

## بحث بعنوان

### استخدامات الأعمدة المائلة في المباني السكنية

م. رابعة سليم المحادين

بلدية الكرك الكبرى

## الملخص

استخدامات الأعمدة المائلة في المباني السكنية تعد من الابتكارات الهندسية المثيرة، حيث تضيف هذه الأعمدة جمالية وتقرُّدًا للتصميم الهندسي. يمكن أن تستخدم الأعمدة المائلة لتقديم دعم هيكلية فعال، خاصة في المباني ذات الطابق العالي، حيث تعزز استدامة التصميم وتحسين توزيع الأحمال. كما يُمكن استخدام الأعمدة المائلة لتوفير مساحات داخلية أكثر انفتاحًا وإبداعًا، حيث تُعطي الإحساس بالحركة والديناميكية داخل المبنى. تُعتبر الأعمدة المائلة إضافة جذابة وعملية في التصميم الحديث للمباني السكنية، وتساهم في تحسين جودة الحياة وراحة السكان.

## Abstract

The uses of inclined columns in residential buildings are exciting engineering innovations, as these columns add beauty and uniqueness to the engineering design. Inclined columns can be used to provide effective structural support, especially in high-story buildings, where they enhance design sustainability and improve load distribution. Inclined columns can also be used to provide more open and creative interior spaces, as they give a sense of movement and dynamism within the building. Inclined columns are an attractive and practical addition to the modern design of residential buildings, and contribute to improving the quality of life and comfort of residents.

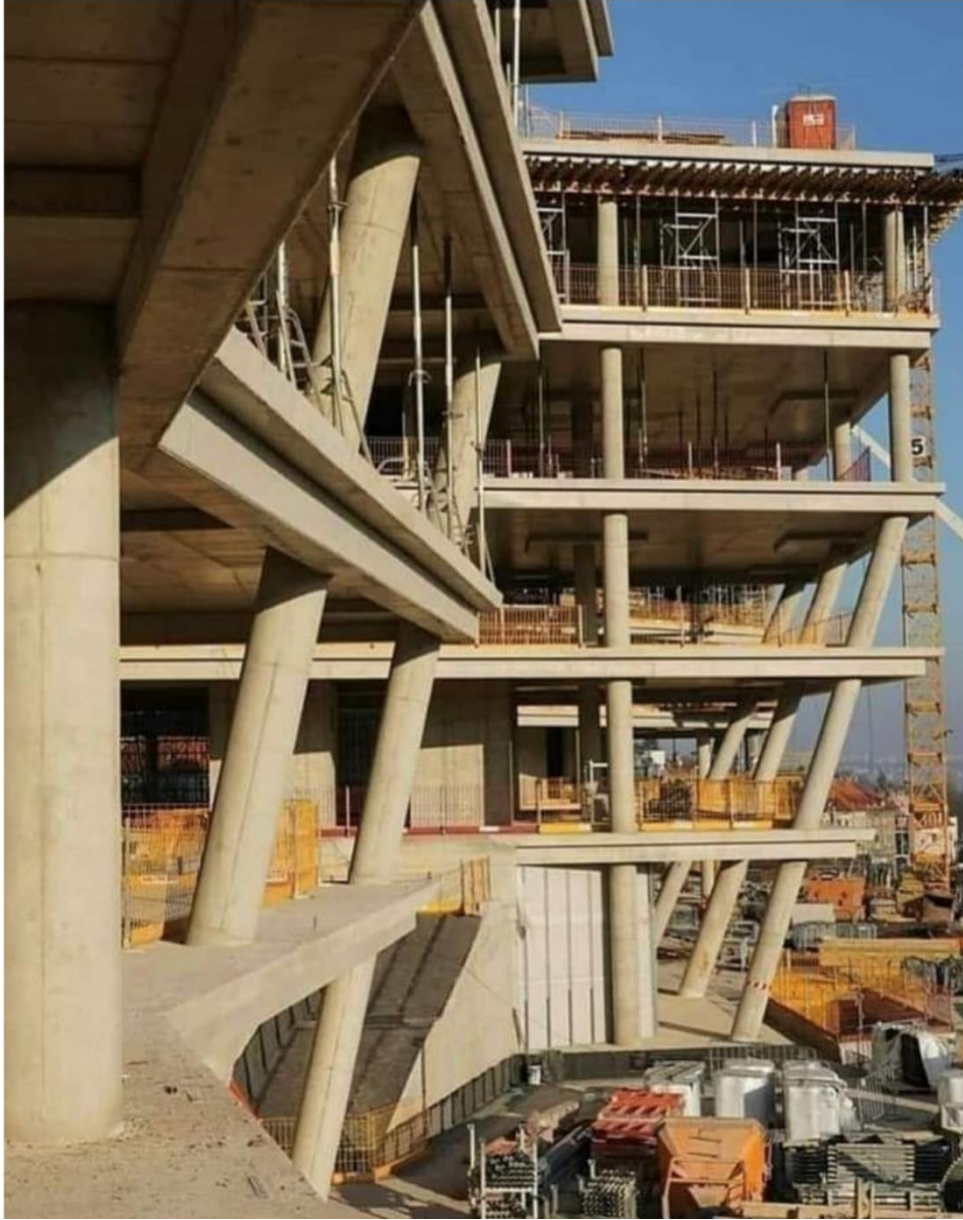
## المقدمة :

