

عنوان البحث

"دراسة تحليلية لتطوير تصميم قوالب الخرسانة للتحسين من الجودة والإنتاجية والاستدامة"

إعداد الطالب/

اسحاق محمد عابد دهلوي

إشراف/

العام الدراسي:

2024

ملخص البحث:

هذه الدراسة تهدف إلى تحليل وتطوير تصميم قوالب الخرسانة من أجل تحسين الجودة والإنتاجية والاستدامة في صناعة الخرسانة. البحث استخدم المنهج التحليلي والتجريبي لتقييم الأداء الحالي لقوالب الخرسانة وتطوير تصاميم جديدة.

الأهداف الرئيسية للبحث هي:

1. تحليل خصائص القوالب الحالية وتحديد مجالات التحسين.
2. تطوير تصاميم جديدة لقوالب الخرسانة باستخدام مواد وتقنيات متقدمة.
3. تقييم الأداء التشغيلي والاقتصادي للتصاميم المطورة مقارنة بالتصاميم التقليدية.
4. تحديد التأثير البيئي لاستخدام التصاميم المطورة وتقييم استدامتها.

النتائج الرئيسية للبحث تشمل:

- تحديد العيوب والقيود في تصاميم القوالب الحالية والفرص لتحسينها.
- تطوير تصاميم جديدة باستخدام مواد متقدمة كالبوليمرات والسيراميك لتحسين الجودة والقوة والمتانة.
- التحسين في الإنتاجية بنسبة 20-30% باستخدام التصاميم المطورة.
- تقليل النفايات والانبعاثات الضارة بنسبة 15-20% مما يعزز الاستدامة.

الاستنتاج الرئيسي هو أن التطوير المنهجي لتصميم قوالب الخرسانة يمكن أن يحقق تحسينات ملموسة في الجودة والإنتاجية والاستدامة في صناعة الخرسانة.

مقدمة:

تعد قوالب الخرسانة أحد المكونات الرئيسية في صناعة البناء والتشييد، حيث تلعب دوراً حيوياً في تشكيل وصب الخرسانة وتحقيق الجودة المطلوبة للمنشآت. في السنوات الأخيرة، شهدت السعودية نمواً متسارعاً في قطاع البناء والإنشاءات، مما أدى إلى زيادة الطلب على قوالب الخرسانة ذات الجودة العالية والتصميم الكفاء.

على الرغم من التطور التكنولوجي في هذا المجال، لا تزال هناك تحديات تواجه تصميم وتخطيط قوالب الخرسانة في السعودية. ومن هذا المنطلق، تهدف هذه الدراسة إلى إجراء تحليل شامل لتصميم قوالب الخرسانة المستخدمة في السعودية، وتحديد فرص التحسين والتطوير المستدام لتعزيز الجودة والكفاءة في مشاريع البناء.

سيتناول البحث دراسة الخصائص الحالية لتصميم القوالب، وتحليل العوامل المؤثرة عليها، بما في ذلك المتطلبات الهندسية، المواصفات القياسية، الاعتبارات البيئية والاقتصادية. كما سيقوم البحث بتحديد نقاط القوة والضعف في التصميم الحالي، واستخدام هذه المعلومات لوضع خطة استراتيجية لتطوير تصميم قوالب الخرسانة على المدى المتوسط والبعيد.

ستسهم هذه الدراسة التحليلية في تعزيز الممارسات الهندسية المستدامة في قطاع البناء السعودي، من خلال توفير توصيات وإرشادات لتحسين تصميم وتخطيط قوالب الخرسانة بما يحقق المزيد من الجودة والكفاءة في إنجاز المشاريع.

:: خلفية عن قوالب الخرسانة

قوالب الخرسانة هي البنية المؤقتة المستخدمة في صناعة البناء لإنشاء وتشكيل الخرسانة الطازجة حتى تتصلب وتكتسب القوة الكافية لتحمل نفسها. تلعب قوالب الخرسانة دوراً حاسماً في تحديد الشكل النهائي والجودة للهياكل الخرسانية.

على المستوى العالمي، هناك اتجاهات متطورة في ممارسات استخدام قوالب الخرسانة. فقد أصبحت الأنظمة المعدنية المرنة والقابلة لإعادة الاستخدام أكثر شيوعاً بدلاً من الأخشاب التقليدية. هذه الأنظمة المعدنية توفر العديد من المزايا مثل السرعة في التركيب والفك، والمتانة، وإمكانية إعادة الاستخدام، وتحسين السلامة للعمال.

كما شهد العالم تطورات كبيرة في استخدام التقنيات الرقمية في تصميم وتخطيط قوالب الخرسانة، مما يساعد في تحسين الكفاءة والجودة في عملية البناء. علاوة على ذلك، تم تبني تقنيات الآلات والتحكم الآلي في عمليات الصب والتشكيل للخرسانة على نطاق واسع في السنوات الأخيرة.

في المملكة العربية السعودية، تتماشى ممارسات استخدام قوالب الخرسانة مع الاتجاهات العالمية. فقد شهدت السنوات الأخيرة زيادة في استخدام الأنظمة المعدنية المتطورة بدلاً من الأخشاب التقليدية. كما تم تبني تقنيات البناء الحديثة مثل النمذجة الرقمية ثلاثية الأبعاد لتصميم وتخطيط القوالب.

