذه على ردود فعل شاقولية وأفقية، وعادة ما تتطلب ردود الفعل الأفقية وسائل خاصة ومقاطع ضخمة لاستيعابها، مما جعل من عنصر الكبل المستخدم كجملة نقل نظام معلقاً نادر الاستخدام.

عنصر الكبل نفسه يتعرض للشد، ويعتبر الفولاذ المادة المفضلة للكابل لإمكانية الاستفادة من الخصائص

الميكانيكية للفولاذ ومن الممكن زيادة مجاز الهيكل وتقليل استهلاك المواد.

2-2-الجمل السطحية:

2-2-1- بلاطات النقل والتحويل



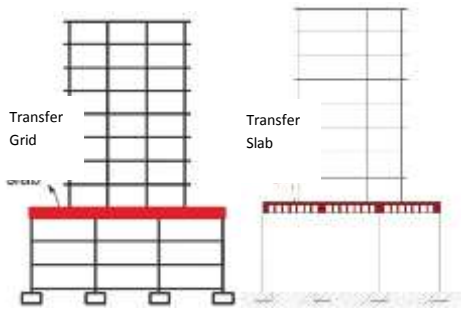
الشكل (16) المصدر [1]

تعريف البلاطة: هي مادة صلبة ثلاثية الأبعاد، سمكها صغير جداً مقارنة بالبعدين الاخرين، وتتميز بتلقي حمل عرضي في مستواها فقط. تستخدم البلاطة كعنصر نقل وتحويل للحمولات عند الحاجة إلى تعديل وتغيير كبير في تخطيط الشبكة الإنشائية للمبنى (شبكة الأعمدة) ما بين الأعلى والأسفل.

يمكن توظيف مفهوم البلاطة لإنشاء هيكل نقل حيث تأخذ شكل بلاطة نقل مسطحة مصمتة أو بلاطة نقل شبكية .

a. بلاطة النقل المصمتة Transfer Plate

بلاطة النقل (TP) وهي عبارة عن بلاطة خرسانية سميكة تتراوح سماكتها من متر إلى عدة أمتار، يمكنها إعادة توجيه الأحمال في أكثر من اتجاه، وبالتالي فهي مناسبة بشكل خاص عند الحاجة إلى تغيير جذري في شبكة الاعمدة الانشائية للمبنى.



الشكل(17) بلاطة النقل المصمتة والشبكية إعداد الباحثان

b. **بلاطة النقل الشبكية Transfer grid**

وهي بلاطة تتكون من مجموعة من الجوائز في اتجاهين متعامدين، تشبه بلاطة النقل المصمتة بالسلوك العام وتختلف عنها بإمكانية إعادة توجيه الحمولات ، حيث تستطيع بلاطة النقل المصمتة إعادة توجيه الاحمال في اي اتجاه تقريباً ،أما نظام بلاطة النقل الشبكية يمكنه توجيه الاحمال في اتجاهات الجوائز فقط؛ ومع ذلك فإن شبكة النقل لها مزايا متعددة عن بلاطة النقل منها توفر مساحة خالية بين الجوائز والتي غالباً ما يتم فيها استيعاب التمديدات الميكانيكية أو الكهربائية ؛ وسلوكها الهيكلي أوضح وأسهل في النمذجة وأخف وزناً، أما مادة الإنشاء فهي الخرسانة مسبقة الاجهاد لتقليل عمقها وكميات التسليح .[5],[8]

تتوضع بلاطة النقل في المباني الشاهقة بين البرج والقاعدة Podium على ارتفاع 20 متراً إلى 30 متراً فوق مستوى سطح الأرض وغالباً ما يستوعب الهيكل العلوي مكاتب أو شقق سكنية بينما تحتوي أرضيات الـ Podiumعلى مساحات وظيفية أخرى مثل مركز التسوق أو بهو المصعد والتي تتطلب مساحات كبيرة خالية من الأعمدة. تتكون المباني التي تضم بلاطة النقل من جدران قصية في أعلى هيكل النقل وأعمدة الضخمة أسفل أرضية النقل أما العنصر الشاقولي الوحيد المستمر هو جدران

[1] Ching ,Building Structure Illustrated , Wiley 2014

النواة المركزية، لذلك تشترك بلاطة النقل في نظام مقاومة الحمولات الجانبية .

نظرًا لأن بلاطة النقل تمتد عادةً على مساحة المبنى بأكملها ويصل سماكتها إلى عدة أمتار يعد الشد اللاحق لبلاطة النقل طريقة فعالة لتقليل كميات حديد التسليح وسماكة البلاطة وتحسين سلوك التشقق والتشوه.

3.مواد الإنشاء المستخدمة في جمل النقل والتحويل:

يرتبط اختيار مواد البناء الإنشائية في جمل النقل والتحويل بالسلوك الهيكلي لكل عنصر نقل و تعتبر الخرسانة المسلحة أو الخرسانة مسبقة الإجهاد مادة الإنشاء السائدة في الهياكل المقاومة للعزوم أو القص مثل الجوائز والبلاطات، ويفضل الفولاذ للعناصر التي تعمل على القوى المحورية مثل الجوائز الشبكية والأقواس والكابلات وفي أنواع أخرى من الأقواس تستخدم المواد المركبة مثل الخرسانة المسلحة مع المقاطع الفولاذية.

