KINGDOM OF SAUDI ARABIA
Northern Border University (NBU)
Journal of the North for Basic & Applied Sciences(JNBAS)
p - ISSN : 1658 -7022 / e-ISSN: 1658 - 7014
www.nbu.edu.sa
s.journal@nbu.edu.sa

تطوير نموذج تقييمي لقياس تأثير النظم الإنشائية على الأداء الوظيفي والجمالي للفراغات المعمارية الداخلية – دراسة تطبيقية

Developing an Evaluation Model to Measure the Impact of Structural Systems on the Functional and Aesthetic Performance of Interior Architectural Spaces – An Applied Study

أ. د. جمال أحمد عبد الحميد سعد
أستاذ بقسم الهندسة المدنية والمعمارية، كلية الهندسة وعلوم الحاسب، جامعة جازان، المملكة العربية السعودية
د. خالد على محمد على زيد
أستاذ مساعد بقسم الهندسة المدنية والمعمارية، كلية الهندسة وعلوم الحاسب، جامعة جازان، المملكة العربية السعودية
مدرس بقسم الهندسة المعمارية، كلية الهندسة بالمطرية، جامعة حلوان، جمهورية مصر العربية

(**تاريخ الاستلام:** 4 مايو 2025؛ **تاريخ القبول:** 25 مايو 2025)

ملخص البحث: يتناول هذا البحث تأثير النظم الإنشائية على الأداءين الوظيفي والجمالي للفراغات المعمارية الداخلية، من خلال تطوير نموذج تقييمي يتكوّن من 288 نقطة قياس موزعة على عناصر وظيفية وجمالية. تم تطبيق النموذج على ثلاث مبانٍ مختلفة من حيث نوع النظام الإنشائي والاستخدام والموقع الجغرافي داخل المملكة العربية السعودية، وهي: مركز الملك عبد الله للدراسات والبحوث البترولية، مسجد جامعة تبوك، ومبنى كلية الهندسة وعلوم الحاسب بجامعة جازان. أظهرت النتائج تفاوتًا ملحوظًا في درجات التفاعل بين النظام الإنشائي ومتطلبات الفراغات الداخلية، حيث حقق مركز الملك عبد الله للدراسات والبحوث البترولية أعلى تقييم (254 نقطة)، يليه مسجد جامعة تبوك (230 نقطة)، ثم مبنى كلية الهندسة (199 نقطة). يُعد النموذج أداة تحليلية يمكن استخدامها لتقييم المشروعات المعمارية أثناء التصميم أو بعد التنفيذ، كما يوفّر مدخلاً علميًا لدعم القرارات التصميمية وتوجيه اختيار الأنظمة الإنشائية بما يحقق التوازن بين الوظيفة والجمال. يقدّم البحث مساهمة نوعية في مجال التصميم التكاملي، ويقترح إطارًا قابلاً للتطوير والتطبيق في سياقات معمارية متنوعة

الكلمات المفتاحية: (المنظومة الانشائية، الجوانب الوظيفية، الجوانب الجماليه، الفراغات الداخلية الرئيسية، الفراغ المعماري)

Abstract: This study examines the impact of structural systems on the functional and aesthetic performance of interior architectural spaces by developing an evaluation model comprising 288 measurement points distributed across functional and aesthetic elements. The model was applied to three buildings in Saudi Arabia, differing in structural system type, function, and geographic location: The King Abdullah Petroleum Studies and Research Center, the University of Tabuk Mosque, and the College of Engineering and Computer Science building at Jazan University. The results revealed significant variations in the interaction scores between structural systems and interior spatial requirements. The King Abdullah Petroleum Studies and Research Center achieved the highest evaluation score (254 points), followed by the University of Tabuk Mosque (230 points), and the College of Engineering building (199 points). The model serves as an analytical tool for assessing architectural projects during the design phase or post-implementation. It provides a scientific foundation to support design decisions and guide the selection of structural systems to achieve a balance between functionality and aesthetics. The research contributes qualitatively to the field of integrative design and proposes a scalable framework applicable to diverse architectural contexts.

Keywords: (Structural systems, Functional aspects, Aesthetic aspects, Main internal spaces, Architectural space)

JNBAS ©1658-7022. (1447هـ/2025) نشر بواسطة جامعة الحدود الشمالية. جميع الحقوق محفوظة.

(*) للمراسلة:
أ. د. جمال أحمد عبد الحميد سعد
أستاذ بقسم الهندسة المدنية والمعمارية، كلية الهندسة وعلوم الحاسب، جامعة جازان، المملكة العربية السعودية
Gamal A. Abdelhamed
Professor of Civil and Architectural Engineering Department, College of Engineering and Computer Science Jazan University, Saudi Arabia.
Ghamed@jazanu.edu.sa - drgamal_soh@yahoo.com

د. خالد على محمد على زيد
أستاذ مساعد بقسم الهندسة المدنية والمعمارية، كلية الهندسة وعلوم الحاسب، جامعة جازان، المملكة العربية السعودية - مدرس بقسم الهندسة المعمارية، كلية الهندسة بالمطرية، جامعة حلوان، جمهورية مصر العربية
Khaled Ali Mohamed Ali Zid
Assistant Professor of Civil and Architectural Engineering Department, College of Engineering and Computer Science, Jazan University, Saudi Arabia. - Lecturer of Architectural Engineering Department, Faculty of Engineering, Mataria, Helwan University, Egypt.
kzed@jazanu.edu.sa - kha_zed@yahoo.com

DOI: 10.12816/0062287

1. المقدمة

يلعب النظام الإنشائي دورًا جوهريًا في تشكيل الفراغات المعمارية الداخلية، ليس فقط من ناحية تحقيق الاستقرار البنيوي، بل ومن حيث التأثير المباشر على أداء الفراغ ووظيفته وجمالياته، فالعناصر الإنشائية لم تعد تُعامل كخلفية صامتة للتصميم الداخلي، بل أصبحت أدوات تصميمية تُسهم في خلق هوية المكان وتعزيز تجربة المستخدم، وتزداد الحاجة اليوم إلى أدوات تقييم موضوعية تساعد المعماريين على فهم العلاقة المعقدة بين النظام الإنشائي ومتطلبات التصميم الداخلي، خاصة في ظل تعاظم التحديات البيئية والتقنية التي تواجه المباني الحديثة، في هذا السياق، يأتي هذا البحث ليقترح نموذجًا تقييميًا مكونًا من 288 نقطة، يهدف إلى قياس تفاعل النظم الإنشائية مع الأبعاد الوظيفية والجمالية للفراغ الداخلي بشكل دقيق وقابل للتطبيق

تتمثل أهمية البحث في قدرته على دعم اتخاذ القرار التصميمي في مراحل التخطيط الأولي أو عند تقييم المباني القائمة بغرض تطويرها. وقد تم اختبار النموذج على ثلاث حالات دراسية متنوعة ضمن بيئات مناخية ووظيفية مختلفة داخل المملكة العربية السعودية، بما يعزز من موثوقية النتائج وإمكانية تعميمها

1-1 اشكالية البحث:

على امتداد تاريخ العمارة، ظل تأثير النظام الإنشائي على الفراغ المعماري محل جدل بين من يراه محددًا مباشرًا للوظيفة والجمال، ومن يسعى إلى إخفاء حضوره خلف عناصر التصميم الأخرى. تبرز الإشكالية في مدى قدرة النظام الإنشائي على دعم كفاءة استخدام الفراغ الداخلي دون أن يطغى على هويته الجمالية أو يُقيد مرونته الوظيفية. وتتمثل مشكلة البحث في غياب أداة منهجية دقيقة ترصد هذا التأثير وتقدّره بشكل موضوعي في السياقات التصميمية المعاصرة