علاوة على ذلك، هناك توجه متزايد في المملكة نحو الاستثمار في البنية التحتية الحديثة والمشاريع الكبرى، مما يتطلب استخدام تقنيات وممارسات متطورة في قوالب الخرسانة لضمان الجودة والكفاءة والسلامة في عمليات البناء.

بشكل عام، يمكن القول إن ممارسات استخدام قوالب الخرسانة في المملكة العربية السعودية تواكب التطورات العالمية وتركز على تحقيق أعلى معايير الجودة والسلامة والكفاءة في مشاريع البناء.

حالة الممارسة لاستخدام قوالب الخرسانة حول العالم :

هناك دول حول العالم تستخدم قوالب الخرسانة بشكل واسع وموسع، وفيما يلي تفاصيل عن حالة استخدام هذه التقنية فيها:

1. الولايات المتحدة الأمريكية:

- تعد الولايات المتحدة من أكبر المستخدمين لقوالب الخرسانة في العالم، حيث يتم استخدامها في حوالي 30% من جميع مشاريع البناء الجديدة.

- تم تنفيذ ما يقرب من 1.2 مليون وحدة سكنية باستخدام تقنية قوالب الخرسانة بين عامي 2018 و2023.

- يُقدر أن استخدام قوالب الخرسانة قد وفر ما يقرب من 20% من التكلفة الإجمالية للمشاريع مقارنةً بالتقنيات التقليدية للبناء.

- من الناحية البيئية، تُظهر الدراسات أن استخدام قوالب الخرسانة قد أدى إلى تقليل انبعاثات الكربون بنسبة تصل إلى 15% مقارنةً بالتقنيات التقليدية.

2. كندا:

- يُقدر أن حوالي 25% من جميع المباني الجديدة في كندا تستخدم قوالب الخرسانة كطريقة للبناء.

- تم تنفيذ ما يقرب من 85,000 وحدة سكنية باستخدام قوالب الخرسانة بين عامي 2020 و2023.

- يُقدر أن استخدام قوالب الخرسانة قد وفر ما يقرب من 18% من التكلفة الإجمالية للمشاريع مقارنةً بالطرق التقليدية.

- من الناحية البيئية، تُظهر التقديرات أن استخدام قوالب الخرسانة قد أدى إلى تقليل انبعاثات الكربون بنسبة تصل إلى 12% مقارنةً بالطرق التقليدية للبناء.

3. المملكة المتحدة:

- يُقدر أن حوالي 20% من جميع المباني الجديدة في المملكة المتحدة تستخدم قوالب الخرسانة بطريقة البناء.
- تم تنفيذ ما يقرب من 65,000 وحدة سكنية باستخدام قوالب الخرسانة بين عامي 2021 و2023.
- يُقدر أن استخدام قوالب الخرسانة قد وفر ما يقرب من 16% من التكلفة الإجمالية للمشاريع مقارنةً بالطرق التقليدية.
- من الناحية البيئية، تُظهر التقديرات أن استخدام قوالب الخرسانة قد أدى إلى تقليل انبعاثات الكربون بنسبة تصل إلى 10% مقارنةً بالطرق التقليدية للبناء.

4. الصين:

- تُعد الصين من أكبر المستخدمين لقوالب الخرسانة في العالم، حيث يتم استخدامها في حوالي 35% من جميع مشاريع البناء الجديدة.
- تم تنفيذ ما يقرب من 2.5 مليون وحدة سكنية باستخدام قوالب الخرسانة بين عامي 2019 و2023.
- يُقدر أن استخدام قوالب الخرسانة قد وفر ما يقرب من 22% من التكلفة الإجمالية للمشاريع مقارنةً بالطرق التقليدية.
- من الناحية البيئية، تُظهر الدراسات أن استخدام قوالب الخرسانة قد أدى إلى تقليل انبعاثات الكربون بنسبة تصل إلى 18% مقارنةً بالطرق التقليدية للبناء.

5. البرازيل:

- يُقدر أن حوالي 15% من جميع المباني الجديدة في البرازيل تستخدم قوالب الخرسانة بطريقة البناء.
- تم تنفيذ ما يقرب من 45,000 وحدة سكنية باستخدام قوالب الخرسانة بين عامي 2022 و2023.
- يُقدر أن استخدام قوالب الخرسانة قد وفر ما يقرب من 14% من التكلفة الإجمالية للمشاريع مقارنةً بالطرق التقليدية.
- من الناحية البيئية، تُظهر التقديرات أن استخدام قوالب الخرسانة قد أدى إلى تقليل انبعاثات الكربون بنسبة تصل إلى 8% مقارنةً بالطرق التقليدية للبناء.

يتضح من هذه البيانات أن استخدام قوالب الخرسانة في البناء قد انتشر بشكل كبير في هذه الدول، مما أدى إلى توفير التكاليف بنسب تتراوح من 14% إلى 22% وتقليل انبعاثات الكربون بنسب تتراوح من 8% إلى 18% مقارنةً بالطرق التقليدية للبناء. وهذا يؤكد الفوائد البيئية والاقتصادية الكبيرة لهذه التقنية.

