

## "The importance of relative hardness in calculating shear diaphragm with a hole cut when resistant to seismic "

Dr.Talal Mamdoh Sharaf\*

(Received 4 / 2 / 2018. Accepted 22 / 4 / 2018)

### □ ABSTRACT □

The relative stiffness of the shear diaphragm is determined by with hole of the calculation method as an open shear diaphragm or as shear diaphragm to resist the side loads caused by earthquakes and to maintain the stability of the building, given its importance, the computational relations required for the relative stiffness of the shear diaphragms were extracted, and strengthen weak structural elements such as beams between the wings of the shear diaphragm or columns and beams in the wholesale frame, To increase its resistance to side loads caused by seismic intensity in simplified ways in accordance with the terms and conditions of the code in our region.

Mathematical relationships have been developed and reinforced by the results of the experiments [8], which are included in the calculation of variables for the self-vibration coefficient of construction ( $\eta_k$ ), the role of self-vibration ( $T_i$ ), and Flexibility factor (S), [relationships (14)], for shear diaphragm elements with equal or different openings, to determine the magnitude of side forces resulting from earthquakes) ( $S_{ik}$  on the level of floor tiles and at full height construction.

The calculate the reinforcing steel bars area has been proposed according to experimental results and theoretical research in recent years, And the calculation of ray sections in accordance with the theory of Gvazdeyev at the stage of collapse

, A verification application has been applied.

The comparison between the behavior of the beams association clips fixed and variable inertia Association beams for the shear diaphragms with openings to apply the proposed theoretical relationships and experimental research and compare the results and determine their resistance to seismic loads and verified.

**Keywords:** Beams; Diaphragm shear; Diaphragm shear with openings; Horizontal beam inertia or height variable reinforcement at wall; Reinforced concrete; building; seismic loads. Horizontal beam reinforcement at wall, Diaphragm shear with openings, Diaphragm shear,

---

\*Assistant Professor - Department of Structural Engineering – Reinforced Concrete –Faculty of Civil Engineering – Damascus University- Syria

## "أهمية الصلابة النسبية في حساب جدار القص بفتحة المقاوم للزلازل"

الدكتور طلال ممدوح شرف\*

(تاريخ الإيداع 4 / 2 / 2018. قُبل للنشر في 22 / 4 / 2018)

### □ ملخص □

تحدد قيمة الصلابة النسبية لجدار القص بفتحة طريقة حسابه كجدار قص بفتحة أو كجدار قص مصمت لمقاومة الحمولات الجانبية الناتجة عن الزلازل والحفاظ على استقرار البناء، ونظرا "لأهميته، فقد تم استخراج العلاقات الحسابية اللازمة للصلابة النسبية لجدران القص، وتقوية العناصر الإنشائية الضعيفة كالجوائز بين أجنحة جدار القص أو الأعمدة والجوائز في الجملة الإطارية (الكمرة)، لزيادة مقاومتها للأحمال الجانبية الناتجة عن الشدة الزلزالية بطرق مبسطة بما يتوافق مع الشروط والمواصفات للكود في منطقتنا.

تم استنباط علاقات حسابية مدعمة بالبحث التجريبي [8] والتي تدخل في حساب المتغيرات لمعامل الاهتزاز الذاتي للبناء ( $\eta_K$ ) ودور الاهتزاز الذاتي [ $T_i$ ] العلاقة [14] والمطاوعة (S) لعناصر جدار القص بفتحات متساوية (أو مختلفة) لتحديد شدة القوى الجانبية الناتجة عن الزلازل ( $S_{ik}$ ) على منسوب البلاطات الطابقية وعلى ارتفاع كامل البناء. تم اقتراح توضع التسليح للجوائز بما يوافق النتائج التجريبية والبحوث النظرية في الأعمام الأخيرة، وحساب مقاطع الجوائز، بالنظرية الحديثة في مرحلة الانهيار (المرحلة الثالثة:  $M_u = A_s * f_y * Z$ )، وتم إجراء تطبيق حسابي للتحقق. تم إجراء مقارنة بين تشوه الجوائز الرابطة بمقاطع ثابتة وجوائز رابطة متغيرة العطالة لجدران القص بفتحة بتطبيق العلاقات النظرية المقترحة والبحوث التجريبية ومقارنة النتائج وتحديد مقاومتها للأحمال الزلزالية والتحقق من النتائج.

**الكلمات المفتاحية:** الجوائز الرابطة، جدران القص المصمتة، جدران القص بفتحة، الجوائز الرابطة متغيرة الارتفاع، الخرسانة المسلحة، المباني العامة، الحمولات الجانبية، الأحمال الزلزالية. الجوائز المعدنية.

\* أستاذ مساعد - قسم الهندسة الإنشائية - شعبة الخرسانة المسلحة - كلية الهندسة المدنية - جامعة دمشق - دمشق - سورية

## مقدمة:

اتجه العلماء للبحث بزيادة الاستقرار للمباني السكنية ذات الجمل الإنشائية الاطارية أو الجدارية أو المشتركة بوضع الطرائق الحسابية اللازمة لحساب جدران القص لمقاومة الحمولات الجانبية الناتجة عن الزلازل أو الرياح بما يتوافق مع الارتفاعات المختلفة للبناء ومعالجة النتائج التجريبية بالرياضيات الإحصائية بشكل أمن [5]، لحل الأزمة السكنية بإنشاء المباني البرجية أو متعددة الطوابق، لاستيعاب الزيادة السكنية وتأمين استقرارها نتيجة الكوارث الطبيعية.

## الدراسة المرجعية:

تعد جدران القص (Diaphragm shear) عناصر إنشائية حاملة وأساسية في الأبنية للحفاظ على استقرارها ومقاومة الأحمال الجانبية والرأسية.

تم تحليل الجمل الإنشائية الإطارية (الأعمدة المرتبطة بالجوائز بعقد في مستوى تقاطعهما) والجمل الجدارية (جدران القص) [4] حسب تكاملات مورا المتوفرة باللغة العربية في المكتبات. أهتم كل من العلماء [6]، [12] بوضع طرائق حسابية للجمل الاطارية والجدارية والمشاركة لمقاومة الحمولات الجانبية الناتجة عن الشدة الزلزالية والرياح. بحث العلماء تأثير الحمولات الجانبية على المباني البرجية لإيجاد علاقة الشدة الزلزالية بالعزم وقوى القص والانتقالات والتشوهات وزوايا الدوران [1].

أهتم البروفيسور درزدوف وطلابه [13] بوضع طرائق حسابية لجدران القص المصممة وجدران القص الشطرنجية المقاومة للحمولات الجانبية، واهتم البروفيسور [14] بحساب الجمل الإطارية وجدران القص المصممة. اجريت تجارب مخبرية بجامعة موسكو الحكومية للعلوم الهندسية للتحقق من مقاومة جدران القص والجوائز مسبقة الإجهاد والجوائز بتيجان [8] عام 1985 وهذا البحث شكل نقلة نوعية في العلوم الهندسية بتحديد زوايا الدوران الأفقية والرأسية بالنسبة لمحاور العينات التجريبية وعلاقة العزم - بالتشوهات في الخرسانة وقضبان التسليح، واعتمدت النتائج من بنك المعلومات الهندسية الدولي. عمل العديد من العلماء بالبحث عن زيادة عزم الصلابة العقد في مستوى النقاء الجوائز بأجنحة جدار القص ومعرفة سلوكها في مرحلة المرونة واللدونة والانكسار، وطريقة التسليح الطولي والمائل ومدى تطابق الطرائق التجريبية مع العلاقات النظرية للباحثين في دول العالم، وتم اعتماد طرائق جديدة لتسليح الجوائز من قبل بنك المعلومات العالمي في الكود [11]، [9]، [7]، [3] في عام 1989 وما بعده بالاستفادة من نتائج الطرائق التجريبية [8].

تحتاج جدران القص بفتحة لبعض الاستكمالات في طرائق التسليح حسب تغير عزم الصلابة (stiffness) وطول المجاز بالنسبة لارتفاعه بما يتوافق مع ظروف المنطقة الافريقية والعربية والتصميم المعماري للمباني في المنطقة.

نظرا لأهمية حساب المباني العامة والمباني الصناعية، وظهور الحاجة إلى مثل هذه الأبنية، فقد تم تنفيذ أعمال تجريبية لجدار قص بفتحة بجوائز رابطة بمقاطع ثابتة وبمقاطع متغيرة الارتفاع من الأسفل والأعلى (بتيجان) في البحث [8]، والمنفذ بجوائز من الخرسانة لحساب العزم، قوى القص، القوى الرأسية والانتقالات الأفقية. أهتم الكثير من العلماء والباحثين بوضع طرائق حسابية لجدران القص المصممة والإطارات (الكمرات)، بفتحة وفتحتان أو أكثر نتيجة الحمولة الزلزالية من قبل العلماء [12]، بما يتوافق مع الشروط والمواصفات الدولية.

وضع العالم [2] طريقة حديثة لحساب الجمل الاطارية والجدارية بفتحات مستغنياً عن تكاملات موري الشائعة [4] في أمريكا والدول الأوربية لمقاومة الحمولات الجانبية الناتجة عن الرياح، نظراً لأهمية الأبنية العامة من الخرسانة، لا بد من تحليل الطرائق الحسابية لعمل كافة العناصر الإنشائية الحاملة على ارتفاع الأدوار مع العناصر الرأسية الحاملة كالأعمدة وجدران القص، ومن الضروري اقتراح علاقات حسابية نظرية توافق النتائج التجريبية لجدران القص بفتحات (Diaphragm shear with openings) والجوائز الرابطة (join beams) والتحقق من صحة تطابقها مع الأسس النظرية بالمعايير العالمية لوضع التوصيات والنتائج بشكل يؤمن سلامة واستقرار المنشآت العامة. اقترح العلماء [13]، [14] طرائق حسابية لجدران القص بفتحات والجوائز الرابطة (join beams) بين أجنحتها بما يتوافق مع النتائج التجريبية.