تلعب التفصيلات والوصلات Joints دوراً مهماً في جمل النقل بسبب الحمولات الكبيرة التي يجب أن تنقلها إلى الأعمدة أو الجدران الداعمة لذلك يمكن أن نميز بين الحالات التالية:

- استخدام نفس المادة لكل من جملة النقل والعناصر الداعمة، تكون التفاصيل بسيطة. إذا كانت مادة الإنشاء هي الفولاذ غالباً ما تكون الوصلات هي الألواح الفولاذية المجمعة بمسامير أو وصلات ملحومة؛ أما إذا كانت مادة الإنشاء من الخرسانة المسلحة فإن جميع العناصر تتطلب مساحة كافية لوضع قضبان التسليح مع ضمان وجود تفاصيل كافية للسماح بوضع الخرسانة بشكل فعال.
- استخدام مواد إنشائية مختلفة، مثل عارضة النقل (جائز النقل العميق) المصنوع من الفولاذ والممتد بين الجدران أو الأعمدة الخرسانية، مما يتطلب تفصيلات لاتصال عناصر النقل الفولاذية مع العناصر الداعمة الخرسانية، حيث أن انتقال القوى الكبيرة بين هيكل النقل و العناصر الداعمة التي تختلف عن بعضها بالمادة تتطلب إنشاء مسار تحميل مناسب عملي وواضح، ويمكن أن تكون عنصر الاتصال عبارة عن جيوب ، اظفار، ألواح مدمجة، ونواة فولاذية مدمجة، أذرع فولاذية مدمجة، أو دعامات تثبيت مدمجة ،حيث يعتمد الحل الأنسب على حجم القوى المعنية والمواد المستخدمة وهندسة العناصر ومعدات نظام الدعم المؤقت وأساليب الإنشاء المحلية.

4.اعتبارات التصميم الإنشائي: تتعرض هياكل النقل لنفس الأحمال التي يتعرض لها أي جملة إنشائية، وهي أحمال الجاذبية الأرضية والحمولات الجانبية، والحمولات الحرارية، وحمولة الحريق؛ حيث تتكون أحمال الجاذبية من حمولات حية وميتة، لذلك نجد أنه على الرغم من أن الوظيفة الاساسية لجمل النقل والتحويل النقل هي إعادة توجيه حمولات الجاذبية، إلا أنها ستشارك في نظام مقاومة الحمولات الجانبية (Lateral Forces) ويجب أن تحافظ على قدرتها على تحمل هذه الحمولات من خلال التحكم بالإزاحة التي قد يتعرض لها المبنى، ونظراً لأن جمل النقل تتكون عن عناصر شديدة الصلابة فإنها غالبًا ما تجتذب قوى أفقية كبيرة ويجب تصميمها وفقًا لذلك.

تتطلب معظم المباني الشاهقة عندما يصل ارتفاع المبنى إلى (40– 50) طابقاً إلى أكثر من النواة المركزية لتوفير المقاومة اللازمة للقوى الأفقية، وفي مثل هذه الحالات يمكن دمج جملة النقل المستخدمة مع الهيكل المستخدم لمقاومة القوى الأفقية مثل عناصر الحزام المحيطي Belt Trusses والجوائز الداعمة (Outrigger)، وذلك من أجل زيادة الصلابة الجانبية وقدرة النظام الإنشائي ككل على مقاومة الرياح والزلازل. حيث تعمل دعامات الحزام Belt Trusses أيضاً كهيكل نقل تعمل على إعادة توجيه الأحمال من الأعمدة المحيطية إلى الأعمدة الداعمة القليلة على مستوى الأرض في بعض الأحيان، [2] .

يتبع التصميم الإنشائي لعناصر وجمل النقل الكودات الإنشائية مثل: عوارض النقل والبلاطات وبلاطات النقل الشبكية ، من خلال التحقق من سلوك عزوم الانعطاف والقص وقد تكون مقاومة الثقب ضرورية أيضاً، خاصة بالنسبة لبلاطات النقل أما فيما يتعلق بالعناصر المحملة

محورياً مثل عناصر الشبكي أو الأعمدة المائلة أو حتى القوس يتم تحديد التصميم من خلال قدرة التحمل وكذلك قوة الانثناء.

غالبًا ما يكون تصميم التحكم في التشوه هو الاعتبار الأساسي عند تحديد أبعاد عنصر النقل، وقد تؤدي التشوهات المفرطة عند استثمار البناء إلى تشوه المبنى والعناصر غير الانشائية كالواجهات والفواصل الداخلية والاسقف، وقد يؤدي إلى مسارات تحميل بديلة .

يعتبر الكود الأسترالي(AS3600-2009) هو أول معيار يقدم إرشادات عملية حول تصميم عنصر نقل بيتوني ينص على أن التشوه النهائي للهيكل يجب أن يقتصر على L / 1000 للمجازات، أو L / 500 في حالة الاحتياط من أجل تقليل أثر التشوهات عنصر النقل على الجملة الرئيسية، أما بالنسبة للعناصر الظفرية يتقلص التشوه الكلي إلى أقل من L / 250 ، ويتم استخدام هذه القيم عادةً كحدود التشوه الذي يحدث بعد إضافة العناصر غير الهيكلية مثل الواجهات، وبالتالي فإن معايير عناصر النقل هي أكثر صرامة.[5]