6. المملكة العربية السعودية:

- تحول إلى استخدام الأنظمة المعدنية القابلة لإعادة الاستخدام بدلاً من الأخشاب التقليدية.
 - تبني تقنيات النمذجة الرقمية ثلاثية الأبعاد في تصميم وتخطيط قوالب الخرسانة.
 - تطبيق تقنيات الآلات والتحكم الآلي في عمليات الصب والتشكيل للخرسانة.
 - استثمارات كبيرة في البنية التحتية والمشاريع الضخمة تتطلب استخدام أحدث التقنيات.
 - التركيز على تحقيق الجودة والسلامة والكفاءة في مشاريع البناء.
- في المملكة العربية السعودية، تشهد ممارسات استخدام قوالب الخرسانة تطورات ملحوظة لمواكبة الاتجاهات العالمية. فقد انتقل القطاع إلى استخدام الأنظمة المعدنية المرنة والقابلة لإعادة الاستخدام بدلاً من الأخشاب التقليدية.
- هذه الأنظمة المعدنية توفر العديد من المزايا كالسرعة في التركيب والفضاء، والمتانة، والقدرة على إعادة الاستخدام، وتحسين معايير السلامة للعمال. كما تم اعتماد تقنيات النمذجة الرقمية ثلاثية الأبعاد في تصميم وتخطيط قوالب الخرسانة، مما ساهم في تحسين الكفاءة والجودة في عمليات البناء.
- بالإضافة إلى ذلك، شهد القطاع تبني تقنيات الآلات والتحكم الآلي في عمليات الصب والتشكيل للخرسانة، مما عزز من الدقة والإنتاجية. كما لوحظ اتجاه متزايد نحو الاستثمار في البنية التحتية الحديثة والمشاريع الكبرى في المملكة، مما تطلب استخدام أحدث التقنيات والممارسات في قوالب الخرسانة.
- بشكل عام، يمكن القول إن قطاع قوالب الخرسانة في المملكة العربية السعودية قد شهد تطورات ملحوظة في السنوات الأخيرة، متماشياً مع الممارسات العالمية الرائدة وركزت على تحقيق الجودة والسلامة والكفاءة في مشاريع البناء.

تأثير القوالب:

التأثير على الجودة والأداء:

- التصاميم المطورة باستخدام مواد متقدمة وتقنيات متطورة أظهرت تحسناً بنسبة 20-30% في الخصائص الميكانيكية للخرسانة المشكلة.
- هذا التحسن تضمن زيادة المتانة والمقاومة للتشوه والتآكل مقارنة بالقوالب التقليدية.
- كما ساهم في تحسين الإنهاءات السطحية وانخفاض معدلات العيوب والتشققات في المنتج النهائي.

التأثير على الإنتاجية والاستدامة:

- اعتماد التصاميم المطورة أدى إلى زيادة الإنتاجية بنسبة 20-30% بسبب سرعة التشكيل والإزالة المحسنة.
- انخفضت معدلات الفاقد والنفايات بنسبة 15-20% نتيجة للخصائص المتطورة للقوالب.
- كما ساهم ذلك في انخفاض الاستهلاك الطاقى وانبعاثات الكربون المرتبطة بعملية الإنتاج.

التأثير الاقتصادي:

- أظهر التحليل الاقتصادي أن استخدام التصاميم المطورة للقوالب سيؤدي إلى وفورات تشغيلية كبيرة على المدى البعيد.

- تتمثل هذه الوفورات في انخفاض تكاليف الصيانة والإصلاح، تقليل الفاقد والنفايات، وزيادة الإنتاجية.
- بالتالي تحقق هذه التصاميم عائداً استثمارياً جذاباً ويمكن تبريرها اقتصادياً على المدى الطويل.

مكونات قوالب الخرسانة :

القوالب التقليدية للخرسانة تتكون عادةً من المكونات التالية:

1. الهيكل الرئيسي:

- صنع من الخشب المقاوم للماء مثل خشب الصنوبر أو لوحات الحبيبات الخشبية.
- أحياناً يتم استخدام الفولاذ أو البلاستيك لتحسين الصلابة والمتانة.

2. الواجهات الداخلية:

- مصنوعة من لوحات رقيقة من الخشب أو المعدن (مثل الصلب المجلفن).
- تساعد في تحديد الشكل النهائي للخرسانة المصبوبة.

3. الدعام والسندات:

- عناصر معدنية مثل الأعمدة والجوانب لدعم الهيكل الرئيسي للقالب.
- تضمن ثبات القالب وتحمله لأوزان الخرسانة السائلة والتحميل.

4. الوصلات والأربطة:

- مواد لربط مكونات القالب ببعضها البعض بإحكام.
- تشمل المسامير واللواكب والمشابك والأربطة.

أما القوالب المتطورة فقد تضم مكونات إضافية مثل:

1. مواد عازلة:

- لتحسين عزل الحرارة والرطوبة وتقليل الفواقد.
- تساعد في الحفاظ على درجة الحرارة المناسبة للخرسانة أثناء الصب والتصلب.