### أهمية البحث وأهدافه:

1-2- اقتراح العلاقات الحسابية من نتائج البحوث التجريبية لسلوك الجوائز الرابطة بين جناحي جدار القص بعزم عطالة ثابت وعزم عطالة متغير على شكل تيجان لتقوية عقد الوصل، (هذا يعني زيادة عزم الصلابة عقدة وصل الجوائز بجناح جدار القص المتناقص حتى نقطة انعدام العزم في وسط الجوائز الرابطة) و شكل توضع التسليح.

2-2- اقتراح علاقات حسابية جديدة لتحديد عزم الصلابة النسبية لأجنحة جدار القص بفتحة أو متعدد الفتحات ( $\lambda$ )، وبمجازات متساوية أو مختلفة لتسهيل طريقة الحساب للأحمال الزلزالية بالاعتماد على البحث التجريبي [8].

3-2- مقارنة نتائج العلاقات الحسابية المقترحة مع نتائج العلاقات الحسابية للمباني على الزلازل للعالم [6]، والمستخدمة في المراجع الأجنبية بتأثير الحمولة الزلزالية (seismic loads) على مستوى البلاطات الطابقية والتحقق من نتائجها.

### محتوى البحث:

تعتمد العلاقات النظرية لحساب عناصر الخرسانة المسلحة على البحث التجريبي باعتبار الخرسانة مادة غير متجانسة، وتم اعتماد النموذج التجريبي للباحث [8] لأهميته في تحليل الجملة الإنشائية الحاملة وتأثير القوى والعزوم على الانتقالات وزوايا الدوران والتشوهات.

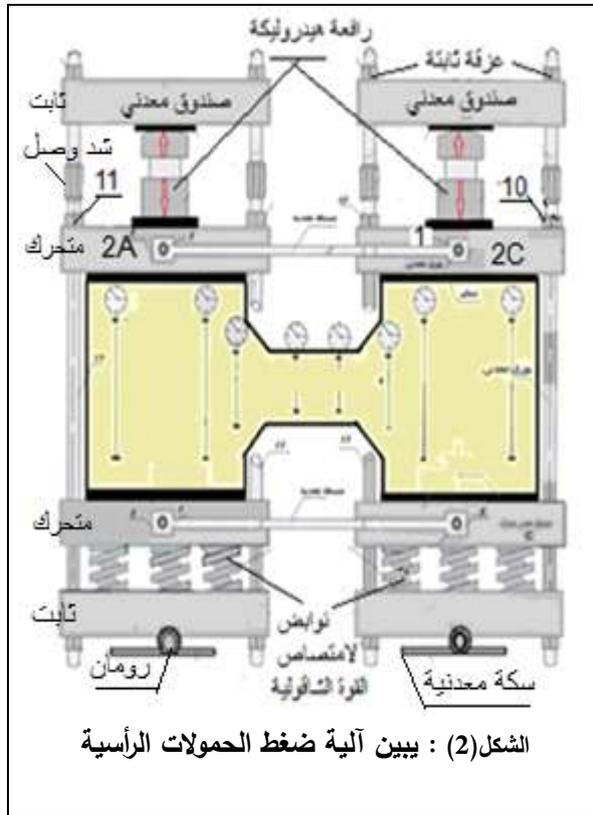
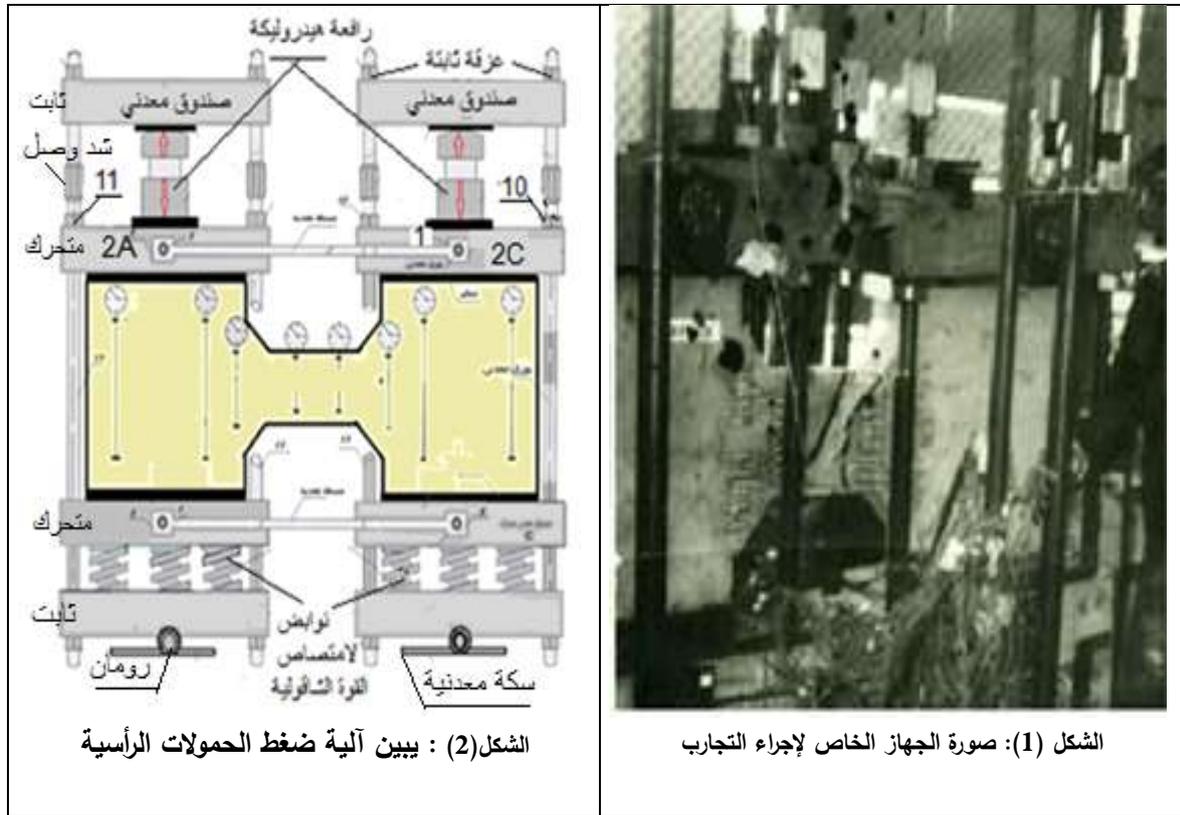
### 1-3- وصف وتحليل النتائج التجريبية لجدار القصبفتحة.

تم توصيف ومعالجة نتائج البحث التجريبي في جامعة موسكو للعلوم الهندسية [8] MISI لما له من أهمية على تحديد العلاقة ما بين شدة القوى الجانبية على هيكل البناء، وظهور العزم وقوى القص والسهم والحمولة الرأسية في مقاطع جدار القص على الشكل التالي:

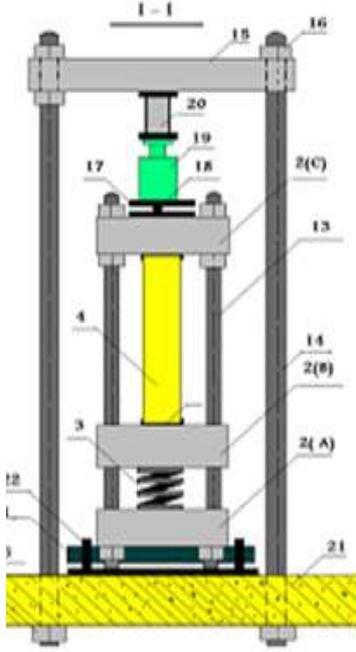
صمم الباحث [8] جهاز خاص مبتكر يقوم بدور الحمولات الرأسية والجانبية، لإجراء التجارب على مجموعة عينات من جدران القص الخرسانية المسلحة بفتحة لطابق واحد في مبنى متعدد الطوابق لتحديد زوايا الدوران، المطاوعة، السهم والتشوهات، الشكل (1).

يبين الجهاز مراحل تشوه العينات عند تطبيق الحمولات الرأسية بنسبة 0,3N الشكل (2) والحمولات الجانبية الشكل (3) ، ومنه تحدد التشوهات الحاصلة في أجنحة جدار القص والجوائز الرابطة من الخرسانة، وتحدد التشوهات في قضبان التسليح بالإضافة إلى قياس زوايا الدوران لأجنحة الجدار الشاقولي حول محوره وزاوية الدوران الافقية على

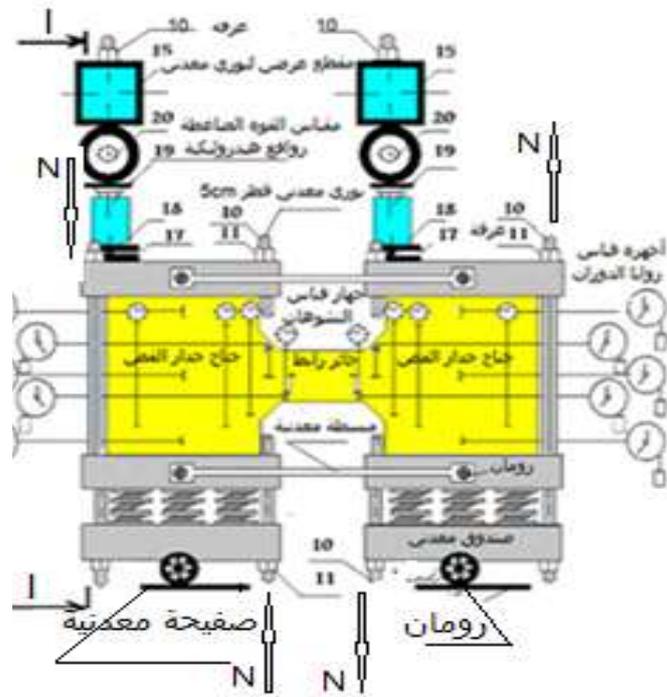
محور الجائز الرابط، وذلك بتثبيت أجهزة لقياس التشوهات (indicator) بدقة 0,001mm وأجهزة قياس زوايا الدوران (deflect meter) بدقة قياس 0,01mm. ووشائع قياس تشوه قضبان التسليح والخرسانة (Electrical Strain Gauge) لمقارنة النتائج مع أجهزة قياس (indicator) فيما بينها الشكلين (2,3).