2-1 الدراسات السابقة والفجوة البحثية:

أشارت الدراسات السابقة إلى غياب أداة منهجية شاملة وقابلة للتطبيق الكمي لقياس التفاعل بين الأنظمة الإنشائية ومتطلبات الفراغات المعمارية الداخلية من الناحيتين الوظيفية (كالكفاءة، المرونة، الراحة البيئية) والجمالية (كالاتزان البصري، التفاعل مع التراث، التعبير الرمزي). ركزت الأبحاث السابقة على جوانب محددة مثل المتانة أو الكفاءة الاقتصادية، لكنها لم تقدم نموذجًا تكامليًا يُقيِّم العلاقة التبادلية بين النظام الإنشائي والفراغ الداخلي بشكل دقيق وقابل للتعميم (1)

ويقدم البحث دراسة لهذه الفجوة البحثية من خلال تطوير نموذج تقييمي، يربط بين تأثير الأنظمة الإنشائية والأداء الوظيفي والجمالي للفراغات الداخلية بشكل منهجي. اعتمد النموذج على نقط قياس موزعة على معايير محددة (كالكفاءة الوظيفية، الاتزان البصري، التفاعل مع الإضاءة)، مما وفَّر أداة موضوعية قابلة للتطبيق على مختلف المشاريع

3-1 فرضية البحث :

يفترض البحث إمكانية تطوير نموذج تقييمي فعّال لقياس أثر النظام الإنشائي وعناصره على جودة وكفاءة الفراغات المعمارية الداخلية من النواحي الوظيفية والجمالية. ويُتوقع أن يُستخدم هذا النموذج كأداة دعم تصميمي في اختيار النظم الإنشائية الملائمة للمشاريع الجديدة، أو لتقييم وتحديث المباني القائمة بما يواكب المتغيرات الوظيفية والتقنية والبيئية. كما تُفترض مرونة النموذج في التكيف مع تنوع أنماط المباني والسياقات

4-1 اهداف البحث :

الهدف الرئيس للبحث هو تصميم وتطبيق نموذج تقييمي يُحدّد العلاقة التبادلية بين العناصر الإنشائية والفراغ الداخلي على المستويين الوظيفي والجمالي. وتندرج تحته الأهداف الفرعية التالية:

- فهم مكونات المنظومة الفراغية وعلاقتها بالمنظومة الإنشائية.
- تحليل تأثير العناصر الإنشائية على تشكيل واستخدام الفراغ الداخلي.
- توثيق العلاقة بين خصائص النظام الإنشائي ومتطلبات الراحة والأداء البصري والنفسي للمستخدم.

5-1 منهجية البحث:

هو نفس المنهج العلمي المستخدم في الدراسة التحليلية وهو المنهج الوصفي التحليلي.

حيث سيتم رصد وتوثيق عينات الدراسة من الطبيعة باستخدام التصوير الفوتوغرافي وبواسطة الرسومات المعمارية لكل مشروع، وباستخدام التحليل الاحصائي سيتم استخراج النتائج المطلوبة

تم استخدام المنهج الوصفي التحليلي الذي يهتم بدراسة ووصف خصائص وأبعاد تأثير النظام الانشائي على الاداء الوظيفي وجماليات الفراغ من خلال نموذج تقييمي يرصد هذه العلاقة مع المكونات الوظيفية والجماليه كل على حده لعدة مباني تختلف في طبيعة انشائها ووظائفها، مثل مبني كلية الهندسة وعلوم الحاسب بجامعة جازان ومبني مسجد جامعة تبوك ومركز الملك عبد الله للدراسات والبحوث البترولية، وبالتالي استخلاص نتائج قيميه ترصد قيمه تفصيليه وقيمه نهائيه واضحه ومحددة، ويمكن تطبيق هذا النموزج لرصد هذه العلاقة في مباني مختلفة في مرحلة التصميم أو حتي مباني قائمه، مما يفيد المصمم في اتخاذ القرارات التصميمية في الحاله الاولي أو في تطوير الاداء الجمالي والوظيفي في الحاله الثانيه

2. الفراغ المعماري الداخلي

هو ذاك الوعاء الذي يحوي الانشطة الإنسانية المختلفة وشكل المبني الخارجي ما هو إلا غلاف للانشطة المتنوعة بداخله، (2) وكل نشاط يحتاج إلي متطلبات فراغية وبيئية خاصة بالاضافة الي الابعاد الجمالية التي تميز الفراغ وتحفز علي أداء الانشطه، لذا يجب علي المعماري قبل أن يبدأ في العملية التصميمية أن يكون ملما بمتطلبات الراحة الفسيولوجية والنفسية والاحتياجات الوظيفية داخل الفراغ أو بين الفراغات وبعضها (3)، والهدف هنا دراسة منظومة العلاقات الفراغية الداخلية والتأثير المتبادل بين العناصر الانشائية وهذه المنظومة

2-1 العناصر المادية للفراغ الداخلي

تعتبر هذه العناصر أدوات المصمم للوصول بأي فراغ إلي شخصية مستقلة بذاتها، وهذه العناصر هي (4) :

1-1-2 العناصر المعمارية

وهي عناصر الفراغ المسؤلة عن تشكيله النهائي وهي عبارة عن (الأرضيات – الحوائط - الأسقف) .

2-1-2 العناصر الإنشائية

وهي عناصر النظام الانشائي والتي تؤثر بشكل كبير علي تشكيل الفراغ، حيث يلعب الإنشاء دورا أساسيا في تحقيق المتطلبات الفراغية المعمارية بكفاءة، وتتمثل هذه العناصر في العناصر الرأسية كالاعمدة والافقية كالكمرات والاسطح كبلاطات الاسقف بالاضافة الي العناصر المائلة والتي قد تكون أعمدة أو كمرات أو أسقف بالاضافة الي الشدادات الفولاذية وغيرها

3-1-2 عناصر الانتقال الفراغي

هي العناصر الناقلة في التصميم الداخلي (ممرات – سلالم – شبابيك - ابواب) حيث تنقل بصريا وماديا العلاقة بين فراغ وآخر وبين الفراغ الداخلي والخارج، ويؤثر حجم الفتحات وشكلها علي التكامل البصري لسطح الحائط والإحساس بالمحتوي الذي يغطيه.