بسم الله الرحمن الرحيم، الحمد لله رب العالمين، هذا هو الجزء الواحد والعشرون من موسوعة الهندسة المدنية بعنوان (الأعمدة المائلة).

هذا البحث يسير جداً لا يتناول تصميم الأعمدة المائلة ولا تنفيذها، إنما يتناول فكرة الأعمدة المائلة فقط، يعني يتناول موضوع الأعمدة المائلة من حيث فكرتها فقط، وقد اعتمدت في جمع معلومات هذا البحث على ثلاثة مراجع رئيسية سأضعها بنهاية البحث.

والغاية من هذا البحث البسيط هو توصيل هذه الفكرة إلى مهندسين الوطن العربي كي يكسبوا خلفية عامة عن موضوع الأعمدة المائلة، على أمل أن يتوسعوا فيه، من ناحية التصميم والتحليل وطرق التنفيذ ان شاء الله تعالى وأن نجد مؤلفات أوسع عن هذا الموضوع. والحمد لله أولاً وأخيراً.



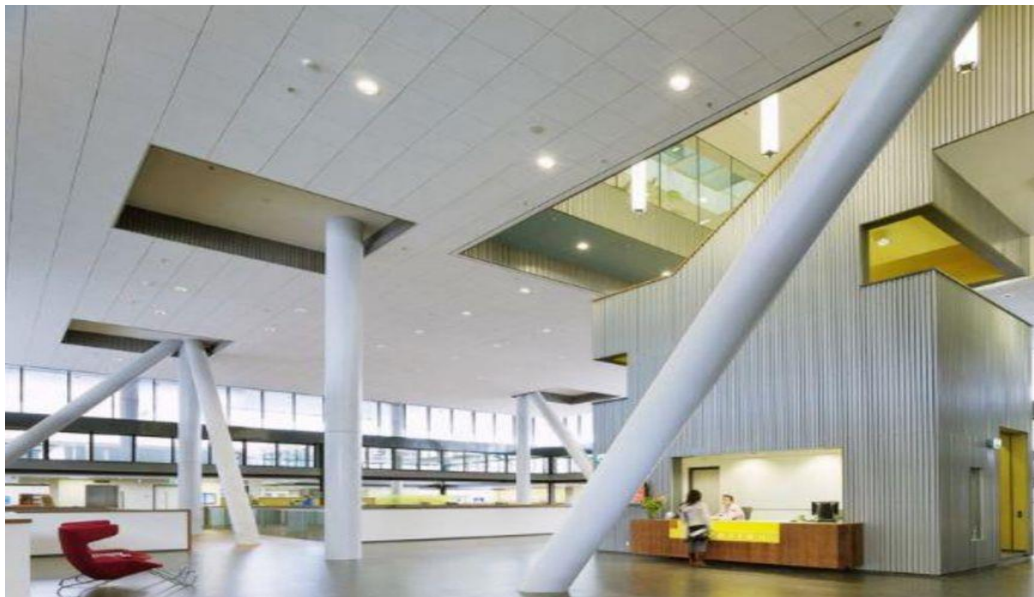


تمثل الأعمدة المائلة خروجًا عن نظام الأعمدة التقليدي الموجود في المباني السكنية وغيرها. ومع ذلك، فهي جزء لا يتجزأ من النظام الهيكلي، حيث ترتبط الأعمدة مع القواعد وعارضة السقف الرئيسية لتشكل وحدة موحدة. وتضمن هذه الوصلات، المعروفة بالمفاصل الصلبة، عدم فصل الأعمدة والكمرات. يلعب الدعم الموجود في القاعدة، والذي يسمى الدعم الثابت، دورًا حاسمًا، مما يسمح بتصميم الأعمدة بناءً على لحظات الانحناء بدلاً من الاعتماد على القوى الطبيعية فقط المتعارف عليها في الوضع الطبيعي.