يوضح الشكل (1,2) مخطط تحميل النموذج المصنوع من الخرسانة المسلحة بحمولة رأسية بقيمة (0,3N) بانضغاط النوابض السفلية نتيجة ضغط الرافع الهيدروليكي داخليا "وبعد تثبيت الصناديق المعدنية المتحركة (2A) و (2C)، الشكل (4) بعزقة شد الوصل (10,11) يتم إزالة الروافع الهيدروليكية والصناديق المعدنية للجزء العلوي. تم تصميم جدار قص بفتحة بجائز رابط (الطول 5m وارتفاعه 2m وسماكته 30cm) وجدار قص بمقطع ثابت بالإضافة لتيجان (الطول 5m وارتفاعه 2m في الوسط و 4m في العقدة وبسماكة (30cm) مع العلم أن طول التاج 1m وارتفاعه 1m عن المقطع الثابت في الاتجاهين. أبعاد اجنحة جدار القص الطول 5m والارتفاع 0,6m. تتخذ العينة بنفس مواد الخلطة الخرسانية وقضبان التسليح والخواص الفيزيائية والميكانيكية للجدار الشكل (2). بعد إجراء تحميل العينات بشكل متزايد، ثبتت قيمة التشوهات ونتائجها، وتم قياس عرض وطول الشقوق بالنسبة لقيمة الحمولة المطبقة (القوة الرأسية اللامركزية) ودونت نتائج زوايا الدوران الأفقية بالنسبة لمحور الجائز الرابط وزوايا الدوران الرأسية بالنسبة لمحور أجنحة جدار القص حتى الانكسار كما هو واضح بالشكل (4).



مسقط جانبي لجهاز التجارب والعينات

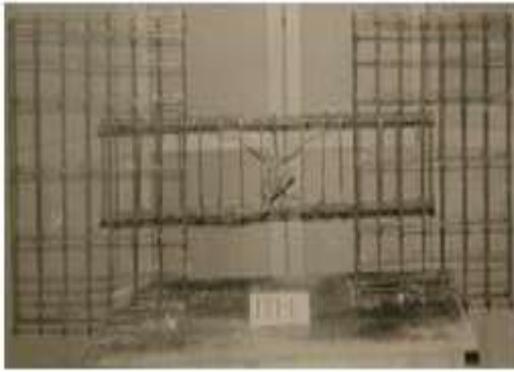


الشكل (3): مسقط طولي يبين ضغط الحمولة الرأسية

- 1- رومان مثبت على محور من بوري معدني من الاتجاهين.
- 2- (10), (11) صناديق معدنية بنفس الابعاد والارتفاعات، الشكل (2).
- 3- نوابض تمتص الحمولة الرأسية وتقوم بدور الحمولة الرأسية للعناصر الإنشائية أعلى الجدار المدروس.
- 4- النموذج المصنع من الخرسانة المسلحة لجناحي جدار القص والجوائز الرابطة.
- 5- صفيحة معدنية. 6 - مبسطة معدنية مثبتة على صفيحة معدنية. 7- روافع هيدروليكية. 8- صفيحة معدنية على شكل (U).
- 9 - شد وصل بمسننات يمينية ويسارية، 10- عزقة وصل (أو شد وصل) متحركة. 11- عزقة وصل مثبتة للصندوق المعدني.
- 12- صفائح معدنية، 13- بوري معدنية.

تم تصميم جدار قص بفتحة بجائز رابط (الطول 5m وارتفاعه 2m وسماكته 30cm) وجدار قص بمقطع ثابت بالإضافة لتيجان (الطول 5m وارتفاعه 2m في الوسط و 4m في العقدة وبسماكة 30cm) مع العلم أن طول التاج 1m وارتفاعه 1m عن المقطع الثابت في الاتجاهين. أبعاد أجنحة جدار القص الطول 5m والارتفاع 6m. تنفذ العينة بنفس مواد الخلطة الخرسانية وقضبان التسليح والخواص الفيزيائية والميكانيكية للجدار الشكل (2).

بعد اجراء تحميل العينات بشكل متزايد، ثبتت قيمة التشوهات ونتائجها، وتم قياس عرض وطول الشقوق بالنسبة لقيمة الحمولة المطبقة (القوة الرأسية اللامركزية) ودونت نتائج زوايا الدوران الأفقية بالنسبة لمحور الجائز الرابط وزوايا الدوران الرأسية بالنسبة لمحور أجنحة جدار القص حتى الانكسار كما هو واضح بالشكل (4).

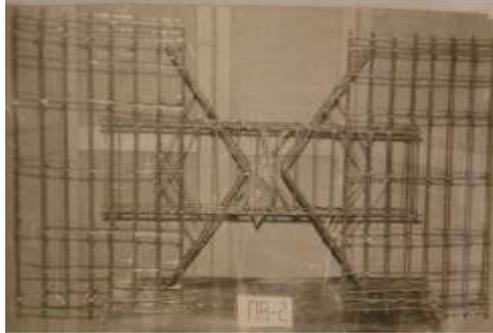


الشكل (5): يبين شكل توضع قضبان التسليح والحساسات على الجائز الرابط.

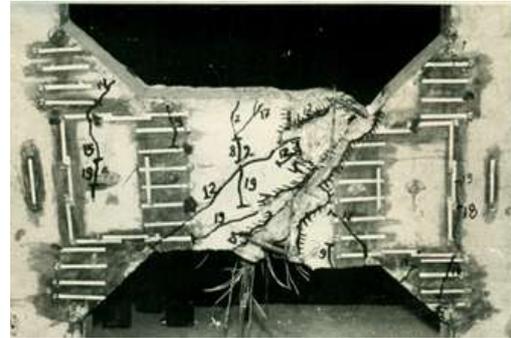


الشكل (4): يبين توضع ظهور الشقوق وتزايدها على الجائز الرابط من بداية التحميل حتى الانهيار.

يوضح الشكل (5) توضع الحساسات على سطح قضبان التسليح (Electrical Strain Gauge) موصولة بجهاز حساب المقاومة لقياس تشوهات قضبان التسليح بمراحل تحميل العينات. ويوضح توضع قضبان التسليح لجدار قص بجائز رابط ثابت الارتفاع

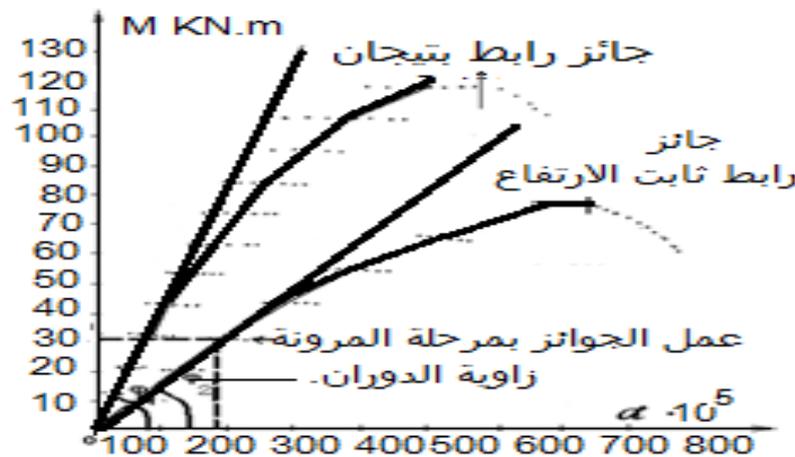


الشكل (7): توضع التسليح لجدار قص بجائز رابط بتيجان.



الشكل (6): ظهور الشقوق وتوضع (Strain gage sensor) المثبتة على سطح قضبان التسليح وعلى سطح الخرسانة

ثبتت النتائج المعالجة بالرياضيات الإحصائية (الستاتيكية) [15] من قبل الباحث للحصول على مخطط علاقة العزم بزواوية الدوران لجدار القص بجائز رابط ثابت الارتفاع، ولجدار قص بتيجان الشكل (8) .



الشكل (8): مخطط المنحنيات ويمثل العزم وزوايا الدوران لأجنحة جدار القص بجوائز رابطة بمقطع ثابت الارتفاع وجوائز بمقطع ثابت وتيجان من بداية التحميل حتى الانهيار (الانهيار)

### 1-1-3- نتائج محتوى البحث التجريبي:

- 1- تصميم جائز رابط بتيجان في جدار قص بفتحة وبسليح طولي ومائل الشكل (7) ، يخفض من التشوهات في الجائز الرابط بتيجان (ε) ب 2,2 مرة بالمقارنة مع الجائز الرابط بدون تيجان.
- 2- تصميم جدار قص بجائز رابط بتيجان يخفف من تشكل التشققات 3,83 مرة، ويزيد قدرة التحمل 1,74 مرة بالمقارنة مع الجائز الرابط بدون تيجان.