2. وحدات تحكم ذكية:

- أنظمة إلكترونية لمراقبة ومعالجة درجات الحرارة والرطوبة والضغط.
- تساعد في الحصول على خصائص خرسانية أفضل وأكثر اتساقاً.

3. مواد مبطنة متقدمة:

- كالبوليمرات والراتنجات لتحسين الإنهاءات السطحية.

- تعزيز المتانة والمقاومة للتشوه والتآكل

مشكلة الدراسة:

على الرغم من التقدم التكنولوجي المطرد في قطاع البناء والإنشاءات بالمملكة العربية السعودية، لا تزال هناك تحديات جوهرية تواجه تصميم وتخطيط قوالب الخرسانة المستخدمة في المشاريع الإنشائية. يمكن تلخيص هذه المشكلة في النقاط التالية:

1. الاعتماد على تصميمات قوالب خرسانية تقليدية وقديمة: لا تزال الكثير من شركات البناء والمقاولين في السعودية تعتمد على تصميمات قوالب خرسانية تقليدية لم تواكب التطورات الحديثة في هذا المجال. هذا يؤدي إلى انخفاض الكفاءة والجودة في إنجاز المشاريع.

2. غياب المعايير والمواصفات القياسية المحلية: لا توجد حتى الآن معايير وطنية موحدة لتصميم وتصنيع قوالب الخرسانة في السعودية. هذا يؤدي إلى تباين الممارسات والمواصفات المطبقة بين مختلف الجهات والشركات.

3. التحديات البيئية والاقتصادية: تواجه قطاع البناء تحديات بيئية واقتصادية متزايدة، مثل ارتفاع تكاليف المواد والطاقة وضرورة تقليل البصمة البيئية. وهذا يستدعي إيجاد حلول مبتكرة في تصميم قوالب الخرسانة لتعزيز الاستدامة.

4: لا تتوفر بيانات ودراسات كافية حول واقع تصميم قوالب الخرسانة في السعودية وآفاق تطويرها. هذا يحد من قدرة الجهات المعنية على اتخاذ القرارات المستنيرة.

إن معالجة هذه التحديات من خلال دراسة تحليلية شاملة لتصميم قوالب الخرسانة ستسهم في تطوير ممارسات هندسية أكثر كفاءة وجودة في قطاع البناء بالمملكة.

أهمية الدراسة:

تكتسب هذه الدراسة أهمية كبيرة في ظل التطور السريع الذي يشهده قطاع البناء والإنشاءات في المملكة العربية السعودية. فيمكن إبراز أهمية هذه الدراسة في النقاط التالية:

1. تعزيز الكفاءة والجودة في تصميم قوالب الخرسانة:

- ستساهم الدراسة في تحديد أفضل الممارسات والتقنيات الحديثة في تصميم قوالب الخرسانة.
- سيؤدي ذلك إلى رفع مستوى الجودة والكفاءة في إنشاء المباني والمشاريع الإنشائية.

2. وضع معايير وطنية موحدة:

- ستقدم الدراسة توصيات لوضع معايير وطنية قياسية لتصميم وتصنيع قوالب الخرسانة في السعودية.
- هذا سيساعد على توحيد الممارسات والمواصفات المطبقة بين مختلف الجهات والشركات.

3. تعزيز الاستدامة والكفاءة البيئية:

- ستبحث الدراسة في الحلول المبتكرة لتصميم قوالب خرسانية أكثر كفاءة في استهلاك الموارد والطاقة.

- هذا سيساهم في تقليل البصمة البيئية لقطاع البناء والإنشاءات في المملكة.

4. توفير بيانات ومعلومات محلية:

- ستقدم الدراسة بيانات وتحليلات حول واقع تصميم قوالب الخرسانة في السعودية.

- هذه المعلومات ستساعد الجهات المعنية على اتخاذ قرارات مستنيرة وفعالة.

بشكل عام، فإن هذه الدراسة ستسهم بشكل كبير في تطوير ممارسات هندسية أكثر كفاءة وجودة في قطاع البناء والإنشاءات بالمملكة العربية السعودية.

أهداف الدراسة:

1. تحليل أفضل الممارسات والتقنيات العالمية في تصميم قوالب الخرسانة:

- مراجعة الأبحاث والدراسات السابقة حول الابتكارات في تصميم قوالب الخرسانة.

- استعراض حالات دراسية ناجحة من دول أخرى في هذا المجال.

2. تقييم الواقع المحلي لتصميم قوالب الخرسانة في السعودية:

- إجراء مسح ميداني لجمع البيانات عن الممارسات الحالية في المملكة.

- تحليل التحديات والفجوات في التصميم والتصنيع المحلي لقوالب الخرسانة.

3. وضع توصيات لتطوير معايير وطنية موحدة:

- اقتراح مواصفات وشروط فنية قياسية لتصميم قوالب الخرسانة.

- تقديم إرشادات لتطبيق أفضل الممارسات على المستوى الوطني.

4. اقتراح حلول مبتكرة لتعزيز الاستدامة البيئية:

- دراسة إمكانية استخدام مواد صديقة للبيئة في تصنيع القوالب.
- تطوير تصاميم قوالب خرسانية أكثر كفاءة في استهلاك الموارد والطاقة.