4-1-2 عناصر التأثيث

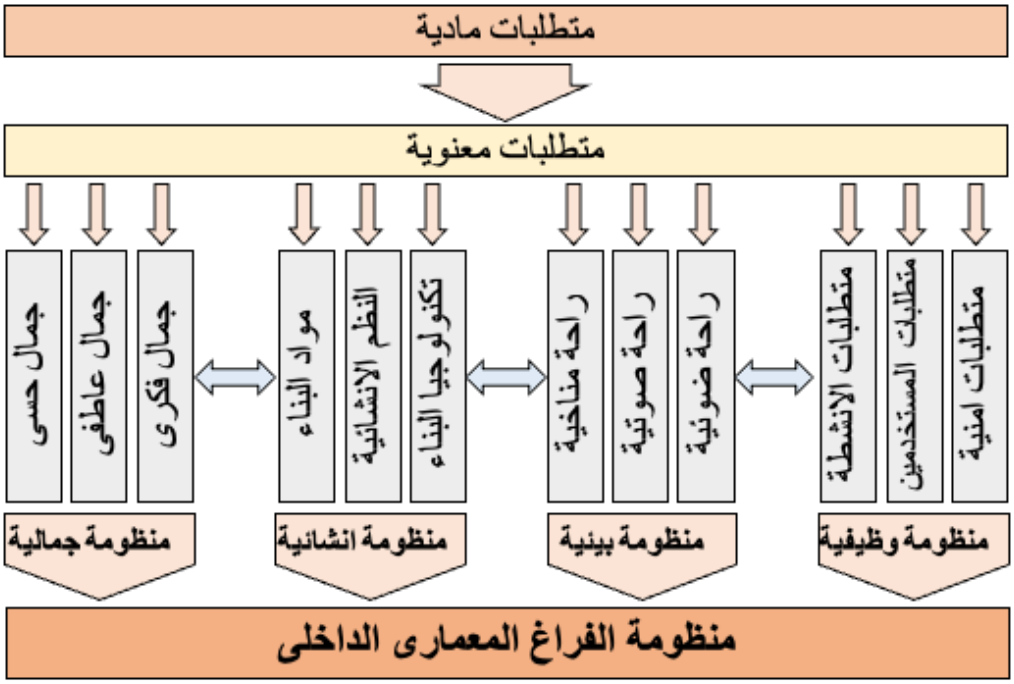
ويعتبر اختيار وترتيب عناصر الفرش في كل فراغ من فراغات المبني هو من أهم عناصر التصميم الداخلي، والطريقة التي يوضع بها الفرش تؤثر علي كيفية إدراك واستخدام الفراغ

5-1-2 الأنظمة الفنية

هي عناصر الانظمة الميكانيكية والكهربية بالمبني كالمصاعد والسلالم المتحركة وأنظمة التكييف والحريق وغرف التحكم وهي من عناصر الفراغات الداخلية والتي تأثر بشكل كبير على شكل الفراغات ووظيفتها.

3. منظومة الفراغ المعماري الداخلي

تعرف المنظومة بأنها تفاعل أجزاء مرتبطة ببعضها البعض لتحقيق أهداف معينة، والمنظومة الفراغية هي مجموعة المتطلبات المطلوبة لتكوين الفراغ الداخلي من اجل راحة الإنسان المادية والمعنوية،(5) وهذه المنظومة تتكون في حد ذاتها من عدد من المنظومات كما يعبر عنها شكل (1) وهي:



شكل (1) منظومة الفراغ المعمارى الداخلى

1-3 المنظومة الإنسانية Human System :

المقصود بالمنظومة الإنسانية هي تلك المنظومة التي تشكل الفكر العام للإنسان في المجتمع، وتتشكل تلك المنظومة من الاتي :

1-1-3 البيئة الإنسانية Human Environment:

وهي البيئة التي تشكل فكر وشخصية الفرد حتي تكوينه الفسيولوجي والعقلي والاجتماعي، وهي بدورها تنقسم إلي بيئتين الايكولوجية والحضارية

2-1-3 البنية الإنسانية Human Anatomy:

وهي تنقسم إلي البنية المادية (الأنظمة والأجهزة الداخلية للجسم التي تتكامل مع بعضها في اتزان وظيفي) والنفسية (الظواهر النفسية والغريزية في الإنسان) والعقلية (الفكر الذي يفرق الإنسان عن باقي المخلوقات) وكيفية تعاملها مع الظروف البيئية، وذلك لتحديد دور الغلاف والفراغ المعماري الداخلي والخارجي في تهيئة هذه الظروف بما يناسب الإنسان (6).

2-3 المنظومة الوظيفية Functional System :

المعيار الأول للحكم علي نجاح الفراغ الداخلي هو وظيفته، ولتحقيق الوظيفة المثلي داخل الفراغ يجب تحليل متطلبات المستخدمين والأنشطة التي ستمارس داخله وهي (7) :

أ- متطلبات المستعملين Users Requirement

ب- متطلبات الأنشطة Activity Requirements

ج- متطلبات الأبعاد Dimensions Requirement

د- متطلبات التأثيث furnishing requirement

هـ- متطلبات الأمن Safety Requirements

3-3 منظومة الراحة البيئية Environment Comfort System :

يحتاج الإنسان إلي التحكم في المحيط الداخلي للفراغ بوسائل طبيعية أو صناعية وذلك للوصول إلي راحته المادية من خلال:

أ- راحة مناخية Climatic Comfort

ب- راحة ضوئية Lighting Comfort

ج- راحة صوتية Acoustical Comfort

4-3 المنظومة الجمالية Aesthetic System:

بقدر ما كان الغرض من الفراغ المعماري الداخلي الحماية من الظروف الطبيعية وأداء وظيفة معينة فانه بنفس القدر في حاجة إلي تحقيق متعة بصرية ونفسية، وهذه المنظومة الجمالية هي التي ترقي بالعمل المعماري من مجرد بناء الي عمل متكامل متوازن يحقق الاحتياجات الوظيفية والجماليه وتنقسم منظومة الجمال إلي ثلاثة أنواع وهي (8) : (الجمال الحسي - الجمال العاطفي - الجمال الفكري).

ومن الأمثلة التي توضح أنواع الجمال الثلاثة تغطية صحن المسجد النبوي فيظهر الجمال الحسي في استخدام مواد معروفة لهذه البيئة مع استخدام لون محايد وهو الأبيض، ويظهر الجمال العاطفي التراثي في استخدام أسلوب انشائي وهو الخيام وما له من موروث ثقافي تاريخي بيئي،كما يظهر الجمال الفكري في تأديتها الناجحة لوظيفتها من عناصر إنشائية بسيطه وتكنولوجيا متطورة وتظهر في انطباق الغشاء وفتحه مع استخدام مفردات تشكيل نابعة من مفردات تشكيل المسجد كالتيجان ووحدات الاضاءة وقواعد الاعمدة كما في شكل (2).

شكل (2) تغطية صحن المسجد النبوى يؤكد التكامل بين الجمال الحسى والعاطفى والفكرى

5-3 المنظومة الإنشائية Structural System:

الإنشاء مكون أساسي من مكونات الفراغ المعماري، حيث انه المسؤول الأول عن حمل المحتوي الفراغي لأداء الوظيفة المطلوبة بما يحقق المتانة والاقتصاد، وتتكون العناصر المادية للمنظومة الإنشائية من (9)

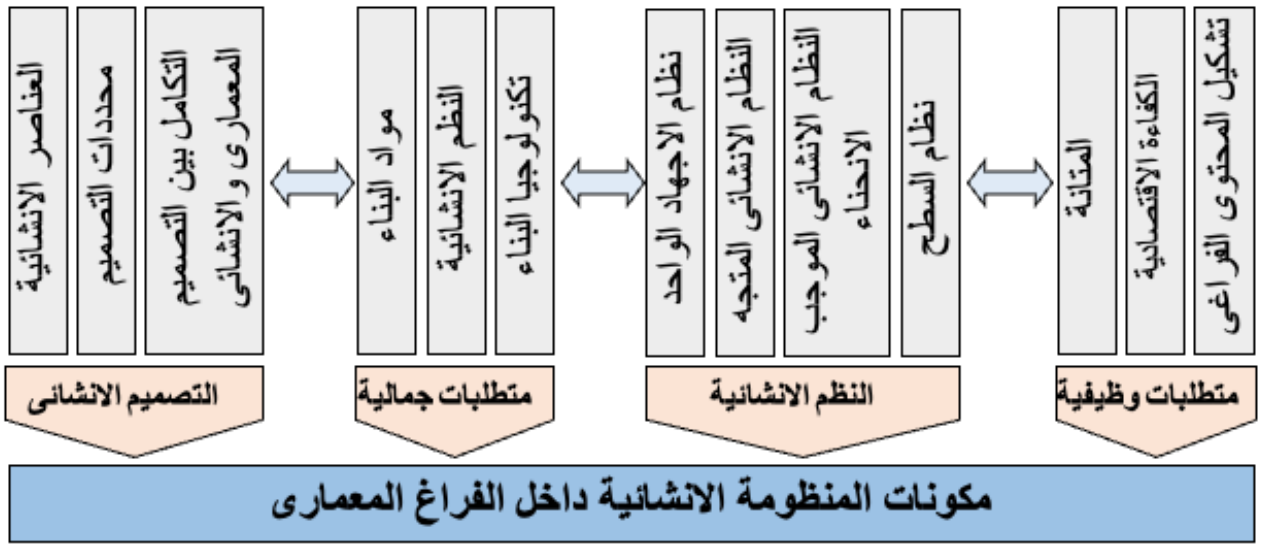
مواد البناء : تعتبر مواد البناء هي المكون المادي للإنشاء وخواصها هي المسؤولة عن التكوينات الإنشائية الناتجة، وكلما تطورت مواد البناء تحسنت خصائصها وتطورت الإمكانيات الإنشائية لها وبالتالي ظهور تشكيلات فراغية جديدة أكثر جمالاً وأفضل أداءاً