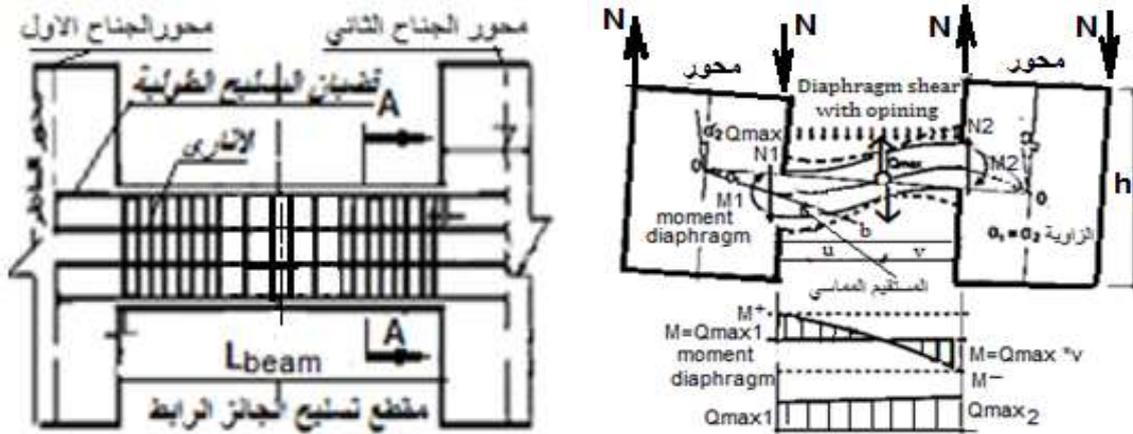
### (Theoretical research: البحث النظري: 3-2)

#### 1-2-3- محاكاة العينات الخرسانية المسلحة.

#### (Simulation of samples from reinforced concrete)

يوضح التحليل الإنشائي للعمل المشترك لعناصر الجملة الإنشائية الحاملة على الشكل التالي:

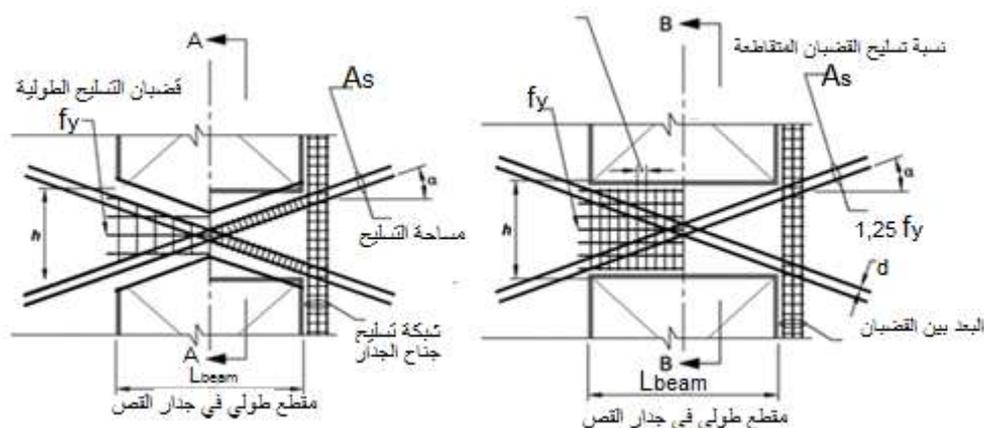
- a- زيادة ارتفاع الجائز الرابط في عقدة ربط الجائز بجناح جدار القص وتناقصه باتجاه نقطة انعدام العزمين جناحي جدار القص، يزيد من مقاومة الجدار للحمولات الجانبية لتشكل الشقوق 3,83 مره ويخفض التشوهات 2,2 مرة ويخفض الإجهاد المركز في العقدة من ضغط الحمولة الرأسية والشد والضغط من عزم الانحناء للجائز الرابط.
- b- تدور أجنحة جدار القص حول المحاور الرأسية بالمواكبة مع دوران الجوائز الرابطة حول المحور الأفقي من ضغط شدة الزلزال  $S_i(x)$  على البناء، وتعتبر نقطة التقاء محور الجائز مع محور الجناح بداية زاوية الدوران ( $\alpha$ ) الشكل (9)، هذا يعني ضرورة مد قضبان التسليح الطولية للجوائز حتى محور أجنحة جدار القص، وتعتمد الأساور وأبعادها باشتراطات الكود في الدولة صاحبة المشروع. نقتح مد التسليح الطولي حتى محوري جدار القص لمنع بداية التشقق في نقطة تقاطع المحور الأفقي والشاقولي تحت تأثير الشدة الزلزالية، ونقتح إضافتها إلى اشتراطات الكود عند التصميم نتيجة التحليل الإنشائي والتجريبي للبحث الشكل (10).



الشكل (9): (a) - جدار قص بفتحة وجوائز رابطة بتيجان متغيرة الصلابة. (b) - جدار قص بجائز رابط ثابت المقطع.

الشكل (10): يبين توضع التسليح الطولي حتى محور الأجنحة، تعتمد أبعاد الأساور حسب الكود المختار

ملاحظة: تعتمد نفس الأبعاد والخواص الفيزيائية والميكانيكية لجدار القص بجوائز متغيرة الارتفاع وبدونه.



الشكل (11): يبين توضع التسليح النموذجي للجائز الرابط متغير الارتفاع.

تحسب مساحة تسليح مقطع الجائز بالنظرية الحديدية (في مرحلة الانهيار:  $M_u = A_s * f_y * Z$ ) بتحديد قيمة العزم الناتج عن شدة الزلزال والحمولة الرأسية.

نتائج التحليل الإنشائي لجدار القص بفتحة:

1- زاوية دوران العناصر الأفقية حول المحور الأفقي  $(\alpha_1)$  تساوي زاوية دوران أجنحة جدار القص حول المحور الرأسي  $(\alpha_2)$ .

2- تحدد احداثيات زاوية الدوران  $(\alpha)$ . في نقطة تقاطع المحور الرأسي لجناح الجدار مع المحور الأفقي للجائز، ولهذا السبب نقترح مد قضبان التسليح الطولية للجائز إلى المحاور الرأسية لأجنحة جدران القص.

### 2-2-3- الأساس النظرية: Theoretical basis

بالنظر لأهمية جدران القص في الأبنية البرجية في مقاومة الشدة الزلزالية، من الضروري اقتراح طريقة حسابية لجدران القص بفتحات بما يتوافق مع العوامل الطبيعية وظروف المنطقة.

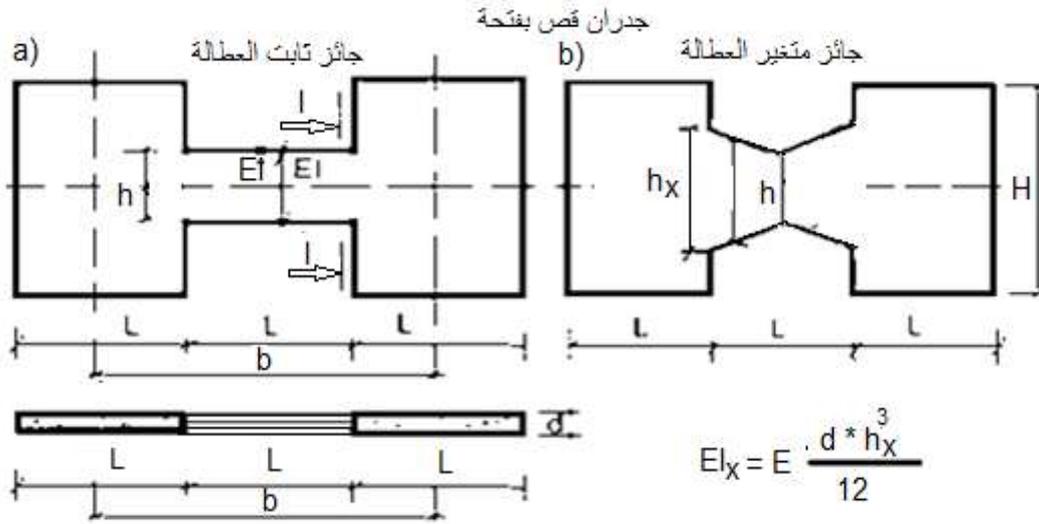
نقترح طريقة حسابية عامة لجدار قص بفتحة بالاعتماد على التحليل الإنشائي والنتائج التجريبية [8]، وعلى نظرية (Prof: P.F. Drozdov) في حساب الأبنية العالية على الرياح. ونقارن النتائج بالطريقة الحسابية للبروفيسور (Prof. N.N Zharkova) لحساب جدار القص بفتحة للأبنية على الزلازل، وذلك للتخفيف عن الباحثين من العناء بالبحث عن المراجع الكثيرة والغير متوفرة في الأسواق والمكتبات.

يعتمد نموذجين لجدار قص بفتحة. الأول بجائز رابط بمقطع ثابت والثاني بمقطع متغير الارتفاع، وينفس الأبعاد ومواد الخلطة الخرسانية وقضبان التسليح والخواص الفيزيائية والميكانيكية بما يتوافق مع البحث التجريبي [8]، كما هو مبين في الشكل (12).

نحدد قيمة عزم العطالة المتغيرة للجائز الرابط بالعلاقات (1,2,3,4) الشكل (12-b)، ويحدد عزم العطالة في مقطع الجائز الرابط متغير الارتفاع على الشكل التالي:

$$I_x = \frac{I_0}{1-(1-n)\mu^m} \quad (1)$$

$= h_x/h_0\mu$  - نسبة فارق تغير الإحداثيات لارتفاع الجائز الرابط متغير عزم الصلابة (بتيجان).



الشكل (12): (a) - جوائز رابط ثابت العطالة

(b) - جوائز رابط متغير العطالة.

$\mu = h_x / h_0$  - نسبة فارق تغير الإحداثيات لارتفاع الجوائز الرابط متغير عزم الصلابة (نتيجان).

$h_0$  - ارتفاع الجوائز الرابط الثابت.

$h_x$  - ارتفاع الجوائز متغير الارتفاع.

$n$  - نسبة عزم الصلابة لبداية ونهاية تغير ارتفاع التيجان

$m$  - معامل يتعلق بشكل التاج (مستقيم. قطع ناقص).

إذا كان عزم الصلابة معلوم في أي مقطع، نحصل من العلاقة (1) على العلاقة التالية:

$$\mu^m = \frac{I_x - I_0}{(1-n) I_x} \quad (2)$$

$$m = \frac{\tan \frac{I_x - I_0}{(1-n) I_x}}{\tan \mu} \quad (3)$$

بحسب تغير عزم الصلابة لمقطع الجوائز متغير الارتفاع على شكل مستقيم بالقانون التالي:

$$h = h_0 (1 + c * \mu) \quad (4)$$

$c$  - معامل يتعلق بتغير ارتفاع التاج بشكل مستقيم مائل.

### 3-3-3 الطرائق الحسابية لجدران القص بفتحة.

#### Method to calculate the diaphragm with openings.

#### 3-3-3-1 حساب جدران القص بفتحة: تم حساب مقاومة الحمولة الجانبية الناتجة عن الزلازل من قبل

البروفيسور Zharkova. N. N والبروفيسور Ignatenko. T.K [12]. على الشكل التالي.