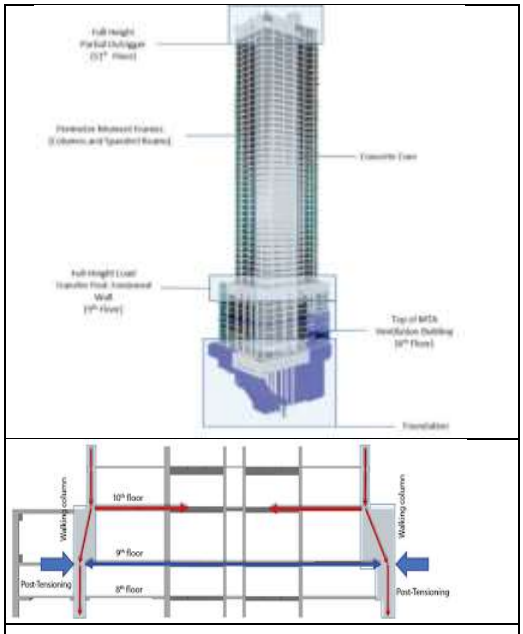
5.التصميم الزلزالي لجمل النقل والتحويل

يمثل هيكل النقل عدم انتظام في الجملة الإنشائية الرئيسية الحاملة للمبنى، وغالباً ما ترتبط الانقطاعات في مسار الحمولات الشاقولية بسلوك زلزالي ضعيف حيث يمكن أن يؤدي إلى عدم الانتظام في الصلابة (مفهوم الطوابق اللينة) والكتلة والمقاومة (مفهوم الطوابق الضعيفة)، وعند تصميم المبنى بجمل نقل يجب أن لا تضعف جملة النقل التصميم الزلزالي للمبنى بأي حال من الأحوال وتعتبر هذه المسألة مسألة قلق بالنسبة للمهندسين الإنشائيين، ولكن يمكن تحقيق ذلك بشرط أن تكون العناصر المنقولة ثانوية تماماً، مما يعني أن مساهمتها في مقاومة الحمولات الزلزال مهملة؛ فمن الناحية المثالية يجب أن يكون نظام مقاومة القوى الأفقية هو نفسه أعلى وأسفل هيكل النقل، حيث يجب أن تكون جميع العناصر الحاملة الرئيسية مستمرة من الأسفل إلى الأعلى والعناصر المنقولة ثانوية، ويجب أن توفر العناصر المتوقفة دعماً رأسياً فقط ولها صلابة جانبية مهملة وكذلك مقاومة للقص والانحناء، كما يجب تصميم وتفصيل هذه العناصر ووصلاتها مع ليونة مناسبة للحفاظ على قدرتها على التحمل في ظل عمليات الإزاحة التي يفرضها النشاط الزلزالي.[4]

3. الأمثلة العالمية والمحلية:

مثال لاستخدام العمود المتنقل: **55Hudson yard project -Manhatten-USA-2018**

وصف المبنى: يتوضع المبنى البرجي في منطقة تطوير عقاري شكلت تحدياً للمصممين نتيجة للفعاليات المتنوعة تحت الأرض والمناطق الخدمية المطلوبة من مرآب سيارات وبنية تحتية إلى المجاورات ومناطق الاستعمالات المتعددة، وقد تعرض هذا المشروع للعديد من التغييرات المتعلقة بالشركة المالكة حيث تم بيع حقوق الارتفاق وحقوق الهواء وتم تغيير الوظائف الرئيسية واقتراح استخدامات جديدة ومتنوعة في موقع البناء ومن هذه التحديات أن البناء البرجي قائم فوق محطة المترو مباشرة التي تتضمن مدخلين ضخمين مع سلالم كهربائية، بالإضافة إلى منطقة تجارية تمتد إلى أكثر من (12) هكتار ويتألف المبنى من قاعدة تمتد على ارتفاع 10 طوابق بالإضافة إلى 41 طابق في المبنى البرجي ومحطة المترو التي تمتد 6 طوابق تحت الأرض .



الشكل (18) الجملة الإنشائية واستخدام العمود

المتنقل كجملة نقل [3]

النظام الإنشائي: نواة مع جدران قصية من الخرسانة المسلح مرتبطة مع إطارات مقاومة للعزوم وجوائز محيطية حول البلاطات مع نظام الجوائز الداعمة والحزام الداعم Outrigger system &Belt المثبت في أعلى المبنى، وقد جاء تصميم الجملة الإنشائية لتحقيق متطلبات الحل التصميمي والذي يتطلب (مجازات واسعة خالية ممن الأعمدة – التقليص من الأوزان الميتة من أجل الالتقاء مع حدود إمكانيات الجملة الإنشائية للمترو والتي سيتم تحويل الحمولات إليها – تأمين المرونة الكافية لأي تغيير مستقبلي في استخدامات الفراغات وبالتالي المرونة في تصميم المساقط وخصوصاً الحاجة إلى إمكانية وجود فتح في مستوى البلاطات الإنشائية).

استخدام جملة النقل والتحويل: تم استخدام العمود المتنقل من البيتون مسبق الإجهاد للحالات التي تتطلب توسعة في المجازات بين البرج والقاعدة في الطابقين التاسع والعاشر، حيث تم تصميم بلاطة الطابق العاشر على الضغط بينما تم تصميم بلاطة الطابق التاسع على الشد من أجل استيعاب متطلبات العمود المتنقل .**[3]**

فندق الداما روز(الميريديان سابقاً) – دمشق

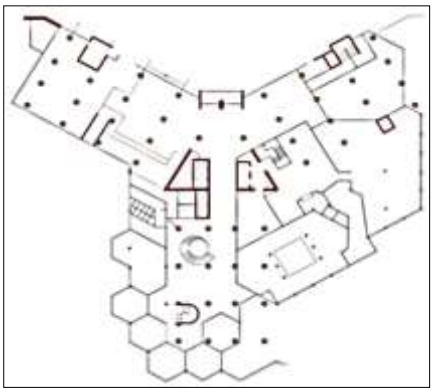
وصف المبنى: فندق5 نجوم يتضمن 370 غرفة وجناح موزعة على تسعة طوابق ، يتألف الفندق من الطابق الأرضي الذي يتضمن بهو الاستقبال والتراس والمقاهي أما الطابق الوسطي الميزانين فهو يضم إدارة الفندق، 9 طوابق متكررة تحوي على غرف الإقامة، الطابق القبو الأول والثاني الذي يتضمن محلات تجارية وغيرها، الطابق القبو الثالث يحوي على قاعة المناسبات إضافة الي قاعات ملحقة، التراس والمسبح، أما الطابق القبو الرابع يحوي على مرآب السيارات الخاص للفندق.

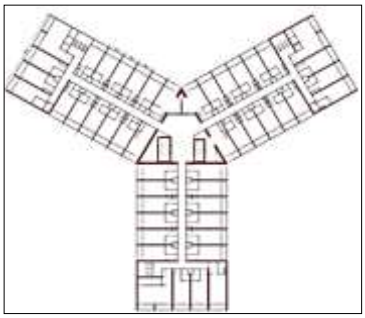
النظام الإنشائي للفندق: نظام هيكلي.

الطابق الأرضي: أعمدة مسدسة الشكل بطول ضلع 50سم، والمجاز بين الأعمدة 8م.