النظم الإنشائية: هي الأساليب الإنشائية المختلفة التي تم إبداعها حتي الآن كنظم لتغطية الفراغات المختلفة، ولكل نظام خصائصه التي تميزه عن الآخر، وتقسم هذه الأنظمة تبعا للاجهادات الناتجة منها

تكنولوجيا البناء: ترتبط تكنولوجيا البناء وطرق التنفيذ المستخدمة في انتاج المباني ارتباطا وثيقا بنظم الانشاء والمواد المستخدمة، فهي تعتبر الوسيلة التي يتم بها تشكيل الهيكل العام للمبني

4. مكونات المنظومة الإنشائية:

يمر التصميم الإنشائي بمرحلتان، مرحلة الكيف التي يتم فيها تحديد نوع الإنشاء المتوقع استخدامه ومادته وشكله، وهي مرحلة خاصة بالمعماري، (10) و مرحلة الكم التي يتم فيها عمل الحسابات اللازمة للنظام الإنشائي السابق اقتراحه، وهي مرحلة خاصة بالمصممالإنشائي، ولكي يستطيع المعماري القيام بدوره يجب ان يعرف علي متطلبات المنظومة الانشائية شكل(3) :



شكل (3) المنظومة الانشائية داخل الفراغ المعمارى

4-1 المتطلبات الوظيفية والجمالية:

علي كل نظام إنشائي تحقيق نقطتان اساسيتان وهما الجمال "متطلبات معنوية" مع تحقيق التكنولوجيا والوظيفة "متطلبات مادية "

4-1-1 المتطلبات المادية :

المقصود بالمتطلبات المادية هو توافق الإنشاء مع وظائف المبني أو مواصفات الفراغات كما وكيفا من خلال تحقيق الاتي:

أ- المتانة: وهي تعبر عن قدرة المبني علي تحمل متطلبات وظيفته وعدم تعرض أي جذء منه للانهيار سواءا في الحالات العادية أو حالات الطوارئ، ومتانة المبني قد تكون في مرونته أو صلابته، ولا يوجد تعارض بين الصلابة والمرونة، وذلك مثل القوس فهو قوي ومرن في نفس الوقت

ب- الوظيفة: الوظيفة هي العامل الأساسي الذي يحدد شكل المبني، ويلاحظ أن هناك نوعية من المباني الوظيفية البحتة مثل مباني الجراجات وأخري ليس للوظيفة مكان يذكر مثل النصب التذكاري، ومثال لذلك القطاعات في ساق الأشجار يقل سمكها كلما اتجهنا لأعلي لمقاومة الرياح، كما أن اغلب الأشجار تسقط أوراقها في الشتاء حتي تقلل المساحة المعرضة للرياح وتخفيف الحمل كما يسمح للشمس بالوصول إلي الشجرة نفسها لأداء وظيفتها (11)

ج- الكفاءة الاقتصادية: تعتبر الكفاءة الاقتصادية من أهم العوامل المؤثرة في تصميم المنشأ واختيار مادة البناء، والنظام الإنشائي المثالي اقتصاديا هو الذي يحقق الفراغ المطلوب مع مراعاة الاتي (12)

- الكفاءة في استعمال المادة
- توافق متطلبات التنفيذ مع العمالة والمواد والتكنولوجيا المتوفرة
- اختصار وقت تنفيذ المشروع
- عمر المنشأ
- الوزن الذاتي

4-1-2 المتطلبات الجمالية:

وهي المتطلبات التي تعمل علي تنمية المتعة البصرية والنفسية لدي المتلقي وهي كالأتي:(13).

4-1-3 الجماليات الحسية:

الاتزان الإستاتيكي والديناميكي: الإحساس بالاتزان هو إحساس فطري في الإنسان يشعر به في نفسه وفيما حوله، وخاصة اتزان المبني إنشائيا يجب أن يكون واضحا للعامة والخاصة لإعطاء الشعور بالأمان وله عدة صور:

الاتزان الاستاتيكي بالتراكم: وفيه ينتقل الوزن عن طريق التراكم المباشر بفعل الوزن الناتج من الجاذبية الأرضية

الاتزان بالجساءة: ويطلق عليها أيضا التماسك أو الاستمرارية المادية، بمعني أن المبني بمكوناته من كمرات وأعمدة متماسكة تقاوم الأحمال الواقعة علي إحداها وتنقلها إلي القواعد ثم إلي الأرض(مثل الإنشاء الهيكلي)

الاتزان من خلال الوحدة المستمرة هندسيا: حيث تتحول الأحمال إلي اجهادات محورية تنساب داخل قطاع المنشأ المتزن إلي الأرض مثل الإنشاء المعقود

الاتزان بالليونة وانعدام الجساءة: حيث تكون المادة المغلفة لينة بحيث تأخذ الوضع المناسب والملائم لها لنقل الاجهادات المحورية بالضغط أو بالشد إلي الأرض مثل الكابلات المشدودة أو الأغشية المشدودة

الاتزان التكنولوجي: مثل المصدات الميكانيكية أو الزنبركات المخروطية أو الاسطوانية التي تكتسب قوة رافعة أو ضاغطة نتيجة الشد أو الضغط السابق في اتجاه التحميل

الإحساس بالأمان : النظام الإنشائي للمنشأ المعماري هو المسؤول الأول في إعطاء الإحساس بالأمان للمتلقي عند رؤية أو استخدام المنشأ

المرونة : من أهم متطلبات الفراغات الحديثة هي المرونة في استعمالها كما وكيفا لذا يفضل في النظام الإنشائي أن يحقق إمكانية الفك والتركيب والنقل والحذف والإضافة .