يعمل جدار القص بفتحة مع القاعدة، وتتغير مطاوعة الأساسات ( $S_{found}$ ) على انتقال الجملة الإنشائية في

حدود (0-0.6) عندما تكون التربة ضعيفة، ويزداد تشوه الجملة الإنشائية الحاملة، وتحسب قيمة المطاوعة (الطاعة)

بالعلاقة التالية:

$$K_{foun} = \frac{\sum B_{diaph}}{H_0 B_{found}} \quad (5)$$

$\sum B_{diaph}$  - مجموع عزم الصلابة مقاطع أجنحة جدار القص.

$H_0$ -الارتفاع الكلي للبناء.

$B_{found}$ -عزم الصلابة الزاوية لمقطع قاعدة جدار القص بفتحة.

$$B_{found} = C_{found} * I_{found} \quad (6)$$

$C_{found}$ -معامل مسامية التربة.

$I_{found}$ -عزم العطالة لمقطع قاعدة جدار القص.

لتحديد العمل المشترك للأعمدة أو أجنحة جدار القص إذا كانت متساوية أو مختلفة المقاطع مع الجوائز الرابطة متساوية أو مختلفة المقاطع في الجملة الإنشائية الجدارية، من الضروري تحديد قيمة المعامل ( $\lambda$ ) حسب المرجع [4] ، ويعتبر من أهم العوامل لتحديد نسبة عزم الصلابة لأجنحة جدار القص بفتحة:

$$\lambda = H * \sqrt{\frac{K * \theta^2}{\Sigma B}} \quad (7)$$

يحسب المعامل ( $f(\theta^2, \lambda)$ ) من المرجع [4]

صفحة 564 من الشكل (15-5)، مع العلم يتم إيجاد قيمة معامل عزم الصلابة الجوائز الرابطة عند انحناء

الإطار بفتحة أو أكثر (ويطبق أيضا" على جدار قص بفتحة أو أكثر) بالعلاقة التالية.

$$K = \frac{12 * r}{h_{floor}}; \quad r = \frac{\Sigma B_{beam} * \gamma^3}{b * \varphi} \quad (8)$$

-مجموع عزم الصلابة مقاطع الجوائز الرابطة على مستوى الطابق بالمدرّوس للجملة الإطارية أو الجدارية، وتعتمد قيم  $r$  حيث أن: [6] المرجع (2) من الفقرة  $B_{beam}, \varphi, \gamma$  المتغيرات

$B_{beam}$ - عزم الصلابة المقطع الشاقولي للجوائز الرابطة.

$h_{beam}$ - ارتفاع الجوائز الرابطة.

$\delta$ - سماكة الجوائز الرابطة.

$L_B$ - طول مجاز الجوائز الرابطة.

$b$ - البعد بين محوري الأعمدة الطرفية أو جناحي جدار القص بفتحة.

وتحسب المتغيرات  $\gamma, \varphi, r, \theta^2$  أعلاه بما يتوافق مع المراجع [4], [6], [7] بالعلاقات التالية:

$$B_{beam} = \frac{E_{beam} * \delta * h_{beam}^2}{12} \quad (9) \quad \varphi = 1 + 2.4 \left( \frac{h_{beam}}{L_{beam}} \right)^2; \quad \gamma = \frac{b}{L_{beam}}$$

ويحدد معامل الانتقال الناتج عن الحملات الرأسية في أجنحة جدار القص.

$$\theta^2 = 1 + \frac{\Sigma B_{i.diaph}}{\Sigma B_u} \quad (10)$$

$$\Sigma B_u = \Sigma B_{i.diaph} + n * B_a \quad (11)$$

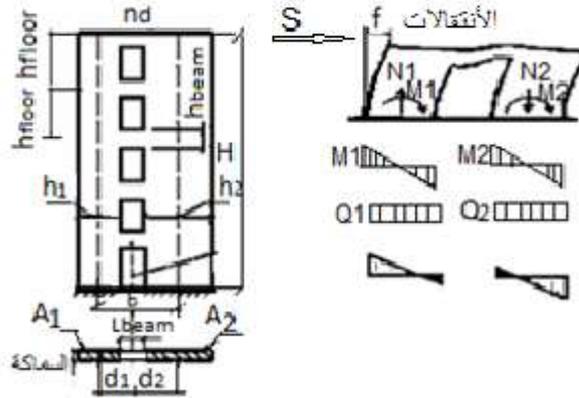
$$B_a = \frac{E_{beam} * A_i * b^2}{1 + \left( \frac{A_1}{A_2} \right)} \quad (12)$$

$n$ - عدد الفتحات لجدار القص أو للإطار بفتحات.

### 3-3-2- العلاقات المقترحة لحساب جدران القص بفتحة.

تم استنباط العلاقات الحسابية التالية لمقاومة الحمولة الجانبية الناتجة عن الزلازل على جدار القص بفتحة أو

أكثر الشكل (13) على الشكل التالي.



الشكل (13): يبين الأبعاد والقوى والعزوم في جدار القص بفتحة.

عند حساب جدار قص بفتحة، لا بد من تحديد العمل المشترك لأجنحة جدار القص المتساوية أو المختلفة مع مقاطع الجوائز الرابطة متساوية أو مختلفة المقاطع في الطابق المدروس لجدار قص بفتحة أو أكثر لحساب عزم الصلابة النسبية) (للتوافق مع [2] والبحث [8] المعتمد من منظمة بنك البحوث العلمية الدولي في عام 1985م. نقتح العلاقة الحسابية (13) لتحديد عزم الصلابة النسبية للعمل المشترك لأجنحة وجوائز جدار القص بدلا" من العلاقة (7) مع شرح العوامل والقيم المدرجة في مضمون العلاقة المقترحة على الشكل التالي:

$$\lambda = H \sqrt{\frac{\kappa_1 B_u}{S^* \Sigma B}} \quad (13)$$

تحدد قيمة مطاوعة الجائز الرابط ( $S^*$ ) بين جناحي جدار القص بعد تحديد زاوية الدوران ( $\alpha$ ) بالنسبة للعزم ( $M$ ) وتحديد الجيب القطعي ( $\text{sh}\lambda x$ ) والتجيب القطعي ( $\text{ch}\lambda x$ ) للزاوية ( $\theta$ ) الحاصلة من نتائج المنحني) ( $M-\alpha$ ) الشكل [8] والبحث [8] كالآتي.

$$S^* = \frac{h_{\text{floor}} \times L_{\text{beam}}^3}{12 E I_{\text{beam}} \times b} \quad (14)$$

$-h_{\text{beam}} \cdot \delta$  سماكة وارتفاع الجائز الرابط.

$L_{\text{beam}}$  طول مجاز الجائز الرابط.

$-h_{\text{floor}}$  ارتفاع الجائز الطابق الواحد.

يتم حساب مجموع عزم الصلابة لأجنحة جدران القص بفتحة أو أكثر وعزم الصلابة الجوائز الرابطة بالعلاقة

التالية:

$$\Sigma B_u = \Sigma B_{i,\text{diaph}} + n * B_a \quad (15)$$

- إذا كان الجدار بفتحة. هذا يعني  $n=1$  وإذا كان الجدار بفتحتين متساويتين فتكون  $n=2$  وهكذا. أما إذا كان

الجدار بأكثر من فتحة وبمقاطع مختلفة. تأخذ العلاقة (15) الشكل التالي:

$$\Sigma B_u = \Sigma B_{i,\text{diaph}} + \Sigma_1^n B_{an} \quad (16)$$

$$B_a = \frac{n * b}{1 + \left(\frac{A_1}{A_2}\right)} = n * \frac{E_{\text{beam}} * A_i * b^2}{1 + \left(\frac{A_1}{A_2}\right)} \quad (17)$$

$$k_n = n * \frac{1 + \left(\frac{A_1}{A_2}\right)}{E_{\text{beam}} * A_i * b} \quad (18)$$

الطابق المدروس.  $\sum B = \sum B_{i.diaph}$  -مجموع عزم الصلابة المقاطع الأفقية لأجنحة جدار القص بفتحة أو أكثر في مستوى

$$B_{i.diaph} = \frac{E_{beam} \cdot \delta \cdot h_{i.diaph}^3}{12}$$

$\sum B_a$  -مجموع عزم الصلابة (*stiffness*) النسبية لجوائز أجنحة جدار القص إذا كانت مختلفة. ونحدها على الشكل التالي:

$$\sum_1^n B_{an} = \frac{b_1}{k_1} + \frac{b_2}{k_2} + \dots + \frac{b_n}{k_n}$$

نحدد عزم الصلابة جدار القص بفتحة حول المحور المار في مركز صلاته على الشكل التالي:

$$B_{diaphram} = B_a + \sum B_{i.diaph} = \sum E_{beam} * A_i * d_i^2 + \sum B_{i.diaph} \quad (19)$$

*i* - عدد أجنحة جدار القص بفتحة.

$$A_i = \delta * h_{i.diaph}$$

$d_i$  - البعد بين محور جناح جدار القص ومركز الصلابة الجدار في الجائز الرابط.

$$A_i = \delta * h_i \text{ -مساحة مقاطع الأجنحة العرضية لجدار القص بفتحة.}$$

$A_i$  - مساحة مقطع أجنحة جدار القص بفتحة حسب عددهم.

$$A_i = \delta * h_i \text{ -مساحة المقطع الشاقولي ثابت}$$

الارتفاع للجائز الرابط بين أجنحة جدار القص بفتحة.

$A_i$  - مساحة المقطع الشاقولي للجائز الرابط ثابت الارتفاع بين أجنحة جدار القص بفتحة.