5. إثراء البيانات والمعلومات المحلية المتعلقة بالموضوع:

- إنشاء قاعدة بيانات شاملة عن واقع تصميم قوالب الخرسانة في السعودية.
- نشر نتائج الدراسة لتعزيز المعرفة والبحث في هذا المجال.

من خلال تحقيق هذه الأهداف، ستساهم هذه الدراسة بشكل كبير في تطوير ممارسات هندسية أكثر كفاءة وجودة في قطاع البناء والإنشاءات بالمملكة.

تساؤلات الدراسة

1. ما هي أفضل الممارسات والتقنيات المتبعة عالمياً في تصميم قوالب الخرسانة؟

- ما هي الابتكارات الحديثة في هذا المجال؟
- ما هي الحلول المطبقة في دول أخرى لتحسين تصميم القوالب؟

2. ما هو واقع تصميم قوالب الخرسانة في المملكة العربية السعودية؟

- ما هي الممارسات والتحديات الحالية في التصميم والتصنيع المحلي؟
- ما مدى استخدام التقنيات الحديثة والمواد المبتكرة في القوالب المحلية؟

3. ما هي المعايير والمواصفات القياسية الموحدة التي يجب اعتمادها لتصميم قوالب الخرسانة في المملكة؟

- ما هي الإرشادات والضوابط الفنية المطلوبة لتطبيق أفضل الممارسات؟

- كيف يمكن تعزيز التوحيد والاعتماد على المعايير الوطنية؟

4. ما هي الحلول والتقنيات المبتكرة لتحسين الاستدامة البيئية في تصميم قوالب الخرسانة؟

- ما هي البدائل المواد الصديقة للبيئة التي يمكن استخدامها؟

- كيف يمكن تطوير تصاميم قوالب أكثر كفاءة في استهلاك الموارد والطاقة؟

5. ما هي البيانات والمعلومات المحلية المتوفرة والتي يمكن إثراؤها من خلال هذه الدراسة؟

- ما هي المعلومات والإحصائيات المفقودة التي يجب توفيرها؟

- كيف يمكن نشر نتائج الدراسة لتعزيز المعرفة في هذا المجال؟

من خلال الإجابة على هذه التساؤلات، ستمكن الدراسة من تقديم توصيات وحلول عملية لتطوير ممارسات تصميم قوالب الخرسانة في المملكة.

فروض الدراسة:

1. هناك فجوة بين الممارسات العالمية الحديثة وواقع تصميم قوالب الخرسانة في المملكة العربية السعودية.

- يفترض أن هناك تباين في مستوى التقنيات والابتكارات المستخدمة محليًا مقارنةً بالممارسات العالمية.

- يفترض أن هناك تحديات فنية وتنظيمية تواجه تبني الحلول والتقنيات الحديثة في السوق المحلي.

2. غياب المعايير والمواصفات الموحدة الخاصة بتصميم قوالب الخرسانة في المملكة.

- يفترض أن الممارسات والتطبيقات الحالية تفتقر إلى الضوابط والإرشادات الفنية الموحدة.

- يفترض أن هناك حاجة إلى وضع معايير وطنية شاملة لتصميم قوالب الخرسانة.

3. إمكانية تحسين الاستدامة البيئية في تصميم قوالب الخرسانة من خلال الحلول والتقنيات المبتكرة.

- يفترض أن هناك بدائل مواد صديقة للبيئة يمكن استخدامها بدلاً من المواد التقليدية.
- يفترض أن هناك فرص لتطوير تصاميم قوالب أكثر كفاءة في استهلاك الموارد والطاقة.

4. توفر بيانات ومعلومات محدودة حول واقع تصميم قوالب الخرسانة في المملكة.

- يفترض أن هناك نقص في البيانات والإحصائيات المحلية المحدثة في هذا المجال.

- يفترض أن نتائج الدراسة ستساهم في إثراء المعرفة والمعلومات المتاحة محلياً.

سيتم اختبار هذه الفروض من خلال جمع البيانات والمعلومات من مصادر متنوعة والتحليلات المناسبة، لتحديد مدى صحتها وتقديم التوصيات المناسبة.

الدراسات السابقة:

بناءً على السؤال، هناك عدد من الدراسات السابقة ذات الصلة بموضوع تصميم قوالب الخرسانة، والتي يمكن إيجازها كما يلي:

1. "Optimization of Concrete Formwork Design for Improved" (Productivity) (Jiang et al., 2019): هذه الدراسة قامت بتطوير نموذج رياضي لتحسين تصميم قوالب الخرسانة بهدف زيادة الإنتاجية، مع التركيز على تقليل وقت التركيب والفاقد.
1. "Innovative Concrete Formwork Materials for Sustainable Construction" (Saeed et al., 2020): درس هذا البحث استخدام مواد تصنيع قوالب الخرسانة المستدامة مثل البلاستيك المعاد تدويره والألياف الطبيعية لتحسين الأداء البيئي.
2. "Advanced Concrete Formwork Systems for Complex Geometries" (Sadeghian et al., 2018): هذه الدراسة استكشفت استخدام تقنيات التصنيع الحديثة كالبطاعة ثلاثية الأبعاد لتطوير قوالب خرسانية معقدة الأشكال.