الطوابق المتكررة: جدران حاملة بيتونية بسماكة 15 سم، والمجاز بين الجدران 3.8 م.

جملة النقل: تم الدمج بين هاذين النظامين من خلال استخدام جملة نقل في منسوب البلاطة فوق الميزانين.

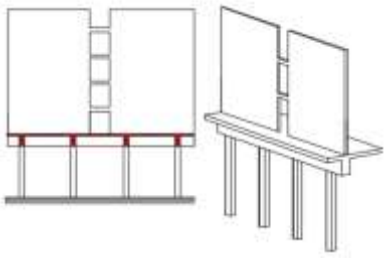


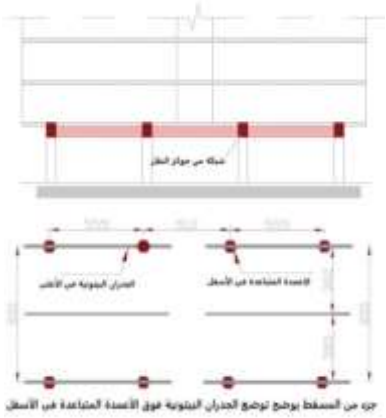


الشكل (19) مسقط الطابق الأرضي والطابق المتكرر في فندق الداما روز المصدر الباحثان

شكل جملة النقل: هي عبارة عن جوائز بيتونية ذات سقوط يبلغ 1.6متر. حيث تنتقل الحمولات من الجدران الحاملة إلى الأعمدة بواسطة جوائز نقل.

أسباب وجود جملة النقل: لتوفير مساحات مفتوحة في الطابق الأرضي، واستخدام القبو كمرآب سيارات .





الشكل (20) شكل جملة النقل في فندق الداما روز المصدر: الباحثان

ثانياً: الدراسة الإحصائية المعرفية:

كما ذكر سابقاً كان الهدف الأساسي من البحث هو التحقق والتقييم المعرفي لدى جمهرة من مجتمع القطاع الهندسي بمفاهيم جمل النقل والتحويل واستخداماتها، والتحقق من مدى معرفة أفراد هذه العينة بإمكانات هذه الجمل بالاستجابة للمتطلبات المعمارية (حيث كانت الفرضية كالتالي: لا يتوفر لدى المهندسين المعماريين والإنشائيين معرفة تامة بإمكانات جمل النقل والتحويل في عمارة الأبنية)، وقد تم تصميم استبانة الكترونية عبر غوغل فورم Google Form (الجدول 1) واستهداف شريحة من العاملين في مجال القطاع الهندسي الأكاديميين منهم أو المهنيين، مختلفة الأعمار والخبرات، وقامت هذه الدراسة بشكل منفصل وصريح بقياس تقييمات واختيارات المستجيبين حسب مفاهيمهم عن جمل النقل والتحويل ، حيث تكون الاستبيان من جزئين: **الجزء الأول:** البيانات الديموغرافية وهي: الاختصاص – الشهادة العليا – مجال العمل الهندسي – عدد سنوات الخبرة.

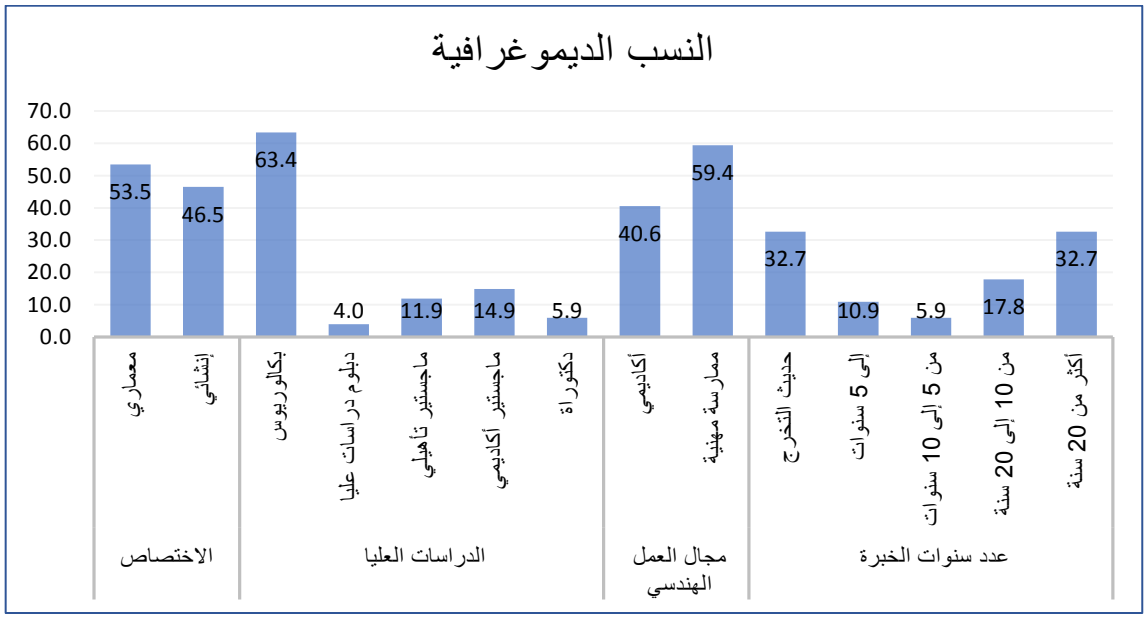
الجزء الثاني: يتضمن 3 محاور رئيسية تشمل 10 أسئلة متنوعة الإجابات، وذلك وفق ما يلي:

1. المحور الأول: استكشاف مدى معرفة المستجيبين بمفهوم جمل النقل والتحويل عن طريق **6 أسئلة** مختلفة نوعية الإجابات بين
2. المحور الثاني: الاستخدامات المحلية لجمل النقل والتحويل: **سؤالين** لمعرفة نسبة استخدام العينة لأحد أنواع جمل النقل والتحويل أو أحد عناصرها واستكشاف أسباب محدودية استخدام هذه الجمل
3. المحور الثالث : التعزيز المعرفي المحلي لجمل النقل والتحويل: تحديد الوسائل الفضلى للزيادة المعرفية بخصائص وإمكانات هذه الجمل .