الإضاءة والتهوية : استخدم المعماري الإنشاء الاساسي واحياناً إنشاء مساعد في تحقيق الاضاءة والتهوية من خلال وحدات الاضاءة العلوية والجانبية وفتحات التهوية سواء في جزء من المبني أو حتي لكامل المبني

4-1-4 الجماليات الفكرية:

وتتضح بصورة أكبرفي المباني ذات الرمزية والعلامات المميزة (Land Mark) مثل النصب التذكاري والأبراج، ويمكن تحقيق الجمال بعدة طرق مثل اندماج الوظيفة داخل الإنشاء او اندماج الإنشاء داخل الوظيفة

5-1-4 الجماليات العاطفية:

ليس كل ما ينتجه الإنشاء مقبول جماليا إلا بإضافة الحس الفني المعماري إليه، كما انه ليس كل ما هو غير مناسب إنشائيا يكون غير مقبول جماليا مثل العمارة الفرعونية فهي ذات قيمة فنية عالية لكنها غير مناسبة إنشائيا، والعلاقة التعبيرية بين الهيكل الإنشائي والمنشأ متأرجحة علي مر العصور

6-1-4 النظم الإنشائية Structural Systems: (14)

تصنف النظم الانشائية تبعا لنوع الإجهاد المتولد في النظام: عند تعرض اي هيكل إنشائي إلي أحمال معينة فأنه يقوم بتحويلها الي اجهادات معينة (شد - ضغط – انحناء) ويتم تصنيف النظم الإنشائية تبعا لنوع الاجهادات التي تنتجها ويعتبر هذا الأسلوب هو أدق التصنيفات والتي ستتناولها الدراسة، وبالتالي فأن أنواع النظم الإنشائية هي (15):

1. نظام الإجهاد الواحد Single Stress: (16) وهو إنشاء يعمل بطريقة أساسية من خلال تكوين" تشكيل المادة، وفكرة هذا النظام هو تفادي كل الاجهادات في العنصر الانشائي مثل اجهاد الشد واجهاد الضغط والانحناء عن طريق تحقيق اجهادات من النوع الفردي، وذلك بتصميم الهيكل الانشائي علي شكل خطوط القوي أو عكسها، مثل العقود والخيام والمنشأت الهوائية المنفوخة والمنشأت المعلقة شكل(4)

شكل (4) نظام الاجهاد الواحد Single Stress العقود والخيام والمنشأت الهوائية المنفوخة والمنشأت المعلقة

2. نظام ثنائي الاجهاد علي مستوي النظام Victor Active Structural: " وهو إنشاء يعمل بطريقة أساسية من خلال أعضاء الشد والضغط "، وفكرة عمله تقوم علي الغاء قوي العزوم وتحويل القوي الي اجهادات شد وضغط داخل العناصر الانشائية وذلك عن طريق تكوين الهيكل الانشائي من أجزاء خطية لها قطاع صغير بالمقارنة بطولها لذا تنقل القوي باتجاه طولها إما شد أو ضغط، (17) ويتم تجميع الاعضاء علي شكل مثلثات، والامثله علي ذلك الجمالونات المستوية والجمالونات الفراغية شكل(5).

شكل (5) نظام ثنائي الاجهاد علي مستوي النظام Victor Active Structural الجمالونات المستوية والجمالونات الفراغية

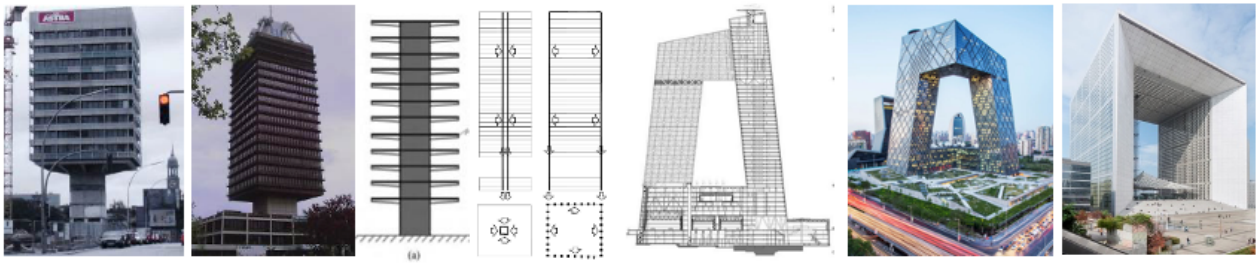
3. نظام ثنائي الاجهاد في العنصر الواحد (تحت تأثير العزوم) Bulk Active Structural: ويتكون هذا النظام من عناصر انشائية مستقيمة كالاعمدة والكمرات وهي تقاوم القوي عن طريق مقاومة المادة المكونة لقطاعها الانشائي، وتحويل هذه القوي الي اجهادات ضغط علي أطرافها العلوية واجهادات شد علي أطرافها السفلية، وتتدرج هذه الاجهادات حتي تنعدم عند المحور المحايد وهو منتصف الكمرة، مع تولد عزم انحناء داخلي، مقاوم لعزوم القوي، (18) وينطبق هذا النظام علي نظم الكمرات والاطارات، الاطارات المتقاطعة، ونظم الكمرات المتقاطعة، بلاطات الوافل،البلاطات المجوفة او الطوب المفرغ، والكمرات المتقاطعة، شكل(6).

شكل (6) نظام ثنائي الاجهاد في العنصر الواحد (تحت تأثير العزوم) Bulk Active Structural نظم الكمرات والاطارات.

4. النظام السطحي Service Active Structure: " إنشاء يؤثر من خلال استمرارية السطح "، وفي هذا النظام تكون البلاطه هي السطح والإنشاء معاً، (19) وميكانيكية عمل البلاطه أنها مجموعة من الكمرات المتلاصقة والتي تتشارك في مقاومة القوي المؤثرة عليها كجسم واحد متجانس من خلال التوزيع المتساوي للاحمال واجهادات الشد والضغط والعزوم علي كامل البلاطه، وكلما زادت نقاط الارتكاز زادت قدرتها وكفائتها، وتتميز هذه الاسطح بقدرتها علي تغطية بحور واسعه جدا، وتزداد قوة مادة الإنشاء بتغير شكل السطح، سواءاً كان منحنياً كالقشريات أو منكسراً شكل (7).

شكل (7) النظام السطحي Service Active Structure البلاطه هي السطح والإنشاء معاً.

النظام الرأسي Vertical Structure System : "إنشاء يؤثر من خلال انتقال الأحمال الرأسية " وفكرة عمله تعتمد علي تحميل المنشآت المتعددة الطوابق، (20) حيث أنها تعمل تحت تأثير الأحمال العرضية كوحدات كابولية، وتميل هذه الأحمال إلي توليد عزم انحناء دوراني مع عزم انحناء مقاوم يوجده الإنشاء ذاته، ويصمم الهيكل الانشائي كحلقة جاسئة خارجية او داخلية لها القدرة علي نقل الاحمال العرضية في أي اتجاه بالاضافة الي الاحمال الرأسية كما يوضح شكل(8).



شكل (8) النظام الرأسي Vertical Structure System تحميل المنشآت المتعددة الطوابق

5. العلاقة بين المنظومة الفراغية والإنشائية في العمارة

وتتكون هذه الدراسة بمرحلتين:

الأولي: رصد وتوثيق العلاقة بين المنظومتين.

الثانية: تحليل العلاقة بين المنظومتين نظريا من خلال الدراسة التحليلية للخروج بالعناصر ذات الارتباط بين المنظومة الفراغية والمنظومة الإنشائية، والتي سيتكون منها النموذج التقييمي المقترح.