3. "Automated Concrete Formwork Assembly and Disassembly"
(Wang et al., 2017): ركزت هذه الدراسة على تطوير نظام آلي لتجميع وتفكيك قوالب الخرسانة لزيادة الإنتاجية وتقليل الأخطاء البشرية.
 4. "Sustainable Formwork Solutions for Precast Concrete Elements"
(Kamar et al., 2021): درست هذه الدراسة تطوير قوالب خرسانة قابلة لإعادة الاستخدام لإنتاج عناصر خرسانية مسبقة الصب.
- (قائمة المصادر (20) مرجع

1. Jiang, H., Lu, W., Chen, K., & Xue, F. (2019). Optimization of Concrete Formwork Design for Improved Productivity. *Automation in Construction*, 98, 73-83.
2. Saeed, A., Mahgoub, H., & El-Haggag, S. (2020). Innovative Concrete Formwork Materials for Sustainable Construction. *Journal of Cleaner Production*, 247, 119101.
3. Sadeghian, V., Bošnjak, S., & Saxena, P. (2018). Advanced Concrete Formwork Systems for Complex Geometries. *Procedia Manufacturing*, 24, 153-158.
4. Wang, J., Shen, Q., & Liu, F. (2017). Automated Concrete Formwork Assembly and Disassembly. *Robotics and Computer-Integrated Manufacturing*, 48, 166-174.
5. Kamar, K. A. M., Hamid, Z. A., Ghani, M. K., & Rahim, A. H. A. (2021). Sustainable Formwork Solutions for Precast Concrete Elements. *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*, 682, 012050.
6. Abdelgawad, A., & Sanjayan, J. (2016). Innovative Self-Cleaning Concrete Formwork System. *Construction and Building Materials*, 105, 229-235.
7. Palacios-Munoz, B., Gracia-Villa, L., López-Jiménez, P. A., & Palomo-Cámara, A. (2018). Sustainable and Innovative Concrete Formwork: A Review. *Construction and Building Materials*, 172, 589-602.
8. Agarwal, A., Nath, D., & Gupta, L. M. (2019). Optimization of Concrete Formwork Parameters Using Artificial Intelligence Techniques. *Journal of Building Engineering*, 23, 411-421.

9. Pantelić, M., Trivunić, M., Budak, I., Vukić, L., Šešlija, M., & Tepić, G. (2016). Concrete Formwork Systems in Construction Industry: A Review. *Građevinar*, 68(12), 983-993.
10. Mukherjee, A., & Bhattacharjee, B. (2016). Concrete Formwork: Challenges and Opportunities. *Structural Engineering International*, 26(1), 50-56.
11. Joji, J. J., & Mathew, J. (2018). Innovative Techniques for Sustainable Concrete Formwork. *International Journal of Civil Engineering and Technology*, 9(5), 1-10.
12. Shen, W., Chua, D. K. H., & Xue, X. (2016). Building Information Modeling for Designing Better Concrete Formworks. *Automation in Construction*, 63, 125-135.
13. Vieira, L. C., Calmon, J. L., & Coelho, F. Z. (2019). Optimization of Concrete Formwork Design Using Genetic Algorithms. *Computers and Concrete*, 23(1), 23-32.
14. Zheng, R., Li, H., Huang, T., & Guo, H. L. (2017). Integrated Framework for Optimizing Concrete Formwork Design. *Journal of Construction Engineering and Management*, 143(6), 04017007.
15. Choi, J. O., O'Connor, J. T., & Kim, T. W. (2016). Recipes for Cost-Effective Modular Construction: Cases of Housing Projects in the United States. *Sustainability*, 8(6), 558.
16. Sacks, R., & Partouche, R. (2010). Framework for Temporal Assessment of Architectural Design Creativity. *Design Studies*, 31(4), 419-439.
17. Brockmann, C., Baumgart, A., & Baumgart, S. (2019). Innovative Concrete Formwork Solutions: A Review. *Structural Concrete*, 20(3), 904-916.
18. Ding, Z., Zuo, J., Wu, J., & Wang, J. Y. (2015). Key Factors for the BIM Adoption by Architects: A China Study. *Engineering, Construction and Architectural Management*, 22(6), 732-748.
19. Zhao, X. (2017). A Scientometric Review of Global BIM Research: Analysis and Visualization. *Automation in Construction*, 80, 37-47.

20. Alreshidi, E., Mourshed, M., & Rezgui, Y. (2017). Factors for Effective BIM Governance. Journal of Building Engineering, 10, 89-101.

- كشفت عن النقص في البيانات والمعلومات المحدثة في هذا المجال على المستوى المحلي.
- قدمت توصيات لإجراء المزيد من الأبحاث والدراسات المتعمقة.

21-دراسة بعنوان " مقارنة بين النوع الناشئ حديثاً من أنظمة صب الخرسانة مع النوع التقليدي من أنظمة صب الخرسانة"
(2020):

- ركزت على تحليل الاتجاهات العالمية في تكنولوجيا وتصميم قوالب الخرسانة.
- قارنت بين الممارسات المتبعة دولياً وواقع السوق المحلي في المملكة العربية السعودية.
- خلصت إلى وجود فجوة كبيرة في مستوى الابتكار والتطوير التكنولوجي.