<https://jasps.com>

الأعمدة المائلة تتعرض لعزوم أكبر مقارنةً بالأعمدة الرأسية، وذلك أن الأعمدة المائلة منحرفة. وكلما زاد ميل العمود (انحرافه) كلما ازداد العزوم.

نظراً لأن ميل الأعمدة أعلى، يزداد الانحراف أيضاً، وبالتالي العزوم يزداد سيؤدي الميل في الأعمدة إلى وجود قوى مكونة أفقية بالإضافة إلى وجود حمل جانبي خارجي.



## أسئلة البحث

1. ما هي الفوائد والتحديات المحتملة لاستخدام الأعمدة المائلة في التصميم الهيكلي للمباني السكنية؟

2. كيف يؤثر استخدام الأعمدة المائلة على توزيع الأحمال داخل المباني، وهل يؤثر ذلك على استدامة الهيكل وأداءه؟

3. ما هي التقنيات المستخدمة في تصميم وتنفيذ الأعمدة المائلة، وكيف يمكن تحسين هذه التقنيات لتحقيق الأداء الهيكلي المثلى؟

4. كيف يمكن استخدام الأعمدة المائلة في تحسين التخطيط الداخلي والاستفادة القصوى من مساحات المباني السكنية؟

5. هل للأعمدة المائلة تأثير على تصميم وجودة الحياة داخل المباني السكنية؟ وكيف يمكن تحسين هذا الأثر للحصول على بيئة معيشية أفضل؟

## أهداف البحث

أهداف دراسة حول موضوع استخدامات الأعمدة المائلة في المباني السكنية قد تتضمن:

1. تحليل فعالية الأعمدة المائلة في دعم الهياكل السكنية: يهدف البحث إلى دراسة كيفية تأثير الأعمدة المائلة على قوة واستدامة الهياكل السكنية، وتحليل فعالية استخدامها في تقديم الدعم الهيكلي.

2. تقييم تأثير الأعمدة المائلة على توزيع الأحمال: يهدف البحث إلى فهم كيفية تأثير الأعمدة المائلة على توزيع الأحمال داخل المباني السكنية، وكيفية تحسين توزيع الأحمال لتحسين الراحة والأداء الهيكلي.

## الإطار النظري

### الفوائد والتحديات المحتملة لاستخدام الأعمدة المائلة في التصميم الهيكلي للمباني السكنية

استخدام الأعمدة المائلة في التصميم الهيكلي للمباني السكنية يمكن أن يوفر العديد من الفوائد ويعالج بعض التحديات المحتملة. من بين الفوائد الرئيسية تشمل:

- توفير مساحات داخلية أكبر: تسمح الأعمدة المائلة بتوفير مساحات داخلية أكبر وأكثر انفتاحًا دون الحاجة إلى أعمدة عمودية تقليدية، مما يسمح بتصميم مساحات مفتوحة ومرنة تتلاءم مع احتياجات السكان.
- تحسين التصميم الجمالي: يُعتبر استخدام الأعمدة المائلة عنصرًا تصميميًا جذابًا يمكن أن يضفي على المباني السكنية جمالية وفخامة، مما يزيد من جاذبيتها وقيمتها العقارية.

مع ذلك، تواجه استخدامات الأعمدة المائلة بعض التحديات المحتملة، مثل:

- التكلفة الإضافية: قد تتطلب عمليات التصميم والبناء للأعمدة المائلة تكاليف إضافية نظرًا للتحديات الخاصة المطلوبة والمواد البنائية المتطورة.
- التأثير على هيكلية البناء: يجب أن يتم تصميم وتنفيذ الأعمدة المائلة بعناية لضمان استقرار الهيكل العام للمبنى وتوزيع الأحمال بشكل صحيح، مما قد يشكل تحديًا في بعض الحالات الهندسية.