5-1 العلاقة التاريخية بين الإنشاء والفراغ المعماري

مرت العلاقة بين الفراغ المعماري الداخلي والإنشاء بثلاث مراحل فكرية وهي(21):

مرحلة أحادية الفكر:

كان تطور الفكر التصميمي للفراغ المعماري من حيث الارتفاع والبحور والنسب الداخلية للعناصر المكونة للفراغ نابعا من إمكانيات مادة البناء والنظم الإنشائية المستخدمة، وفي اغلب حقب أحادية الفكر كان السلوك الإنشائي مسيطرا علي الفراغ الداخلي، وقد كان النظام الإنشائي المستخدم عبارة عن مادة لتحمل الضغط " للأعمدة " مثل الحجر او الطوب او الخرسانة العادية ومادة لتحمل الشد مثل الخشب " للأسقف " وقد تطورت نظم الأسقف من أسقف بلاطات حجرية ثم جمالونات مستوية محمل عليها أسقف خشبية ثم القباب والقبوات من الطوب أو الحجر أو الخرسانة العادية

مرحلة الازدواجية الفكرية:

ظهر في هذه المرحلة اتجاهان في العمارة

أ- الاتجاه الأول هم المعماريين التقليديين الذين حاولوا الحفاظ علي التراث السابق كما هو واستخدام المواد المحلية الطبيعية في الإنشاء، وهو اتجاه لو يدم طويلا نتيجة الحاجة إلي فراغات وظيفية ذات أنشطة مختلفة وبحور مختلفة

ب- الاتجاه الثاني قام بعمل ثورة تكنولوجية جديدة باكتشاف مواد انشائية حديثة هي الخرسانة المسلحة والحديد لما لها من إمكانيات عالية في مقاومة الشد والضغط معا عكس العصور السابقة، مما فتح أفاق معمارية جديدة وظهور نظم انشائية جديدة تناسب إمكانيات هذه المواد التي أصبحت مواد ذات صبغة عالمية مما ساعد علي إعادة تشكيل الفراغات بفكر جديد أساسه الفكر الإنشائي

مرحلة التعددية الفكرية: (22)

تم انتزاع النظرة الميكانيكية من المجتمع وظهرت التعددية الشخصية في كافة مجالات الحياة وأصبح لكل جماعة فكرها الخاص وقد اثر ذلك في العمارة في ظهور توجهات عديدة مختلفة الفكر مثل

أ- استمرار للتفاعل الصريح بين الفراغ والإنشاء مع استخدام مواد البناء والتكنولوجيا العالمية في الإنشاء

ب- تفاعل غير صريح مع الفراغ المعماري الداخلي مع التعبير الكاذب عن مواد البناء

ج- تأرجح العلاقة بين الفراغ المعماري والإنشاء تبعا للفكر الشخصي للمصمم المعماري

2-5 النموذج التقييمي المقترح

من التحليل النظري السابق أمكن تحديد العناصر ذات الارتباط بين المنظومة الإنشائية ومنظومة الفراغ المعماري الداخلي، والتي يمكن من خلالها عمل نموذج تقييمي لهذه العلاقة يجمع كل العناصر السابقة يمكن استخدامه في تقييم وقياس المردود التصميمي للإنشاء علي الفراغ المعماري الداخلي لأي منشأ معماري سواء قائما او في مرحلة التصميم، ويتكون النموذج المقترح من ثلاث عناصر أساسية محددة لرصد العلاقة بين المنظومة الانشائية والمنظومة الفراغية كالأتي:

1. البيانات الإنشائية: وفيها كافة البيانات للنظام الانشائي وتحوى 8 عناصر بكل عنصر 3 نقاط وهي نقاط مساعده في استنتاج التقييمات للعنصرين التاليين وهما المتطلبات الوظيفية والجمالية.
2. تفاعل الإنشاء مع المتطلبات الوظيفية وهي تحوي 16 عنصر قياس بقيمة 48 نقطه كل عنصر قياس من 9 درجات تقسم احيانا فى بعض المعايير بواقع ثلاث درجات لكل نقطة قياس، واحيانا توضع من 7الى 9 بالحاله الجيدة أو من 4 الى 6 بالحالة المتوسطة ومن 1 الى 3 بالحاله الضعيفه كما هو موضح باستمارات التقييم .
3. تفاعل الإنشاء مع المتطلبات الجمالية وهي تحوي 16 عنصر قياس بقيمة 48 نقطه كل عنصر قياس من 9 درجات تقسم احيانا فى بعض المعايير بواقع ثلاث درجات لكل نقطة قياس، واحيانا توضع من 7الى 9 بالحاله الجيدة أو من 4الى 6 بالحالة المتوسطة ومن 1الى 3 بالحاله الضعيفه كما هو موضح بنماذج التقييم .
4. اجمالى درجات التقييم للنموذج المقترح 288 درجة.
5. والنتائج المتوقع الحصول عليها من تطبيق النموذج هي:

- قياس مستوي علاقة التفاعل بين الإنشاء والفراغ الداخلي بطريقة اجمالية .
- قياس مدي تفاعل كل متطلب من متطلبات التفاعل الوظيفية والجمالية.
- التعرف علي مستوي اداء كل عنصر من عناصر القياس
- عمل دراسة إحصائية مقارنة بين المباني المعمارية المختلفة الخاضعة لتطبيق النموذج وتفترض الدراسة
- إمكانية تطبيق ذلك النموذج علي المشاريع القائمة اوعلي المشاريع أثناء مراحل التصميم الأولية للوصول الي الحل الأمثل.

6. اختبار النموذج التقييمي

1-6 تمهيد

تم استخدام المنهج الوصفي التحليلي الذي يهتم بدراسة ووصف خصائص وأبعاد ظاهرة من الظواهر في اطار معين او في وضع معين يتم من خلاله تجميع البيانات والمعلومات اللازمة عن هذه الظاهرة وتنظيم هذه البيانات وتحليلها للوصول الي أسبابها ومسبباتها والعوامل التي تتحكم فيها وبالتالي استخلاص نتائج يمكن تعميمها مستقبلا وتفسير هذه النتائج التي تم التوصل إليها سواء لتأييد أو لنفي اقتراحات معينة.

2-6 عينات الدراسة

وقد تم تحديد ملامح ومواصفات العينات التي سيتم اختبار النموذج بها كالأتي :

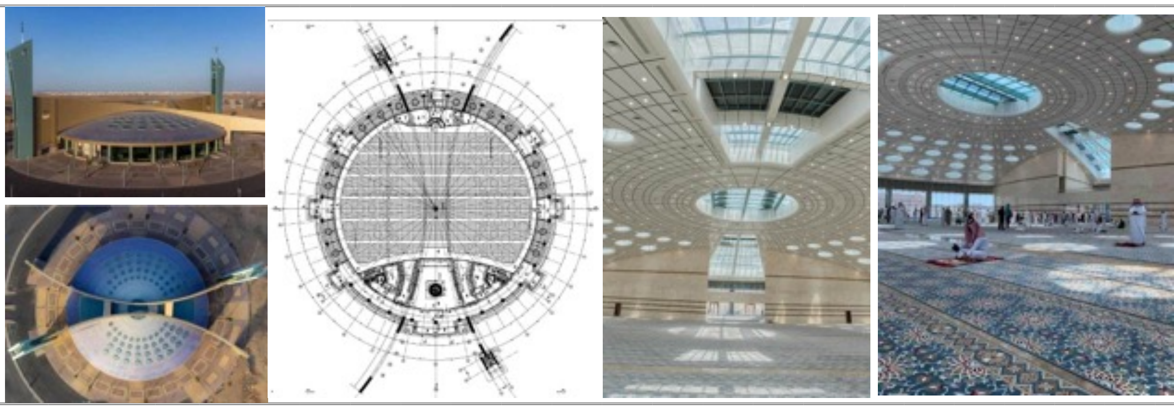
المشاريع المختارة ذات الأنشطة العامة مثل الفراغات التعليمية ودور العباده والمراكز البحثية مع عدم إغفال الجوانب الثقافية والتراثية .

أن تكون هذه المشروعات رائدة وذات قيمه معمارية وتمثل أقاليم مناخية وثقافية متنوعة داخل المملكة العربية السعودية.