الجدول (1) محاور الاستبيان الرئيسية والفرعية

		No.	مفردة السؤال	الخيارات
المحور الأول	مفهوم جمل النقل والتحويل	1	تقدم جمل النقل والتحويل حلولاً مهمة من أجل الاستجابة لمتطلبات الأبنية الحديثة والمعاصرة	نعم لا
		2	مجالات استخدام جمل النقل والتحويل :	الأبنية العالية – المنخفضة – كلاهما
		3	تتركز مجالات الاستخدام في:	الأبنية القائمة – الجديدة – كلاهما
		4	إمكانات جمل النقل والتحويل في الأبنية	تحقيق متطلبات إنشائية – تحقيق متطلبات وظيفية – تحقيق تراجعات وزياد عامل الاستثمار – توسع شاقولي – توسع أفقي – تحقيق متطلبات تشكيلية – تحقيق متطلبات جمالية
		5	العناصر المستخدمة في جمل النقل والتحويل	الجائز البسيط – البلاطة – الجائز الظفري – العمود المائل – العمود الشجري – العمود المتقل – الدعامة المائلة – الكابل – القوس
		6	يتطلب الحل الإنشائي لجمل النقل والتحويل تغييراً في النهج التقليدية للتصميم الإنشائي	نعم لا
المحور الثاني	جمل النقل والتحويل في الأبنية	7	هل استخدمت إحدى أنواع جمل النقل والتحويل في مشاريعك ؟ ،إذا كانت الإجابة نعم ما هو نوعها ؟	

		8	أسباب محدودية الاستخدام لجمل النقل والتحويل في العمارة المحلية	الزيادة الكبيرة في الكلفة – الحاجة إلى تقنيات تنفيذ عالية – الحاجة إلى التعمق في دراستها الإنشائية – عدم طرحها في التصاميم المعمارية – المقاطع الضخمة – عدم الحاجة إليها أصلاً .
المحور الثالث	التعزيز المعرفي المحلي لجمل النقل والتحويل	9	تحديد أفضل وسيلة لزيادة معرفة المهندسين بخصائص وإمكانات جمل النقل والتحويل	الدراسة الجامعية الأولى – الدراسات العليا– الممارسة العملية – التثقيف الذاتي – التواصل الدائم مع الإنشائي – ورشات تدريبية مشتركة بين المعماري والإنشائي .
		10	اقتراحات أخرى	



المخطط البياني (1) توزيع العينة والنسب المئوية الديموغرافية

النتائج:

الإحصاء الوصفي: قبل البدء بالتحليل تم اختبار الموثوقية والثبات Reliability باستخدام معامل ألفا كرونباخ وجاءت النسبة 0.728 وهي تعتبر نسبة جيدة للبدء بالتحليل الإحصائي .

Reliability Statistics	
Cronbach's Alpha	N of Items
.728	38

البيانات الديموغرافية للعينة البحثية التي تضمنت 101 مستجوباً .

تبين من العينة وجود نسب متوازنة من المعماريين والإنشائيين بنسبة 53.5% من المعماريين إلى 46.6 % من الإنشائيين، وكذلك في مجال العمل الهندسي بين العمل الأكاديمي والعمل المهني بنسبة (40.6%–59.4%) على التوالي ، وكذلك كانت أعلى نسبة تحصيل علني في العينة الاختبارية هي شهادة البكالوريوس بنسبة 63.4% أما عدد سنوات الخبرة فقد كانت الأعلى نسبة عند حديثي التخرج وعند من لهم أكثر من 20 سنة خبرة .

الجدول (2) البيانات الديموغرافية

		Percent
الاختصاص	معماري	% 53.5
	إنشائي	%46.5
الدراسات العليا	بكالوريوس	%63.4
	دبلوم دراسات عليا	%4.0
	ماجستير تأهيلي	% 11.9
	ماجستير أكاديمي	% 14.9
	دكتوراة	% 5.9
مجال العمل الهندسي	أكاديمي	% 40.6
	ممارسة مهنية	% 59.4
عدد سنوات الخبرة	حديث التخرج	% 32.7
	إلى 5 سنوات	% 10.9
	من 5 إلى 10 سنوات	% 5.9
	من 10 إلى 20 سنة	% 17.8
	أكثر من 20 سنة	% 32.7

1. **المحـور الأول:** وتضـمن التحقـق مـن فهـم مـن مجتمع العينة البحثية لمفهوم جمل النقل والتحويل.

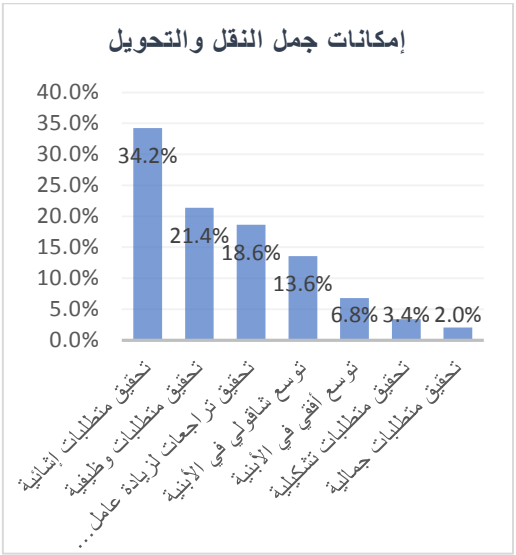
a. الاتجاه المرجح هو اتجاه الموافقة على السؤالين الأول والسابع مما يدل على استجابتهم لأهمية جمل النقل والتحويل وتوافقهم على الحاجة للتغيير في النهج التقليدية للتصميم.