تأثير استخدام الأعمدة المائلة على توزيع الأحمال داخل المباني، وهل يؤثر ذلك على استدامة

## الهيكل وأدائه

استخدام الأعمدة المائلة في التصميم الهيكلي للمباني يمكن أن يؤثر على توزيع الأحمال داخل المباني بشكل كبير. بالنظر إلى أن الأعمدة المائلة تختلف عن الأعمدة العمودية التقليدية في تصميمها وهيكلتها، يمكن أن ينعكس ذلك على توزيع الأحمال واستجابة الهيكل. يمكن تقديم تأثير استخدام الأعمدة المائلة على توزيع الأحمال واستدامة الهيكل وأدائه على النحو التالي:

توزيع الأحمال: تؤثر الأعمدة المائلة على توزيع الأحمال داخل المبنى بشكل مختلف عن الأعمدة العمودية، حيث يمكن توجيه الأحمال بشكل أكثر فعالية إلى الأرضية والأساسات بسبب اتجاه الأعمدة، مما يساهم في تحسين توزيع الأحمال وتخفيف الضغط على بعض الأجزاء من الهيكل. استدامة الهيكل: يمكن أن يكون استخدام الأعمدة المائلة جزءًا من تصميم هيكلي مستدام، حيث يُمكن تحقيق توفير في استخدام المواد البنائية وتحسين توزيع الأحمال، مما يقلل من الاستهلاك الزائد للموارد ويساهم في تحسين استدامة المبنى والهيكل بشكل عام.

أداء الهيكل: قد يؤثر استخدام الأعمدة المائلة على أداء الهيكل بشكل إيجابي من خلال تحسين توزيع الأحمال وزيادة الاستقرار الهيكلي، ولكن يجب مراعاة عوامل التصميم والتحليل الهيكلي بعناية لضمان أن يكون الأداء موجهًا نحو الأمان والاستدامة في المدى الطويل.

التقنيات المستخدمة في تصميم وتنفيذ الأعمدة المائلة، وكيف يمكن تحسين هذه التقنيات

### تحقيق الأداء الهيكلي المثلى

تصميم وتنفيذ الأعمدة المائلة يعتمد على تقنيات هندسية محددة تهدف إلى تحقيق الأداء الهيكلي المثلى. تشمل هذه التقنيات:

- **استخدام البرامج الهندسية الحديثة:** يُعتبر استخدام البرامج الهندسية المتقدمة أحد العناصر الرئيسية في تصميم وتحليل الأعمدة المائلة. تتيح هذه البرامج إمكانية إجراء تحليلات هيكلية معقدة تُسهم في تحسين دقة التصميم وفهم أفضل لسلوك الهيكل تحت الأحمال المختلفة.
- **استخدام المواد البنائية المتقدمة:** تلعب المواد البنائية دورًا حاسمًا في تصميم الأعمدة المائلة، حيث يجب اختيار مواد قوية ومتينة تتحمل الأحمال والضغطات بكفاءة. يُمكن تحسين التقنيات المستخدمة في تصنيع هذه المواد لضمان جودة عالية وأداء هيكلي مثلى.

تحسين هذه التقنيات يتطلب الاستمرار في البحث والابتكار في مجال هندسة الهياكل، بالإضافة إلى التعاون مع متخصصين في المواد البنائية واستخدام التقنيات الحديثة في التحليل الهيكلي. يجب أن تكون عمليات التصميم والتنفيذ مدعومة بالتدريب المستمر للمهندسين والعمال لضمان تطبيق أفضل الممارسات وتحقيق الأداء الهيكلي المثلى في الأعمدة المائلة.

استخدام الأعمدة المائلة في تحسين التخطيط الداخلي والاستفادة القصوى من مساحات المباني

### السكنية

استخدام الأعمدة المائلة يمكن أن يساهم بشكل كبير في تحسين التخطيط الداخلي للمباني السكنية والاستفادة القصوى من المساحات المتاحة. تقديم مساحات داخلية أكبر وأكثر انفتاحًا هو أحد

الفوائد الرئيسية لاستخدام الأعمدة المائلة في التصميم الهيكلي، ويمكن توضيح هذه الفوائد على النحو التالي:

- تحسين توزيع الفراغات: يُمكن استخدام الأعمدة المائلة لتوفير تقسيمات داخلية مرنة وفعّالة، مما يسمح بإنشاء فراغات متعددة الاستخدامات تلبي احتياجات السكان بشكل أفضل وتحسين تدفق الحركة داخل المبنى.
- زيادة الإضاءة الطبيعية والتهوية: يمكن تصميم الأعمدة المائلة بطريقة تزيد من دخول الضوء الطبيعي وتهوية المساحات الداخلية، مما يخلق بيئة مريحة وصحية للسكان ويقلل من الاعتماد على الإضاءة الاصطناعية ونظام التهوية.