جدول (1) تقييم مشروع مسجد جامعة تبوك على النموذج التقييمى المقترح – المملكة العربية السعودية (23 - 24)

نموذج تقييمي لقياس المردود التصميمي للمنظومة الانشائية علي الفراغ المعماري الداخلي (مسجد جامعة تبوك)

التعريف بالمبني: الانشاء 2006 وهو يمزج بين الطراز الإسلامي الكلاسيكي واللمسات العصرية ويقع بجامعة تبوك بالمملكة العربية السعودية



وصف المبني : تبلغ المساحة الإجمالية للمسجد 7100 متر مربع، وتبلغ سعته 3450 مصلٍ، ويحتوي علي مئذنتين بارتفاع 50 متراً، أما سقفه علي شكل قبة بقطر 90 متر بها فتحات للاضاءة وترتكز علي كمرة دائرية (Rigid Beam) ترتكز علي 29 عامود تقع خارج صحن الصلاة مما يوفر مساحة داخلية كاملة بدون اعمدة مع واجهات زجاجية مزدوجة لتحقيق الاضاءة والعزل

التوصيف الإنشائي للمبني	الكفاءة الاقتصادية																							
	التوافق الانشائي			الهيكل الانشائي			بحر الإنشاء			تكنولوجيا البناء			توافق الإنشاء			عمر المبني بالسنة			الشبكة الانشائية			الانظمة الانشائية		
	ضعيف	متوسط	قوي	خرساني	معدني	مخطاط	صغيرة	متوسطة	كبيرة	تقليدية	مختلطة	متطورة	غير متوافق	الي حد ما	متوافق	من (1 - 10)	من (11 - 20)	من (21 - 30)	لا يوجد	احيانا	واضحة	تقليدية	مختلطة	متطورة
			■	■					■	■					■		■				■		■	
تفاعل الإنشاء مع المتطلبات الوظيفية للفراغات الداخلية	المرونة الوظيفية									التوزيع الحركي			الراحة البيئية									العلاقات الوظيفية		
	الحذف والاضافة			المرونة الفراغية			الاتصال الفراغي						راحة صوتية			راحة حرارية			راحة ضوئية					
	ضعيف	متوسط	جيد	ضعيف	متوسط	جيد	ضعيف	متوسط	جيد	إيقاع الأعمدة	تغير شكل السقف	تغير ارتفاعات السقف	ضعيف	متوسط	جيد	ضعيف	متوسط	جيد	ضعيف	متوسط	جيد	غير واضحه	واضحه احيانا	واضحة
	3				5				9	3	3	3		5			6				7			8
	طبيعة وظيفة الفراغ															الامن والسلامة						التفاعل		
	الشبكة المعمارية			العزل			اتجاه التأثير			الحركة والاستقرار			الاستدامة			امان وظيفي			امان نفسي					
	صغير	متوسط	كبير	صوتي	حراري	مائي	راسي	افقي	متداخل	استاتيكي	ديناميكي	متداخل	غير متحققة	الي حد ما	متحققة	ضعيف	متوسط	جيد	ضعيف	متوسط	جيد	ضعيف	متوسط	قوي
	3	3	3	1	2	3	3	3	3	3	3	3		5		3	3	3			8			8
تفاعل الإنشاء مع المتطلبات الجمالية للفراغات الداخلية	التفاعل بين الشكل الانشائي والمعماري						الجمال الحسي									الجمال العاطفي			الجمال الفكري					
	التفاعل الثقافي			التفاعل الشكلي			الاتزان البصري			المقياس			التفاعل مع الاضاءة						فكري وظيفي			فكري تجريدي		
	غير متفاعل	الي حد ما	متفاعل	غير متفاعل	الي حد ما	متفاعل	لا يوجد	احيانا	متزن ومتوافق	غير مناسب	الي حد ما	مناسب ومعبر	إضاءة سماوية	إضاءة جانبية	إضاءة صناعية	التفاعل مع التراث	تعبير رمزي	تعبير عاطفي	غير معبر	الي حدا ما	معبر	غير واضح	الي حدا ما	واضح
			8			7			8			8	2	2	3	1	2	2			8			7
	عناصر التفاعل			السلوك الإنشائي			الإيقاع			الاتزان الكتلى			النسب			عناصر الجذب			الالوان			الملمس		
	عناصر أفقية	عناصر راسية	اسقف	كامن	نسبي	مسيطر	غير منتظم	متداخل	منتظم	غير متزن	الي حدا ما	متزن	متناقض	الي حدا ما	متناسقة	غير واضح	الي حدا ما	واضح	متناقض	الي حدا ما	متناسقة	غير معبر	الي حدا ما	معبر
	2	2	2			9			8			8			7			8			8			8

(■) رمز تحديد منظومة الإنشاء، والرقم يعبر عن التقييم بواقع 9 درجات لكل عنصر مجتمعه أو مقسمه

جدول(2) تقييم مشروع مركز الملك عبد الله للدراسات والبحوث البترولية على النموذج التقييمى المقترح (25 - 26)

نموذج تقييمي لقياس المردود التصميمي للمنظومة الانشائية علي الفراغ المعماري الداخلي (مركز الملك عبد الله للدراسات والبحوث البترولية)

التعريف بالمبني : يقع المشروع في الرياض وانشأ عام 2017 من تصميم زها حديد، ويهدف إلي دعم الابحاث في مجال الطاقة المستدامة. يتميز التصميم ببنية خلّيّة تشبه البلورات الطبيعية، مما يعكس فلسفة الاستدامة والكفاءة

وصف المبني : المشروع بمساحة 70000 متر ويتكون من خمسة مبانٍ: مركز في مجال الطاقة؛ ومركز حاسوب الطاقة؛ ومركز مؤتمرات مع قاعة عرض وقاعة تتسع لـ 300 مقعد؛ ومكتبة أبحاث تحتوي 100 ألف مجلد؛ والمصلي ، يُقسّم كل مبني إلي وظائفه المختلفة، ويمكن تعديله لتلبية متطلبات وأساليب العمل المتغيرة، وحاصل علي شهادة LEED البلاتينية من مجلس المباني الخضراء الأمريكي

التوصيف الإنشائي للمبني	الكفاءة الاقتصادية																										
	التوافق الانشائي			الهيكل الانشائي			بحر الإنشاء			تكنولوجيا البناء			توافق الإنشاء			عمر المبني بالسنة			الشبكة الانشائية			الانظمة الانشائية		
	ضعيف	قوي	متوسط	خرساني	معدني	مختلط	صغيرة	متوسطة	كبيرة	تقليدية	مختلطة	متطورة	غير متوافق	الي حد ما	متوافق	من (1 - 10)	من (11 - 20)	من (21 - 30)	لا يوجد	احيانا	واضحة	تقليدية	مختلطة	متطورة
		■				■			■			■			■					■					■

تفاعل الإنشاء مع المتطلبات الوظيفية للفراغات الداخلية	المرونة الوظيفية									التوزيع الحركي			الراحة البيئية									العلاقات الوظيفية		
	الحذف والاضافة			المرونة الفراغية			الاتصال الفراغي						راحة صوتية			راحة حرارية			راحة ضوئية					
	ضعيف	متوسط	جيد	ضعيف	متوسط	جيد	ضعيف	متوسط	جيد	ابتداع الاعمدة	تغير شكل السقف	تغير ارتفاعات السقف	ضعيف	متوسط	جيد	ضعيف	متوسط	جيد	ضعيف	متوسط	جيد	غير واضحه	واضحة احيانا	واضحة
	3				5		7			3	3	3			7			7			8			8