الجدول (3) المتوسط المرجح لأهمية جمل النقل والتحويل

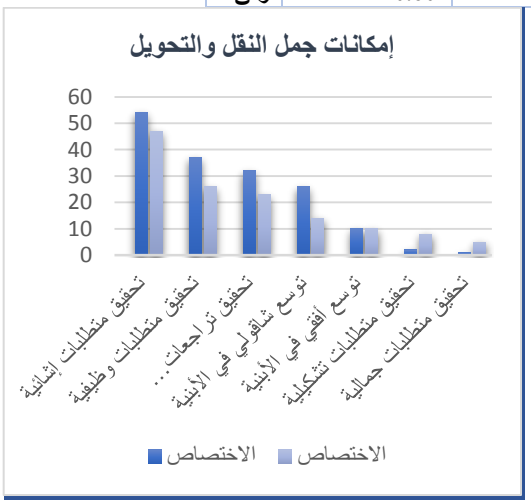
رقم السؤال	المفردة	المتوسط الحسابي	الانحراف المعياري	
1	تقدم جمل النقل والتحويل حلـولاً مهمـة مـن أجـل الاسـتجابة لمتطلبـات الأبنية الحديثة والمعاصرة	4.257	0.642	موافق
7	تتطلـب جمـل النقـل والتحويل تغييراً في النهج التقليديـة للتصـميم الإنشائي	4.128	0.832	موافق
المتوسط المرجح	**4.1931**		**0.604**	**موافق**

b. فهم إمكانات جمل النقل والتحويل :

مـن خـلال المخططـات البيانيـة (2) و(3) نجـد أن التأكيد على إمكانات جمل النقل والتحويل قد تركز في الاستجابة للمتطلبات الإنشائية أولاً ومن ثم الوظيفية مع تجاهل المتطلبات التشكيلية والجمالية وخصوصاً من قبل المعماريين، الأمر الذي يتماشى وأهداف البحث مسبقاً .



المخطط البياني (2) النسب المئوية لتفضيلات إمكانات جمل النقل والتحويل

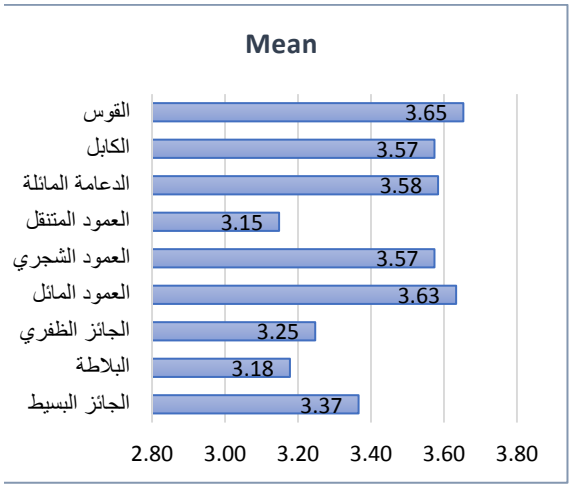


المخطط البياني (3) النسب المئوية لتفضيلات إمكانات جمل النقل والتحويل بين المعماريين والإنشائيين

c. تفضـيلات العناصـر المكونـة لجمـل النقـل والتحويل:

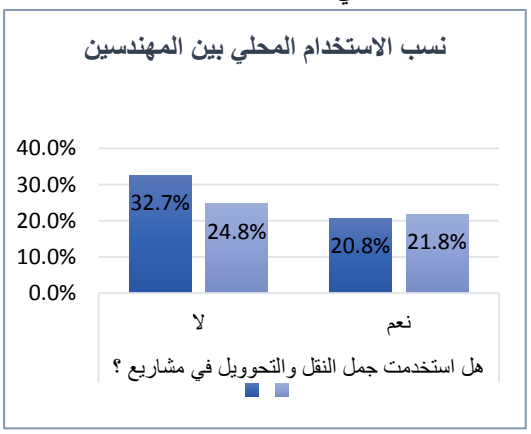
يبين المخطط (4) مقارنة المتوسطات الحسابية في الموافقة على استخدام العناصر التالية كعناصر نقل وتحويل وقد جاء العمود المائل والشجري والقوس والكابل أولاً ومن ثم برز حصول كل من الجائز الظفري والبلاطة

والجائز البسيط على نسب أقل على الرغم من استخداماتهم الشائعة .



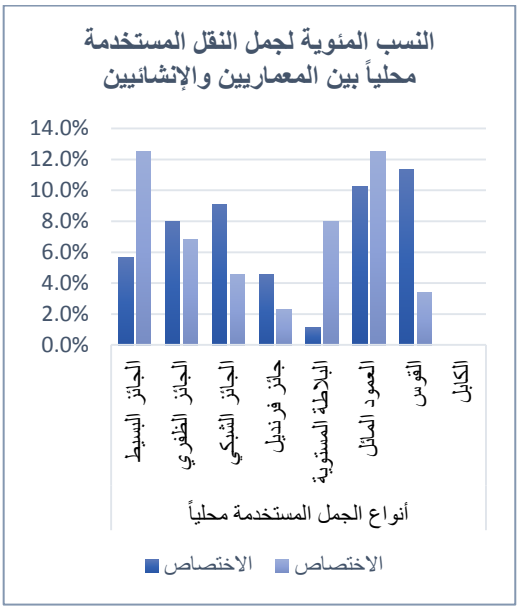
المخطط البياني (4) مقارنة المتوسطات الحسابية لتفضيلات العناصر المستخدمة كجمل للنقل والتحويل