بالتالي، يُعتبر استخدام الأعمدة المائلة استراتيجية فعّالة للتصميم الداخلي للمباني السكنية، حيث يمكن أن يؤدي إلى تحقيق تجربة سكنية محسنة وأكثر راحة وتلبية احتياجات السكان بشكل أفضل.

### هيكل خرساني مع أعمدة مائلة (منحنية)

في العادة يطلق على العضو الهيكلي العمودي الخاضع للضغط المحوري في الأغلبية بعض العزوم أو عدم وجودها اسم (عمود). كان نفس العضو مائلا، فهو عبارة عن دعامة لكن كل هؤلاء الأعضاء الخرسانية المشتركة يتعرضوا للضغط في الأغلبية ويتم تصنيفهم كأعضاء دعامات.



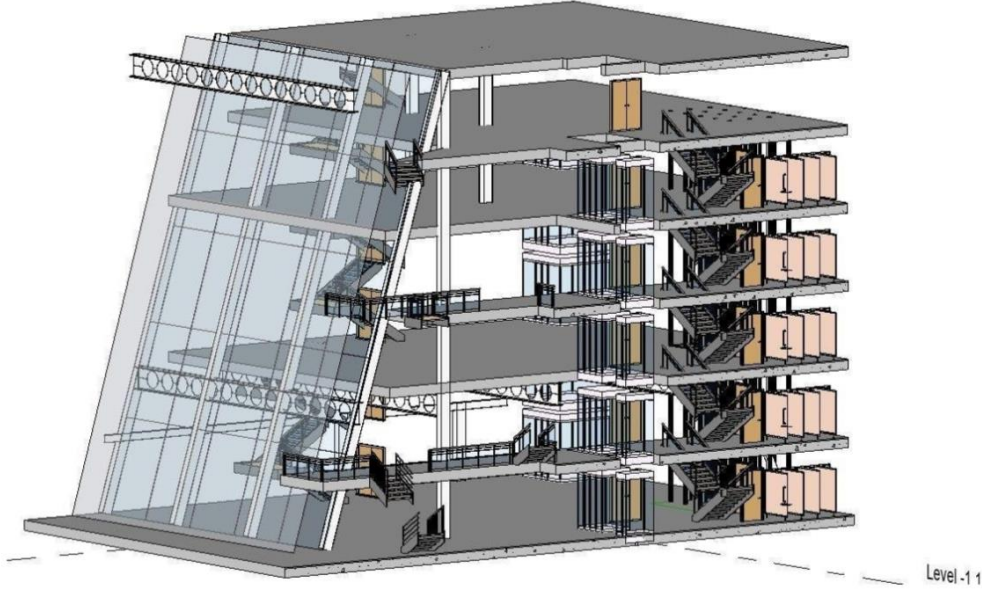
### استخدام الأعمدة المائلة في فريم بسيط لكوبري مشاة

إذا كان عندنا سقف لاكمري (فلات) فلا يوجد فيه كمرات ساقطة لأسفل، ربط الأعمدة يتم من خلال كمرات مدفونة حيث يتم التصميم للمنشأ على أساس النظام الهيكلي) حيث تتعرض الجسور إلى قوى شد، بالإضافة للحمل الناتج عن السقف (قوى العزوم أما أن تصمم الأعمدة لوحدها على أساس أن الأعمدة معرضة الحمل لامركزي) ففي هذه الحالة الأعمدة سيكون كبيراً، ولن نحصل على التوازن ما لم نُدخل بعين الاعتبار الربط بين الأعمدة والجسور والتصميم على أساس أن المنشأ إطار هيكلي.

يتم تصميم الأعمدة المائلة على أساس القوى المحورية والعزوم الناشئة عن اللامركزية، ويتم ربط الأعمدة عند منسوب البلاطات بكمرات أو في حالة البلاطات يتم (زيادة تسليح البلاطات) عند اتصالها مع الأعمدة، كي تعمل مثل الشداد. لأن نقطة الاتصال هذه يحصل عندها تركيز في