$B_{diaphram}$  -عزم الصلابة (*stiffness*) لانحناء جدران القص بفتحة أو أكثر مع جوائزها الرابطة بالنسبة

لمحور الصلابة الجدار بفتحة أو أكثر تحدد على الشكل التالي:

$$B_{diaphram} = 2B_{i.diaph} + \frac{E_{beam} * A_i * b_i^2}{2} \quad (20)$$

عزم الصلابة (*stiffness*) للجائز المتغير الارتفاع المقترح والموافق للعلاقة (1).

$$A_{ix} = \delta * h_{ix} \text{ -مساحة مقطع الجائز الرابط متغير الارتفاع بين أجنحة جدار القص بفتحة.}$$

$A_{ix}$  - مساحة مقطع الجائز الرابط متغير الارتفاع بين أجنحة جدار القص بفتحة.

$$B_{diaph} = 2B_{i.diaph} + \frac{E_{beam} * A_{ix} * b_{ix}^2}{2} \quad (21)$$

عندئذ يتم حساب دور الاهتزاز الذاتي لجدار القص بفتحة تحت تأثير الحمولة الزلزالية بالعلاقة التالية.

$$T_i = \alpha_i H^2 * \sqrt{\frac{m}{h_{floor} * \sum B_{diaph}}} \quad (22)$$

$A_1; A_2$  -مساحة المقاطع العرضية لأجنحة جدار القص بفتحة أو أكثر.

$m = \frac{Q_k}{g}$  -الوزن المترج للطابق المدروس وزن الحمولات الرأسية للطابق الواحد على التسارع الارضي.

$\sum B = \sum B_{i.diaph}$  -مجموع عزم الصلابة المقاطع الأفقية لأجنحة جدار القص بفتحة أو أكثر لمستوى

الطابق المدروس.

$$\sum B = \sum B_{i.diaph} = n \frac{E_b * \delta * h_{i.diaph}^3}{12} \quad (22)$$

بعد تحديد العمل المشترك لعناصر جدار القص بما يتوافق وعزم الصلابة عناصره، نحدد دور ومعامل الاهتزاز

الذاتي للبناء بالتوافق مع أي كود عالمي، وبهذه الطريقة يتم حساب القوى والعزوم والانتقالات بما يحقق استقرار البناء

بتأثير الحمولة الجانبية (الزلزالية). تطبق العلاقات التالية لحساب الجائز الرابط متغير العطالة، الشكل، (b-12) من العلاقة (1) ويحدد عزم العطالة المتغير والمطاوعة للجائز الرابط:

$$S_x = \frac{h_{floor} \times L^3}{12EI_{x.beam} \times b} \quad (23)$$

ويتم حساب قيمة الصلابة النسبية ( $\lambda$ ) للنموذج المقترح (B) بالعلاقة:

$$\lambda = H * \sqrt{\frac{\kappa_1 * B_u}{S_x * \Sigma B}}$$

ومنه يتم حساب المعامل الديناميكي ( $\beta_i$ ) ودور (مدة) الاهتزاز الذاتي (Ti) وتحسب الحمولة الزلزالية على مستوى البلاطات ( $S_{ik}$ ). والعزم وقوى القص والسهم بعد تحديد الشدة الزلزالية.

### نتائج العلاقات المقترحة:

1- العلاقات المقترحة والمستنبطة من البحث التجريبي للخرسانة المسلحة تتوافق مع البحث النظري لطريقة الحساب كما هو في الواقع.

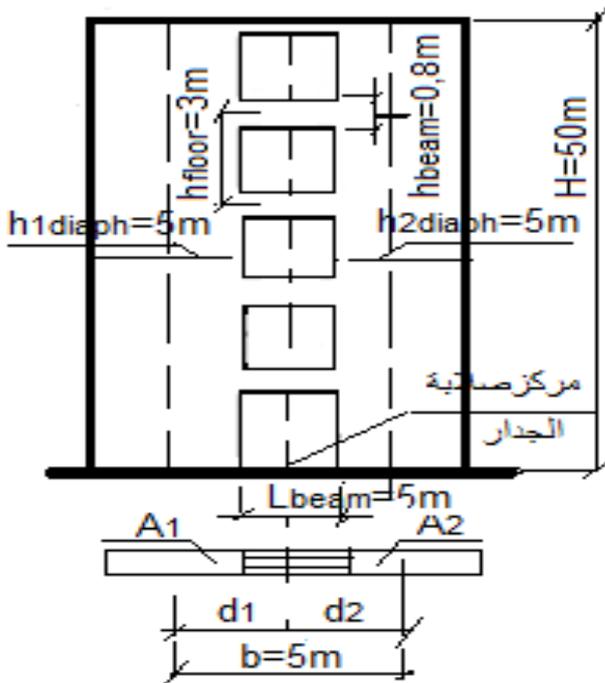
2- العلاقات المقترحة تغطي العمل المشترك لأجنحة جدار القص مع سلسلة الجوائز الرابطة على كامل ارتفاع المبنى (H).

### 3-3-3 - المقارنة والتحقق: (Comparison and verification)

نتحقق من صحة العلاقات المقترحة لحساب عزم الصلابة النسبية ( $\lambda$ ) بالعلاقة (13) الفقرة (2-2-3) مع عزم الصلابة النسبية لعناصر جدار القص بفتحة ( $\lambda$ ) العلاقة (7) للبروفيسور ZHARKOVA, N.N والبروفيسور . IGNATENKO, T. K الفقرة (1-2-3) للمقارنة بين النتائج بالمثال الحسابي (1).

مثال (1) لمقارنة النتائج النظرية المرجعية مع النتائج النظرية المقترحة وطريقة الحساب:

المطلوب: حساب عزم الصلابة النسبية (Relative stiffness) ( $\lambda$ ) لجدار قص بفتحة، الشكل ادناه:



الشكل (14): جدار قص بفتحة.

ارتفاع المقطع العرضي لأجنحة جدار القص

$$h_{1.diaph} = h_{1.diaph} = 5m$$

ارتفاع الطابق:  $h_{floor} = 3m$  ،

طول الجائز الرابط:  $L_{beam} =$

5m ارتفاع الجائز الرابط

الجائز -  $h_{beam} = 0.8m$

بفتحة  $n=1$

معامل المرونة

$$E_b = 2.1 * 10^5 KN/m^2$$

ارتفاع البناء الكلي:  $H=50m$

سماكة الجائز الرابط:  $d=0.3m$  ;

### 1- حساب عزم الصلابة النسبية ( $\lambda$ ) بالعلاقة (7) لمقاومة الزلازل للبروفيسور ZHARKOVA, N.N

والبروفيسور IGNATENKO, T. K على الشكل التالي:

$$\varphi = 1 + 2.4 \left( \frac{h_{Beam}}{L_{Beam}} \right)^2 = 1 + 2.4 \left( \frac{0.8}{5} \right)^2 = 1.06144$$

$$B_{beam} = \frac{E_{beam} \cdot \delta \cdot h_{beam}^3}{12} = 2.1 \cdot 10^5 \cdot \frac{0.3 \cdot 0.8^3}{12} = 0.02688 \cdot 10^5 \text{ KN.m}^2$$

$$\vartheta^2 = 1 + \frac{\sum B_{i.diaph}}{\sum B_u} = 1 + \frac{13.125 \cdot 10^5 \text{ KN.m}^2}{170.5 \cdot 10^5 \text{ KN.m}^2} = 1.07698$$

$$\gamma = b/L_{Beam} = 10/5 = 2$$

$$\sum B_u = \sum B_{i.diaph} + n \cdot B_a = 13.125 \cdot 10^5 + 157.5 \cdot 10^5 = 170.5 \cdot 10^5 \text{ KN.m}^2$$

$$B_a = n \frac{E_{beam} \cdot A_i \cdot b^2}{1 + \left( \frac{A_1}{A_2} \right)} = 2.1 \cdot 10^5 \cdot \frac{1.5 \cdot 10^2}{1+1} = 157.5 \cdot 10^5 \text{ KN.m}^2$$

$$\sum B_{i.diaph} = 2.1 \cdot 10^5 \left( \frac{0.3 \cdot 5^3}{12} + \frac{0.3 \cdot 5^3}{12} \right) = 13.125 \text{ KN.m}^2.$$

من العلاقة (8) نجد قيمة:

$$r = \frac{0.02688 \cdot 10^5 \text{ KN.m}^2 \cdot 2^3}{10 \text{ m} \cdot 1.06144} = 0.02026 \cdot 10^5 \text{ KN}$$

$$K = \frac{12 \cdot r}{h_{floor}} = \frac{12 \cdot 0.02026 \cdot 10^5 \text{ KN.m}}{3 \text{ m}} = 0.081 \cdot 10^5 \text{ KN}$$

$$\lambda = H \cdot \sqrt{\frac{K \cdot \vartheta^2}{\sum B_{i.diaph}}} = H \cdot \sqrt{\frac{0.081 \cdot 10^5 \text{ KN} \cdot 1.07698}{13.125 \cdot 10^5 \text{ KN}}} = \frac{0.08 \cdot H}{m} = 4$$

النتيجة النهائية للصلابة النسبية  $\lambda=4:(7)$

### 2- حساب عزم الصلابة النسبية ( $\lambda$ ) بالعلاقة الجديدة المقترحة (13) لمقاومة الزلازل لمعد البحث على الشكل

التالي:

$$S = \frac{h_{floor} \times L^3}{12 E I_{beam} \times b} = \frac{3 \times 5^3}{12 \cdot 2.1 \cdot 10^5 \cdot \frac{0.3 \cdot 0.8^3}{12} \times 10} = 16.2574 \cdot 10^{-5} \frac{\text{m}}{\text{KN}}$$

$$k_1 = n \cdot \frac{1 + \left( \frac{A_1}{A_2} \right)}{E_{beam} \cdot A_i \cdot b} = 1 \cdot \frac{1 + \left( \frac{1.5}{1.5} \right)}{2.1 \cdot 10^5 \cdot 1.5 \cdot 10} = 0.063921 \cdot 10^{-5} \frac{1}{\text{KN.m}}$$

$$B_a = n \frac{E_{beam} \cdot A_i \cdot b^2}{1 + \left( \frac{A_1}{A_2} \right)} = \frac{2.1 \cdot 10^5 \cdot 1.5 \cdot 10^2}{1+1} = 157.5 \cdot 10^5 \text{ KN.m}^2$$

$$\sum B_u = \sum B_{i.diaph} + n \cdot B_a = 13.125 \cdot 10^5 + 1 \cdot 157.5 \cdot 10^5 = 170.5 \cdot 10^5 \text{ KN.m}^2$$

$$\sum B_{i.diaph} = 2.1 \cdot 10^5 \left( \frac{0.3 \cdot 5^3}{12} + \frac{0.3 \cdot 5^3}{12} \right) = 13.125 \cdot 10^5 \text{ KN.m}^2$$

$$\lambda = H \cdot \sqrt{\frac{\kappa_1 B_u}{S \sum B}}$$

$$\lambda = H \sqrt{\frac{0.0635 * 10^{-5} \frac{1}{KN.m} * 170.5 * 10^5 KN.m^2}{1 \frac{16.26 * 10^{-5} \frac{m}{KN} * 13.125 * 10^5 KN.m^2}}} = \frac{0.08 * 50m}{m} = 4$$

النتيجة النهائية للصلابة النسبية المقترحة: العلاقة

$$\lambda=4:(13)$$

تبين نتائج حل المثال تطابق قيمة عزم الصلابة النسبية ( $\lambda=4$ ) لجدار قص بفتحة للعلماء [6],[12] مع قيمة عزم الصلابة النسبية ( $\lambda=4$ ) بالعلاقات الجديدة المقترحة لحساب جدار القص على الحمولات الزلزالية. 4- مثال توضيحي: طريقة حساب جدار القص بجائز رابط متغير الارتفاع وجائز ثابت الارتفاع بالتطابق مع العينات وجهاز التجريب المبتكر [8].