2. المحور الثاني: الاستخدامات المحلية

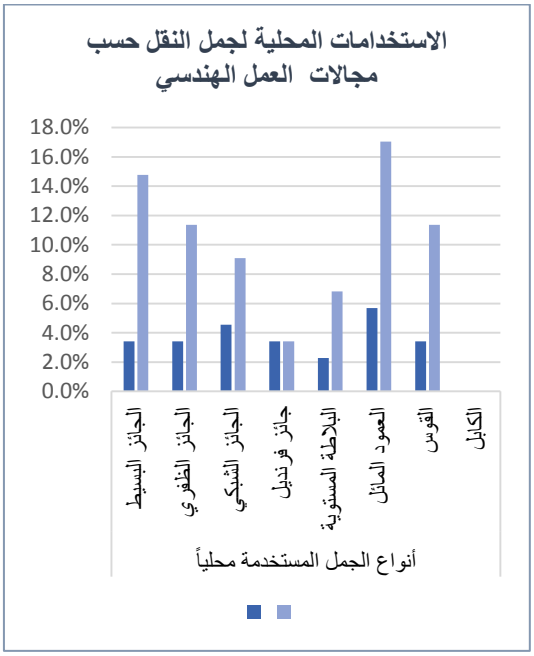


المخطط البياني (5) النسب المئوية للاستخدام المحلي بين المعماريين والإنشائيين

في الاستخدامات المحلية نجد أن هناك نسبة أقل من النصف بالنسبة للعينة الاختبارية قد استخدمت نوع من أنواع جمل النقل والتحويل في مشاريعها حيث كانت أكبر نسبة استخدام هي للعمود المائل ومن ثم للجائز البسيط وقد جاءت الاستخدامات بين الإنشائيين بشكل أكبر من المعماريين، مع توجه كامل لمجالات العمل المهني بشكل أكبر من مجالات العمل الأكاديمي مما يؤكد الحاجة إلى تعزيز مفاهيم جمل النقل والتحويل تطويرها أكاديمياً. المخططات(5)و(6)و(7).



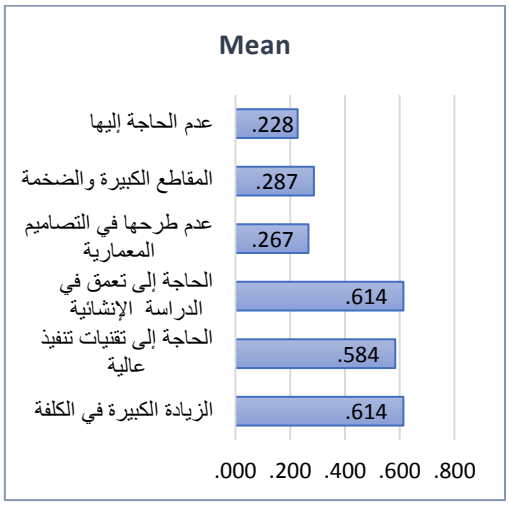
المخطط البياني (6) مقارنة أنواع جمل النقل والتحويل الأكثر استخداما محلياً بين المعماريين والإنشائيين



المخطط البياني (7) مقارنة أنواع جمل النقل والتحويل الأكثر استخداما محلياً حسب مجالات العمل

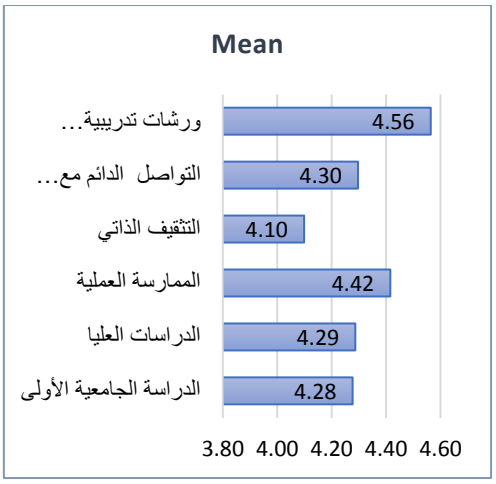
أما أسباب عدم استخدامها محلياً فقد جاء في المراتب الأولى (الحاجة إلى التعمق في دراستها الإنشائية والزيادة الكبيرة في الكلفة بالإضافة إلى حاجتها لتقنيات التنفيذ العالية) وقد جاءت نسبة ملفتة تشير إلى مسألة عدم طرحها أساساً في المشاريع التصميمية، مما يعني أننا أمام حالة مزدوجة من النقص في المفاهيم والإمكانات التي

تقدمها جمل النقل والتحويل في المجالين المعماري والإنشائي. المخطط (8)



المخطط البياني (8):مقارنة المتوسطات لأهم أسباب عدم الاستخدام المحلي لجمل النقل والتحويل

3. المحور الثالث :التعزيز المعرفي لجمل النقل والتحويل



المخطط البياني (9) مقارنة المتوسطات لأهم طرق التعزيز المعرفي لمفاهيم جمل النقل والتحويل

بمقارنة المتوسطات نجد أن تركيز العينة الاختبارية من معماريين وإنشائيين كان على مفردة (الدورات التدريبية التشاركية بين المعماري والإنشائي)، ربما بسبب الحاجة إلى عمل تشاركي لكي يستطيع كل من المعماري والإنشائي أن يفهم طريقة تعامل كل منهما مع جمل النقل والتحويل ، بينما لم تحصل مسألة إدخال مفاهيم جمل النقل والتحويل في الدراسات العليا أو البكالوريوس على المراتب الأولى .

البحث الاحصائي الاستدلالي:

كما ذكر سابقاً يهدف البحث إلى مسألة الاستقصاء على مؤشرات أكثر دقة لتكون جزءاً من التوصيات، حيث تم التركيز على مسألة أساليب التعزيز المعرفي لجمل النقل والتحويل وخصوصاً بالنسبة للمفردة الأعلى في المتوسطات الحسابية (الورشات التدريبية التشاركية بين المعماري والإنشائي) والمفردتين اللتين تركزان على إدخال المفاهيم في مرحلة الدراسة الجامعية الأولى أو الدراسات العليا) وذلك وفق ما يلي :

1- بتطبيق اختبار Anova للتباين الأحادي بين محور أساليب التعزيز المعرفي ونوع الشهادات العليا للعينة الاختبارية نجد أن هناك دالة إحصائية بين مفردة (تعزيز المفاهيم عن طريق الدراسات العليا) و(شهادتي البكالوريوس والماجستير الأكاديمي)،حيث كانت $P\leq 0.05$، لصالح الماجستير الأكاديمي، مما يعني أن الحاصلين على شهادة الماجستير الأكاديمي قد أكدوا على مسألة إدخال هذه المفاهيم في الدراسات العليا والتركيز عليها .