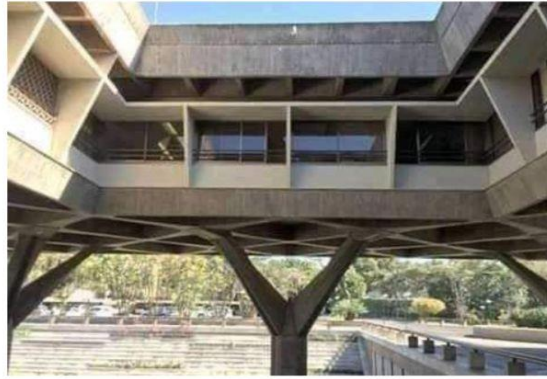
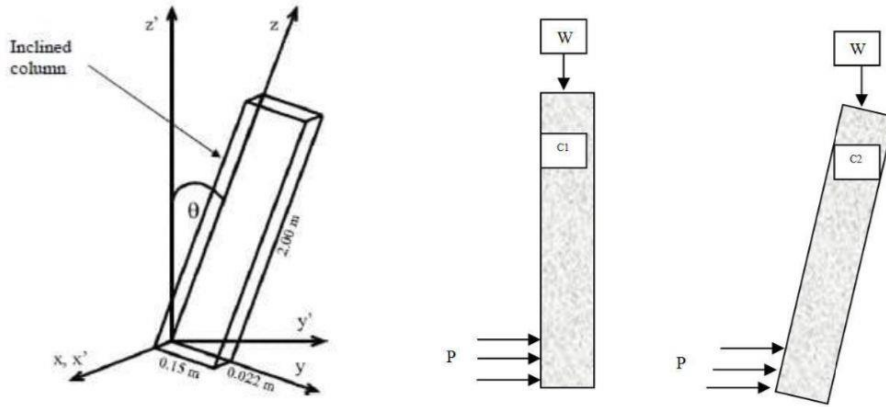
الاجهادات وممكن تسبب تشرخات وتزيد طول الانبعاج للأعمدة، وهذا من الممكن حسابه بالبرامج

مثل استخدام برنامج ساب 2000.



المبنى محمول أساساً على النواة التي بالداخل. الأعمدة المائلة أيضاً حاملة مع وجود قوى أفقية تنقل إلى الكور عن طريق عناصر شد وضغط في مستويات محددة من المبنى.

عند التصميم يجب أن الأخذ بعين الاعتبار أن العمود المائل عند نقله للأحمال يولد قوة شد مع الجسر المرتبط به في نهايته العلوية، وقوة ضغط مع الجسر المرتبط به في نهايته السفلية وهاتين القوتين من الأهمية بمكان، فيجب أن يحقق الجسرين عليهما بالإضافة إلى مزدوجة العزم المتولد منهما والتي تؤثر بدورها على العمود .



يصادف المهندس الإنشائي في بعض المباني حالة انتقال محور عمود حامل لعدة طوابق من الطابق الأعلى إلى موقع آخر في الطابق الأدنى لأسباب مختلفة، تؤدي هذه الحالة إلى تولد جملة من الاجهادات الإضافية في منطقة الانتقال لا بد من دراستها وتحليلها بعناية واعتماد جملة إنشائية قادرة على تأمين التوازن والاستقرار وامتصاص هذه الاجهادات. تشمل هذه الجملة الأعمدة المائلة أو ما تُعرف بالأعمدة الفرعونية.

### المراجع :

وانغ، X، سو، P، ليو، J، تشين، Z، وخان، (2022). K. الأداء الزلزالي لمفاصل عمود العوارض المركبة من الفولاذ الخفيف والخشب الطبيعي في المباني منخفضة الارتفاع. الإنشاءات الهندسية، 256، 113969.

<https://jasps.com>

رفيعي، م. ه.، وأديلي، ه. (2016). الاستدامة في تصميم وبناء المباني الشاهقة. التصميم الإنشائي للمباني العالية والخاصة، 25(13)، 643-658.

هوانغ واي. ولين إل. وجو إكس. (2022). دراسة حول تطبيق بناء النسيج في المساكن التقليدية بمقاطعة هونان الغربية: أخذ مقاطعة فنغوانغ كمثال. في ( CCREM 2022 اص 877-884).

سامبايو جونيور، جي إتش، وهوندهاوزن، جيه آر (1998). نموذج رياضي وحل تحليلي لانبعاث أعمدة العتبات المائلة. النمذجة الرياضية التطبيقية، 22(6)، 405-421.

Brftetz, C., & Jéssr'ko Pacheco, S. B. Casting Inclined Columns.

Britez, C., Pacheco, J., Bueno, S., & Helene, P. (2016).

Recommendations for Casting Inclined Columns. Michigan: Concrete Internacional, 38(3), 43-48.

Martínez Cid, J. O., Fundora Sautié, N., Ruiz Alejo, L., & Recarey Morfa, C. A. (2022). Analysis of Beam–Column Joint with Wedge Effect. Practice Periodical on Structural Design and Construction, 27(3), 04022023.