- نتائج طريقة الحساب للنموذج الأول (12-b).

نحدد قيمة معامل الجملة الإنشائية لجدران القص بفتحة المرجع [4]، [12] إذا كانت مطووعة القواعد أو الاساسات المساوي  $S\varphi=0$ :

$$\alpha_1 = 1.8 ; \alpha_2 = 0.3 ; \alpha_3 = 0.1$$

نحدد قيمة  $S_{id}$  الحمولة الزلزالية وفق [12] و [7]:

$$\bar{S}_{1d} = \frac{S_{1d}}{n_i}$$

ملاحظة: في جميع الحالات يجب أن تؤخذ:

$$3 \geq \beta_i \geq 0, 8$$

الجدول (1) يبين:

$\beta_i$ - المعامل الديناميكي المتعلق بتصنيف التربة على الخصائص الزلزالية.

$T_i$ - دور (مدة) الاهتزاز الذاتي.

يحدد المعامل الديناميكي وفق الصيغ أعلاه:

تتتمي تربة موقع البناء إلى الفئة الثالثة من الخصائص الزلزالية، وحدد دور الاهتزاز الذاتي للبناء  $T_i$ :

الجدول (1)

تربة علىزلازل	دور (مدة) الاهتزاز الذاتي $T_i$	المعامل الديناميكي $\beta_i$
I و II	$T_i \leq 0.1 S$	$\beta_i = 1 + 15 T_i$
	$0.1 < T_i < 0.4 S$	$\beta_i = 2.5$
	$T_i \geq 0.4 S$	$\beta_i = 2.5 \sqrt{\frac{0.4}{T_i}}$
III	$T_i \leq 0.1 S$	$\beta_i = 1 + 15 T_i$
	$0.1 < T_i < 0.8 S$	$\beta_i = 2.5$
	$T_i \geq 0.8 S$	$\beta_i = 2.5 \sqrt{\frac{0.8}{T_i}}$

$$T_i = 3.1 S; T_i = 1.03 S; T_i = 0.62 S;$$

النوسة الأولى للطنين:

$$T_1 = 3.1S \geq 0.8S: \beta_1 = 2.5 \sqrt{\frac{0.8}{T_i}} = 2.5 \sqrt{\frac{0.8}{3.1}} = 1.14 > 0.8;$$

النوسة الثانية للطنين:

$$T_2 = 1.03S \geq 0.8S: \beta_2 = 2.5 \sqrt{\frac{0.8}{T_i}} = 2.5 \sqrt{\frac{0.8}{1.03}} = 1.97$$

النوسة الثالثة للطنين:

$$0.1 < T_3 = 0.62S < 0.8 * S ; \beta_3 = 2.5$$

يحدد المعامل الديناميكي وفق الصيغمن الجدول (1) .

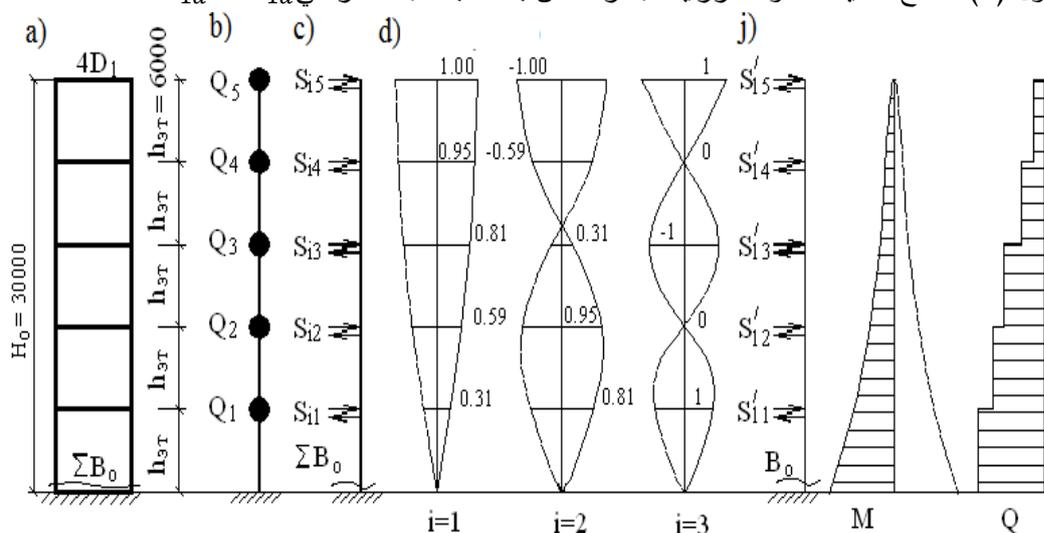
علما أن:

$n_i$  - عدد جدران القص المتماثلة والمتوازية في مسقط البناء.

$Q_d$  - وزن الحمولات الشاقولية للطابق الواحد  $KV$  .

$\eta_d$  - معامل الاهتزاز الذاتي للبناء.

الجدول (2): نتائج تحديد الحمولة الزلزالية لجدار القص بفتحة بالاتجاه العرضي  $S_{1d} = \hat{S}_{1d}$



الشكل (15): يبين مخطط القوى والعزوم نتيجة التحميل الزلزالي للنوسة (i=1).

تحدد القوى  $Q, N, M$  نتيجة تأثير الحمولات الزلزالية بالطريقة الستاتيكية المعروفة:

مجموع العزوم والقوى في مقطع الجدار المتقاطع مع سطح القاعدة يتم تحديده بالعلاقات التالية.

$$M_0 = \sqrt{M_1^2 + M_2^2 + M_3^2} = \sqrt{\sum_{i=1}^3 M_i^2};$$

$$\sqrt{N_1^2 + N_2^2 + N_3^2} = \sqrt{\sum_{i=1}^3 N_i^2};$$

$$Q_0 = \sqrt{Q_1^2 + Q_2^2 + Q_3^2} = \sqrt{\sum_{i=1}^3 Q_i^2};$$

$$M_{12-b} = \sqrt{M_1^2 + M_2^2 + M_3^2} = \sqrt{2144.0^2 + 359.8^2 + 130.4^2} =$$

2177. 7KN.M

#### 1-4- حساب أشكال مرحلة (النوسة) الاهتزازات:

بالتوافق مع اشتراط الكود [7],[11]، عندما  $T_i > 0.4s$ ، تحسب  $T_i$  مع الأخذ بعين الاعتبار المرحلة الأعلى لأشكال الاهتزاز الذاتي، ونكتفي بالأخذ بعين الاعتبار ثلاثة على الأقل من أشكال (النوسة) الاهتزاز الذاتي للجملة الإنشائية الحاملة.  $i=1; i=2; i=3$  ويجب أن نحدد القوى  $Q, N, M$  من كل طنين (النوسة) للاهتزاز الذاتي للجملة الإنشائية الحاملة، والتي اعتمدت في الطرائق الحسابية على أساس قوى مشتركة. لدور الثاني (النوسة الثانية) لطنين الاهتزاز الذاتي:

$$Q_1 = -200.7 - 222.2 + 117.1 + 359.6 + 306.1 = 359.8 \text{ KN}$$

الدور الثالث (النوسة الثالثة) لطنين الاهتزاز الذاتي:

$$Q_1 = 130.4 + 0 - 245.6 + 0 + 245.6 = 130.4 \text{ KN}$$

تم تحديد القوة الجانبية على الجدران على منسوب بلاطات الطوابق وعزوم الانحناء في وثاقة الجوائز مع أجنحة جدار القص نتيجة قوى القص في نقطة انعدام العزم مع العلم لدينا جدران قص بفتحة وتيجان في المسقط، ونظمت كافة النتائج في الجدول (2).

2 - يتم حساب الحمولة الزلزالية على الشكل التالي:

$$\hat{S}_{ik} - \text{الحمولة الزلزالية على جدار قص بفتحة في الاتجاه العرضي.}$$

$$\hat{S}_{ik} - \text{قيمة الحمولة الزلزالية لثلاث نوسات (شكل}$$

الاهتزاز الذاتي) ( $i=1.2.3$ ) مبين في الجدول (1).