الجدول (4) يبين قيم التحليل الإحصائي ANOVA

ANOVA

الدراسات العليا

	Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Between Groups	**7.289**	**4**	**1.822**	**2.760**	**.032**
Within Groups	**63.384**	**96**	**.660**		
Total	**70.673**	**100**			

المناقشة والنتائج:

انطلق البحث من فرضية وجود نقص في الفهم المتعمق والكافي لمفاهيم جمل النقل والتحويل وذلك عند شريحة المجتمع الهندسي المتمثل بالإنشائيين والمعماريين، وقد خلص البحث إلى مجموعة من النتائج القابلة للمناقشة:

1. اتفق أفراد العينة البحثية على أهمية الطرح كمفهوم هام وضروري في اتجاه التطوير.
2. الاتجاه العام للفهم عند العينة البحثية يحدد استخدامات جمل النقل والتحويل بالاستجابة للمتطلبات الإنشائية ويتجاهل بشكل كبير الاستجابة للمتطلبات التشكيلية والجمالية وخصوصاً من قبل المعماريين، مما يدل على النقص الكبير في مفاهيم النقل والتحويل وإمكاناتها ضمن مجتمع المعماريين وخصوصاً استخدامها في مجال التطوير العقاري والمشاريع متعددة الاستخدامات.
3. لم يأت محور الاستخدام المحلي بجديد فقط كانت الاستخدامات محصورة بفئة الممارسين المهنيين من معماريين وإنشائيين ، وجاء استخدام العمود المائل بكافة أشكاله بالإضافة إلى جائز النقل في المراتب الأولى من العناصر الإنشائية المستخدمة في هذا المجال ، مما يدل على الحاجة إلى التطوير في مجال الدراسات المعنية بالعناصر المستخدمة كجمل للنقل والتحويل .
4. جاءت أهم أسباب تجنب استخدام جمل النقل والتحويل محصورة بالحاجة إلى التعمق في الدراسة الإنشائية ،والزيادة الكبيرة في الكلفة، مما يدل على الحاجة الكبيرة للبدء في تطوير هذا المجال المعرفي أكاديمياً أولاً ومهنياً ثانياً ،والإضاءة على آثاره الاقتصادية في مجال الاستثمار خصوصاً في الأبنية متعددة الاستخدامات .
5. في محور أساليب التعزيز المعرفي جاءت الورشات التدريبية التشاركية في قمة التفضيلات ربما لرغبة كل من المعماري والإنشائي بالتواجد معاً ضمن نفس البيئة التفاعلية التشاركية التي يتم فيها التواصل المباشر وتبادل وجهات النظر وفهم كل منهما لمتطلبات الآخر.
6. في التركيز على مسألة أساليب التعزيز المعرفي المقترحة وأهم الأساليب المفضلة عند كل من المعماري والإنشائي تم تطبيق اختبارات التباين وتبين وجود فروقات ذات دلالة إحصائية في حالة إدراج مفاهيم جمل النقل والتحويل في مرحلة الدراسات العليا والتي أكدت عليها فئة الماجستير الأكاديمي ما يدل على حاجتهم للاهتمام الأكاديمي في هذا المجال .

التوصيات:

1. إدخال مفاهيم جمل النقل والتحويل في المناهج التدريسية في المرحلة الجامعية الأولى بالنسبة للمعماريين، وتوسعة مفاهيمها ودراساتها الإنشائية بالنسبة للإنشائيين
2. التأكيد على ربط مفهوم جمل النقل والتحويل مع قسم التصميم المعماري من أجل تكامل الرؤية لإمكانات هذه الجمل معمارياً واستثمارياً .
3. العمل على تعزيز التعمق في دراسة جمل النقل والتحويل من خلال طرحها كمجالات بحثية في الدراسات العليا .
4. تعزيز إجراء الدورات التدريبية التشاركية بين المعماريين والإنشائيين ودور نقابة المهندسين في تطوير هذا المجال المعرفي وخصوصاً بالنسبة للممارسين المهنيين أصحاب التجربة التطبيقية ، ومحاولة رفدها بالخبرات الأكاديمية اللازمة .

التمويل: هذا البحث ممول من جامعة دمشق وفق رقم التمويل (501100020595).

References المراجع

1. Ahmad, I. (JANUARY 2017). *Modeling Options for Transfer Structures to Assess* . ISLAMABAD, PAKISTAN: CAPITAL UNIVERSITY OF SCIENCE & TECHNOLOGY.
2. Hiu Son Choi, L. J. (2017). *Outrigger Design for high rise buildings.* Images Publishing Dist Ac.
3. Jeffery Smilow, a. R. (2017). 55 Hudson yard. *Structure Magazine* .
4. R.K.L.Su. (2008). Seismic Behaviour of Buildings with Transfer Structures in Low-to-Moderate Seismicity Regions. *Electronic Journal of Structural Engineering*,, 99–109.
5. Ribeiro, G. X. (2018). *Structural Design of Transfer Structures.* Lisboa: TECNICO LISBOA.
6. Suckling, Q. (2022, 4 4). *Sheer Force Engineering*. Retrieved from https://sheerforceeng.com/
7. Taranath, B. (2010). Deep Beam .Reinforced Concrete Design of Tall Buildings . CRC press.
8. Taranath, B. S. (2016). Structural Analysis nd design of tall buildings :Steel and composite construction . CRC Press.
9. Zhua, Y. (2008). Influence of local deformations of transfer structures on seismic design. *The 14th World Conference on earthquake engineering* .
10. كتخدا، ع .(2017) *نظريات الإنشاء* .حلب: منشورات جامعة حلب – كلية الهندسة المعمارية.

مواقع الكترونية

11- www.britannica.com/technology/aqueduct-engineering