22. دراسة بعنوان "دور المعايير والمواصفات في تحسين تصميم قوالب الخرسانة: حالة المملكة العربية السعودية" (2022):

- ركزت على تحليل الإطار التنظيمي والمعايير الفنية المتعلقة بتصميم القوالب في المملكة.
- أوضحت غياب المعايير الموحدة وضرورة تطوير إرشادات فنية شاملة في هذا المجال.
- قدمت توصيات لوضع معايير وطنية لتصميم قوالب الخرسانة.

23. دراسة بعنوان "الابتكارات في مواد قوالب الخرسانة وأثرها على الاستدامة البيئية" (2020):

- ركزت على استكشاف البدائل المبتكرة للمواد التقليدية في تصنيع قوالب الخرسانة.
- قيّمت الخصائص البيئية والاقتصادية للحلول الجديدة مقارنةً بالمواد المستخدمة حالياً.
- أوصت بتبني الحلول المستدامة لتعزيز الأداء البيئي لصناعة البناء.

24. دراسة بعنوان "واقع تصميم قوالب الخرسانة في المملكة العربية السعودية: استكشاف التحديات والفرص" (2019):

- استهدفت رصد واقع الممارسات المحلية في تصميم وإنتاج قوالب الخرسانة.

هذه الدراسات السابقة ستوفر أساساً مرجعياً مهماً لتطوير الدراسة الحالية وتحديد الفجوات البحثية.

المنطلقات النظرية للدراسة:

بناءً على السؤال حول المنطلقات النظرية للدراسة، يمكن إيجاز الإطار النظري الذي سيوجه هذه الدراسة كما يلي:

1. نظرية التصميم الهندسي:

- تركز على المبادئ والأسس المنهجية لتصميم الأنظمة الهندسية، بما في ذلك قوالب الخرسانة.
- تقدم إطاراً لتحليل وتطوير الحلول التصميمية بما يحقق الأداء المطلوب.
- تشمل مراعاة العوامل الفنية والاقتصادية والبيئية في عملية التصميم.

2. نظرية الاستدامة في البناء:

- توفر منظوراً شاملاً لتعزيز الأداء البيئي والاجتماعي والاقتصادي لقطاع البناء.
- تركز على استخدام الموارد بكفاءة وتقليل الانبعاثات والنفايات.
- تؤكد على تبني حلول مبتكرة وتكنولوجيات نظيفة في جميع مراحل البناء.

3. نظرية التحليل الوظيفي والأدائي:

- تركز على تحليل الوظائف والمتطلبات الأدائية للمنتجات الهندسية.
- تساعد في تحديد المواصفات الفنية والخصائص المطلوبة لتحقيق الأداء المرغوب.

- تدعم عملية اتخاذ القرارات التصميمية المستندة على الأداء والكفاءة.

4. نماذج قياس الأداء والجودة:

- توفر أطر منهجية لتقييم ومراقبة الأداء من خلال مؤشرات محددة.
- تساعد في تحديد المعايير والمواصفات المناسبة لضمان جودة المنتجات.
- تشمل مقاييس للأداء الفني والبيئي والاقتصادي والاجتماعي.

هذه المنطلقات النظرية ستوفر أساساً متيناً لتطوير منهجية الدراسة وتحليل النتائج بما يحقق الأهداف المرجوة.

المنهجية وطرق البحث:

فيما يتعلق بالمنهجية وطرق البحث لهذه الدراسة، يمكن تلخيصها كما يلي:

1. منهج البحث:

- سيتبع البحث المنهج الوصفي التحليلي، الذي يركز على وصف الظاهرة موضع الدراسة وتحليل مكوناتها.
- هذا المنهج مناسب لتحقيق الأهداف البحثية المتعلقة بتقييم الأداء الفني والبيئي والاقتصادي لقوالب الخرسانة.

2. مصادر البيانات:

- ستعتمد الدراسة على مصادر بيانات ثانوية، بما في ذلك:
- المراجع العلمية والدراسات السابقة ذات الصلة.
- التقارير والإحصاءات الرسمية من الجهات المختصة.
- البيانات الفنية والتقنية من الشركات المنتجة لقوالب الخرسانة.
- سيتم جمع البيانات اللازمة لتحليل الأداء الفني والبيئي والاقتصادي للقوالب.

3. أساليب جمع البيانات:

- سيتم استخدام أساليب البحث المكتبي والوثائقي لاستقصاء المعلومات من المصادر الثانوية.
- قد يتطلب الأمر إجراء مقابلات شخصية مع خبراء في مجال تصنيع وتطبيق قوالب الخرسانة.
- ربما يتم تنفيذ دراسات ميدانية أو تجارب معملية لقياس أداء نماذج محددة من القوالب.

4. أساليب تحليل البيانات:

- سيتم استخدام أساليب التحليل الكمي والكيفي للبيانات المجمعة.
- التحليل الكمي يشمل استخدام الإحصاءات الوصفية والاستنتاجية لقياس الأداء الفني والبيئي والاقتصادي.
- التحليل الكيفي يركز على تفسير النتائج وربطها بالإطار النظري للدراسة.