القوى الجانبية المتزايدة على منسوب البلاطة

الطابقية تساوي مجموع القوى أعلى الطابق المدروس.

$$Q_5 = \hat{S}_{i5}$$

$$Q_4 = \hat{S}_{i5} + \hat{S}_{i4}$$

$$Q_3 = \hat{S}_{i5} + \hat{S}_{i4} + \hat{S}_{i3}$$

$$Q_2 = \hat{S}_{i5} + \hat{S}_{i4} + \hat{S}_{i3} + \hat{S}_{i2}$$

$$Q_1 = \hat{S}_{i5} + \hat{S}_{i4} + \hat{S}_{i3} + \hat{S}_{i2} + \hat{S}_{i1}$$

توزع القوى الجانبية  $\hat{S}_{ik}$  في منتصف الجائز الرابط وجناحي جدار القص للطوابق المتكررة بما يتناسب مع

الصلابة كل جناح (جدار) جدار القص من الانحناء:

$$Q_k^{diaph} = Q_k \frac{B_{i,diaph}}{\sum B_{diaph}}$$

$$- \frac{B_{i,beam}}{L} - \text{عزم الصلابة للمتر الطولي لمجار الجائز الرابط.}$$

$i_{diaph}$  - الصلابة على المتر الطولي لجناح جدار القص المتاخمة للعقدة السفلية.

مخطط توضع الحمولة الجانبية المتراكمة بشكل تدريجي في مقاطع الجدران ومخطط العزوم في أجنحة جدار

القص لتحديد القوة في المقطع العرضي للجدار منسطح الأساس، ومن الضروري حساب الطابق السفلي، ونجد القوة

الطابقية الجانبية للدور الأول من طنين الاهتزاز الذاتي.

$$Q_1 = \hat{S}_{i5} + \hat{S}_{i4} + \hat{S}_{i3} + \hat{S}_{i2} + \hat{S}_{i1}$$

$$= 357.1 + 639.6 + 544.0 + 395.6 + 207. = 2144.0 \text{ KN};$$

النوسة الثانية لطنين الاهتزاز الذاتي:

$$Q_1 = -200.7 - 222.2 + 117.1 + 359.6 + 306.1 = 359.8 \text{ KN}$$

النوسة الثالثة لطنين الاهتزاز الذاتي:

$$Q_1 = 130.4 + 0 - 245.6 + 0 + 245.6 = 130.4 \text{ KN}$$

تم تحديد القوة الجانبية على الجدران على منسوب بلاطات الطوابق وعزوم الانحناء في وثاقة الجوائز مع أجنحة جدار القص نتيجة قوى القص في نقطة انعدام العزم مع العلم لدينا جدار قص بفتحة وبتيجان في المسقط، ونظمت كافة النتائج في الجدول (2).

- نتائج طريقة الحساب للنموذج الثاني (12-a).

$$M_{12-a} = \sqrt{M_1^2} + \sqrt{M_2^2} + \sqrt{M_3^2} = \sqrt{1157.76^2 + 194.3^2 + 70.4^2} = 1176.17 \text{ KN.M}$$

الجدول (2)

العزم في مقطع الجدار مع القاعدة النموذج B M <sub>d</sub> .KN, M		القوى الجانبية KN.M			دور الاهتزاز الذاتي (النوسة)	
		العزم في مقطع النموذج A M <sub>d</sub> .KN. M		النموذج-B Q <sub>2</sub> KN		النموذج-A Q <sub>1</sub> KN
حاسب	طريقة انعدام العزم	حاسب	انعدام العزم			
1990,0	2144	1109	1157	1157,76	2144,0	i=1
330,1	359,8	174	194	194,3	358,8	i=2
125	130,4	55,4	70,4	70,4	130,4	i=3

## 2-4- نتائج البحث النظري: Theoretical Research Results .

- 1- العلاقات المستحدثة تغطي العمل المشترك لأجنحة جدار القص مع سلسلة الجوائز الرابطة على كامل ارتفاع الجدار كعنصر إنشائي متماسك في مقاومة الحمولة الجانبية.
- 2- التيجان وقضبان التسليح المائلة في وثاقة الجوائز بأجنحة جدار القص تزيد المتانة ومقاومة التشقق للجوائز وبالتالي تزيد مقاومة جدار القص بالكامل لمقاومة الحمولات الزلزالية.
- 3 - المنحني اللا خطي الشكل (8) الناتج عن بداية التحميل حتى نهايته والموضح بالعلاقة بين العزم وزاوية الدوران للجوائز بتيجان (M-α) يزيد من مقاومة جدار القص ضعفي المقاومة بالنسبة لجدار قص بدون تيجان (M-α) .
- 4- جدار القص بسلسلة الجوائز بتيجان المتوزعة علارتفاعه، تخفض قيمة العزم للجدار في الوثافة مع القواعد بمرتين.

- 5- يقل الانتقال (السهم) لجدار القص بتيجان عن السهم لجدار قص بدون تيجان بنسبة 25% الشكل (8) و يوافق المقارنة النظرية.
- 6- زيادة مقاومة الجوائز في جدار القص يزيد قيمة القوى الرأسية لجدار القص في الوثيقة مع القواعد 1,48 مرة.
- يمكن التحقق بأجراء الحساب للعزم  $M(x)$  وقوى القص  $Q(x)$  والسهم  $f(x)$  والقوى الرأسية  $N(x)$  على ارتفاع مقاطع جدار القص بالكود [9].

### النتائج العامة للبحث:

- 1- تصميم جائز رابط بتيجان في جدار قص بفتحة وبسليح طولي ومائل الشكل (7) ، يخفض من التشوهات في الجائز الرابط بتيجان (ε) ب 2,2 مرة بالمقارنة مع الجائز الرابط بدون تيجان.
- 2- تصميم جدار قص بجائز رابط بتيجان يخفف من تشكل التشققات 3,83 مرة، ويزيد قدرة التحمل 1,74 مرة بالمقارنة مع الجائز الرابط بدون تيجان.
- 3- زاوية دوران العناصر الأفقية حول المحور الأفقي ( $\alpha_1$ ) تساوي زاوية دوران أجنحة جدار القص حول المحور الرأسي ( $\alpha_2$ )، وتبدأ أحداثيات زاوية الدوران ( $\alpha$ ). في نقطة تقاطع المحور الرأسي لجناح الجدار مع المحور الأفقي للجائز، ولهذا السبب تمد قضبان التسليح الطولية للجائز إلى المحاور الرأسية لأجنحة جدران القص.
- 4- العلاقات المستحدثة تحدد العمل المشترك لأجنحة جدار القص مع سلسلة الجوائز الرابطة، كعنصر إنشائي متماسك بعزم الصلابة لمجموع الصلابة أجنحة جدار القص وعزم الصلابة سلسلة الجوائز الرابطة على كامل ارتفاع الجدار لمقاومة الحمولة الجانبية.
- 5- التيجان وقضبان التسليح المائلة في وثيقة الجائز بأجنحة جدار القص تزيد المتانة ومقاومة التشقق للجائز الناتج عن العزم (اشق الشاقولي) او عن قوى القص (الشقوق المائلة) بسبب التخفيف من الاجهادات المركزة في العقدة.
- 6- المنحني اللا خطي [الشكل (8)] الناتج عن بداية التحميل حتى نهايته والموضح بالمنحني بين العزم وزاوية الدوران للجائز بتيجان ( $M-\alpha$ ) يزيد من مقاومة جدار القص ضعفي المقاومة بالنسبة لجدار القص بدون تيجان ( $M-\alpha$ ).
- 7- جدار القص بسلسلة جوائز بتيجان على ارتفاع المبنى يخفض قيمة العزم للجدار في الوثيقة مع القواعد بمرتين، ويخفض الانتقال (السهم) بنسبة 25%، ويزيد من قيمة مخطط القوى الرأسية في الوثيقة بنسبة 1.48 مرة بالمقارنة مع جدار قص بدون تيجان.

### المراجع:

1. ATC (2010). Engineering Research Center. University of California. Berkeley.  
*Modeling and acceptance criteria for seismic design and analysis of tall buildings*. Report No. ATC 72-1. Applied Technology Council. Also available as Report No. PEER 2010/111. Pacific Earthquake
- 2- DROZDOV, P.F. Professor. Doctor of Sciences.*Reinforced Concrete Structure Many – Storied Buildings*. Moscow 1986-351peg.
- 3 -FARMIGTON HILLS, MI.,ACI (2011). *Building code requirements for structural concrete* (ACI 318-11) and commentary. American Concrete Institute.
- 4 - Baikov. V.V, SIGALOV, E.E.,*Reinforced concrete structures: a textbook for high schools*. M. Stroyizdat 1991.
- 5 – BRONSHTEIN, I.N. SEMENDYAYEV, K.A., *Handbook of Mathematics for engineers and student*. Springer Berlin Heidelberg. Aug 24. 2007 - Mathematics.
- 6-ZHARKOVA, N.N. IGNATENKO, T.K., *Accounting for seismic impacts in building design: the manual*. Vladivostok: FESTU 2004.
- 7- SNIP 14.13330.2011. *Construction in seismic areas*. The updated edition of Snip II-7-81 \*. M.: Regional Development of Russia. 2011
- 8- NAME of researcher. *resistors and Deformations the shear walls of the hole cut in high-buildings* - PhD - Moscow -1985 - Moscow Institute of Engineering
- 9-EUROCODE, 8 (2004)., *Design of structures for earthquake resistance*. part 1. general rules. seismic actions and rules for buildings. Comate European de Normalization. European Standard EN 1998-1:2004. Brussels. Belgium
- 10-MOEHLE, J.P, JACK, P. HOOPERJHOHN,D.,*Seismic Design of Reinforced Concrete Special Moment Frames*, No. 1, peg12, (2008).
- 11-SNIP 31-114-2004. *Rules of design of residential and public buildings for construction in seismic areas*. M.: FSUE LAC 2005.
- 12- ZHARKOVA, N.N. IGNATENKO, T.K., *Calculation and design of the diaphragm multi-storey frame building Sviaseva- system: guidelines*. Vladivostok: FESTU 2004.
- 13-Fleischman, R.B., Farrow, K.T., EASMAN, K., (2002). “*Seismic performance of perimeter lateral system structures with highly flexible diaphragms*,” *Earthquake Spectra*, 18 (2), May 2002.
- 14-SABELLI, R., POTTEBAUM, W., DEAN, B. (2009). “*Diaphragms for seismic loading*,” *Structural Engineer*, Part 1, January, pp. 24-29, Part 2, February 2009, pp. 22-23
- 15-LVOVSKIY, E.N., *Statistical methods for constructing empirical forms*. M, High school, 1982, p.224.