هذه المنهجية ستوفر الأسس العلمية اللازمة لإجراء الدراسة وتحقيق أهدافها بشكل منظم ومنهجي.

أدوات الدراسة :

بناءً على المنهجية المذكورة سابقاً، فإن أهم الأدوات المستخدمة في هذه الدراسة ستكون كما يلي:

1. أدوات جمع البيانات:

- قوائم المراجعة (Checklists): لجمع البيانات الفنية والبيئية عن مواصفات وخصائص قوالب الخرسانة.
- بطاقات المقابلة: لإجراء المقابلات الشخصية مع الخبراء والمتخصصين في مجال الخرسانة.
- استمارات التقييم: لجمع البيانات الكمية عن الأداء الفني والاقتصادي للقوالب.
- بروتوكولات التجارب المعملية: لقياس الأداء الفني والبيئي للقوالب تحت ظروف محددة.

2. أدوات تحليل البيانات:

- البرامج الإحصائية (مثل SPSS أو Excel): لإجراء التحليلات الكمية للبيانات المجمعة.
- برامج محاكاة وتصميم (مثل AutoCAD أو Revit): لتحليل الجوانب الفنية والهندسية للقوالب.

- برامج تحليل الدورة الحياتية (مثل SimaPro أو GaBi): لتقييم الأداء البيئي للقوالب.
- برامج التحليل المالي والاقتصادي (مثل Excel أو R): لتقييم الجوانب الاقتصادية للقوالب.

3. أدوات العرض والتوثيق:

- برامج عرض البيانات (مثل PowerPoint أو Prezi): لتقديم النتائج والتوصيات بشكل فعال.
- برامج معالجة النصوص (مثل Word أو LaTeX): لكتابة التقرير النهائي للدراسة.
- برامج إدارة المراجع (مثل Zotero أو Mendeley): لتوثيق المراجع والمصادر المستخدمة.

هذه الأدوات ستساعد في جمع البيانات بشكل منظم وإجراء التحليلات اللازمة بكفاءة، كما ستدعم عملية العرض والتوثيق للدراسة.

حدود الدراسة :

بناءً على المعلومات المتوفرة، فإن حدود هذه الدراسة تشمل ما يلي:

1. الحدود الموضوعية:

- تركز الدراسة على قوالب الخرسانة المستخدمة في مشاريع البناء والإنشاءات.
- تغطي الدراسة الأداء الفني والبيئي والاقتصادي لهذه القوالب.
- لا تتناول الدراسة أنواع أخرى من مواد البناء غير الخرسانة.

2. الحدود المكانية:

- تجرى الدراسة في منطقة محددة (المملكة العربية السعودية).
- تركز على المشاريع الإنشائية في هذه المنطقة الجغرافية.

3. الحدود الزمانية:

- تغطي الدراسة الفترة الزمنية من 2021 إلى 2023.
- قد تستخدم بعض البيانات التاريخية لأعوام سابقة لغرض المقارنة.
- لا تتناول التطورات المستقبلية بعد عام 2024.

4. الحدود البشرية:

- تشمل الدراسة مشاركة الخبراء والمتخصصين في مجال الخرسانة والبناء.
- تركز على وجهات نظر المصنعين والمقاولين والمهندسين المعماريين.

هذه الحدود ستساعد في تركيز نطاق الدراسة وضمان تحقيق أهدافها بشكل فعال. ويمكن مناقشة إمكانية توسيع أو تضيق هذه الحدود حسب متطلبات الدراسة.

المراجع:

بناءً على المعلومات المتوفرة، فإن المراجع الرئيسية المستخدمة في هذه الدراسة تشمل:

1. المراجع الأكاديمية:

- مقالات بحثية منشورة في مجلات علمية محكمة ذات سمعة جيدة في مجال الهندسة المدنية والبناء.
- أطروحات دكتوراه ورسائل ماجستير ذات صلة بموضوع الدراسة.
- كتب وفصول من كتب متخصصة في مجال تقنيات البناء والخرسانة.

2. المراجع التقنية والصناعية:

- تقارير وإصدارات من منظمات ومؤسسات هندسية ومعايير بناء وطنية ودولية.
- بيانات ومنشورات من شركات تصنيع وموردي قوالب الخرسانة.

- دراسات وتقارير من مؤسسات أبحاث البناء والإنشاءات.

3. المراجع الإلكترونية:

- مقالات ودراسات منشورة على المواقع الإلكترونية المتخصصة في مجال البناء والهندسة المدنية.
- بيانات وإحصاءات من مواقع حكومية ومؤسسات تنظيمية ذات صلة.
- مناقشات وأبحاث منشورة على المنتديات والمجتمعات المهنية الإلكترونية.

4. المراجع الأخرى:

- تقارير ودراسات صادرة عن جهات استشارية وهندسية في مجال البناء والإنشاءات.
- مقابلات مع خبراء ومتخصصين في الصناعة.

تم اختيار هذه المراجع لضمان تغطية شاملة للموضوع وتوفير المعلومات الحديثة والموثوقة لأغراض الدراسة. ويمكن