تفاعل الإنشاء مع المتطلبات الوظيفية للفراغات الداخلية	طبيعة وظيفة الفراغ																							
	الشبكة المعمارية			العزل			اتجاه التأثير			الحركة والاستقرار			الاستدامة			امان وظيفي			امان نفسي			التفاعل		
	صغير	متوسط	كبير	صوتي	حراري	مائي	راسي	افقي	متداخل	استاتيكي	ديناميكي	متداخل	غير متحققة	الي حد ما	متحققة	ضعيف	متوسط	جيد	ضعيف	متوسط	جيد	ضعيف	متوسط	قوي
	3	3	3	2	2	3	3	3	3	3	3	3			8			8			8			8

تفاعل الإنشاء مع المتطلبات الجمالية للفراغات الداخلية	التفاعل بين الشكل الانشائي والمعماري																							
	التفاعل الثقافي			التفاعل الشكلي			الاتزان البصري			الجمال الحسي المقياس			التفاعل مع الإضاءة			الجمال العاطفي			الجمال الفكري فكري وظيفي			الجمال الفكري فكري تجريدي		
	غير متفاعل	الي حد ما	متفاعل	غير متفاعل	الي حد ما	متفاعل	لا يوجد	احيانا	متزن ومتوافق	غير مناسب	الي حد ما	مناسب ومعبر	إضاءة سماوية	إضاءة جانبية	إضاءة صناعية	التفاعل مع التراث	تعبير رمزي	تعبير عاطفي	غير معبر	الي حد ما	معبر	غير واضح	الي حد ما	واضح
			9			9			8			9	3	3	3	3	2	3		6					9

تفاعل الإنشاء مع المتطلبات الجمالية للفراغات الداخلية	عناصر التفاعل			السلوك الإنشائي			الإيقاع			الاتزان الكتلي			النسب			عناصر الجذب			الالوان			الملمس		
	عناصر أفقية	عناصر راسية	اسقف	كامن	نسبي	مسيطر	غير منتظم	متداخل	منتظم	غير متزن	الي حد ما	متزن	متناقض	الي حد ما	متناسقة	غير واضح	الي حد ما	واضح	متناقض	الي حد ما	متناسقة	غير معبر	الي حد ما	معبر
	3	2	3			9			9			8			9			8			8			8

(■) رمز تحديد منظومة الإنشاء، والرقم يعبر عن التقييم بواقع 9 درجات لكل عنصر مجتمعه أو مقسمه

جدول(3) تقييم مشروع مبني كلية الهندسة وعلوم الحاسب – جامعة جازان على النموذج التقييمي المقترح (27)

نموذج تقييمي لقياس المردود التصميمي للمنظومة الانشائية علي الفراغ المعماري الداخلي (مبني كلية الهندسة وعلوم الحاسب)

التعريف بالمبني: يقع المبني بالحرم الجامعي لجامعة جازان وقد انشا علم 2016 تقريبا ويجمع في تصميميه بين الحداثة والهوية المحلية، وكسوات الواجهات بالجرانيت لتقليل امتصاص الحرارة.

وصف المبني: المبني مكون من ثلاث ادور يحتوي علي قاعة مؤتمرات تتسح لحدود 150 شخص وقاعات دراسية ومعامل ومكاتب اعضاء هئية التدريس والمبني منشأ بنظام Waffle slap لتحقيق فراغات ببحور متوسطه، ويتميز المبني ببهو المدخل وممر بارتفاع الثلاث بشكل مميز واضاءة مباشرة جانبية وعلوية وتستعمل في مناقشة مشروعات التخرج والاحتفالات بالمناسبات الوطنية والفاعليات والانشطة المختلفة .

التوصيف الانشائي للمبني	الكفاءة الاقتصادية																								
	التوافق الانشائي			الهيكل الانشائي			بحر الإنشاء			تكنولوجيا البناء			توافق الإنشاء			عمر المبني بالسنة			الشبكة الانشائية			الانظمة الانشائية		
	ضعيف	متوسط	قوي	خرساني	معدني	مختلط	صغيرة	متوسطة	كبيرة	تقليدية	مختلطة	متطورة	غير متوافق	الي حد ما	متوافق	من (1 - 10)	من (11 - 20)	من (21 - 30)	لا يوجد	احيانا	واضحة	تقليدية	مختلطة	متطورة
			■			■	■	■			■			■			■			■				■	

تفاعل الإنشاء مع المتطلبات الوظيفية للفراغات الداخلية	المرونة الوظيفية									التوزيع الحركي			الراحة البيئية									العلاقات الوظيفية		
	الحذف والاضافة			المرونة الفراغية			الاتصال الفراغي			ايقاع الاعمدة	تغير شكل السقف	تغير ارتفاعات السقف	راحة صوتية			راحة حرارية			راحة ضوئية			غير واضحه	واضحه احيانا	واضحة
	ضعيف	متوسط	جيد	ضعيف	متوسط	جيد	ضعيف	متوسط	جيد				ضعيف	متوسط	جيد	ضعيف	متوسط	جيد	ضعيف	متوسط	جيد			
		7			6		7			2	2	2		5		3				6			5	

تفاعل الإنشاء مع المتطلبات الوظيفية للفراغات الداخلية	طبيعة وظيفة الفراغ																		التفاعل		
	الشبكة المعمارية			العزل			اتجاه التأثير			الحركة والاستقرار			الاستدامة			امان وظيفي			امان نفسي			ضعيف	متوسط	قوي
	صغير	متوسط	كبير	صوتي	حراري	مائي	راسي	افقي	متداخل	استاتيكي	ديناميكي	متداخل	غير متحققة	الي حد ما	متحققة	ضعيف	متوسط	جيد	ضعيف	متوسط	جيد			
	3	3	3	2	1	2	3	3	3	3	3	3		5				7		5				7

تفاعل الإنشاء مع المتطلبات الجمالية للفراغات الداخلية	التفاعل بين الشكل الانشائي والمعماري									الجمال الحسي									الجمال العاطفي			الجمال الفكري					
	التفاعل الثقافي			التفاعل الشكلي			الاتزان البصري			المقياس			التفاعل مع الاضاءة			الاتزان الكتلي			التفاعل مع التراث	تعبير رمزي	تعبير عاطفي	فكري وظيفي			فكري تجريدي		
	غير متفاعل	الي حد ما	متفاعل	غير متفاعل	الي حد ما	متفاعل	لا يوجد	احيانا	متزن ومتوافق	غير مناسب	الى حد ما	مناسب ومعبر	إضاءة سماوية	إضاءة جانبية	إضاءة صناعية	غير متزن	الى حد ما	متزن	1	2	1	غير معبر	الي حدا ما	معبر	غير واضح	الي حدا ما	واضح
	3			6			7				6		3	3	3				1	2	1		5			6	

	عناصر التفاعل			السلوك الإنشائي			الإيقاع			الاتزان الكتلي			النسب			عناصر الجذب			الالوان			الملمس		
	عناصر أفقية	عناصر راسية	اسقف	كامن	نسبي	مسيطر	غير منتظم	متداخل	منتظم	غير متزن	الى حدا ما	متزن	متناقض	الي حدا ما	متناسقة	غير واضح	الي حدا ما	واضح	متناقض	الي حدا ما	متناسقة	غير معبر	الي حدا ما	معبر
	3	3	2		6			6				7			8		6			5			6	

(■) رمز تحديد منظومة الإنشاء، والرقم يعبر عن التقييم بواقع 9 درجات لكل عنصر مجتمعه أو مقسمه

3-6 نتائج اختبار النموذج التقييمي

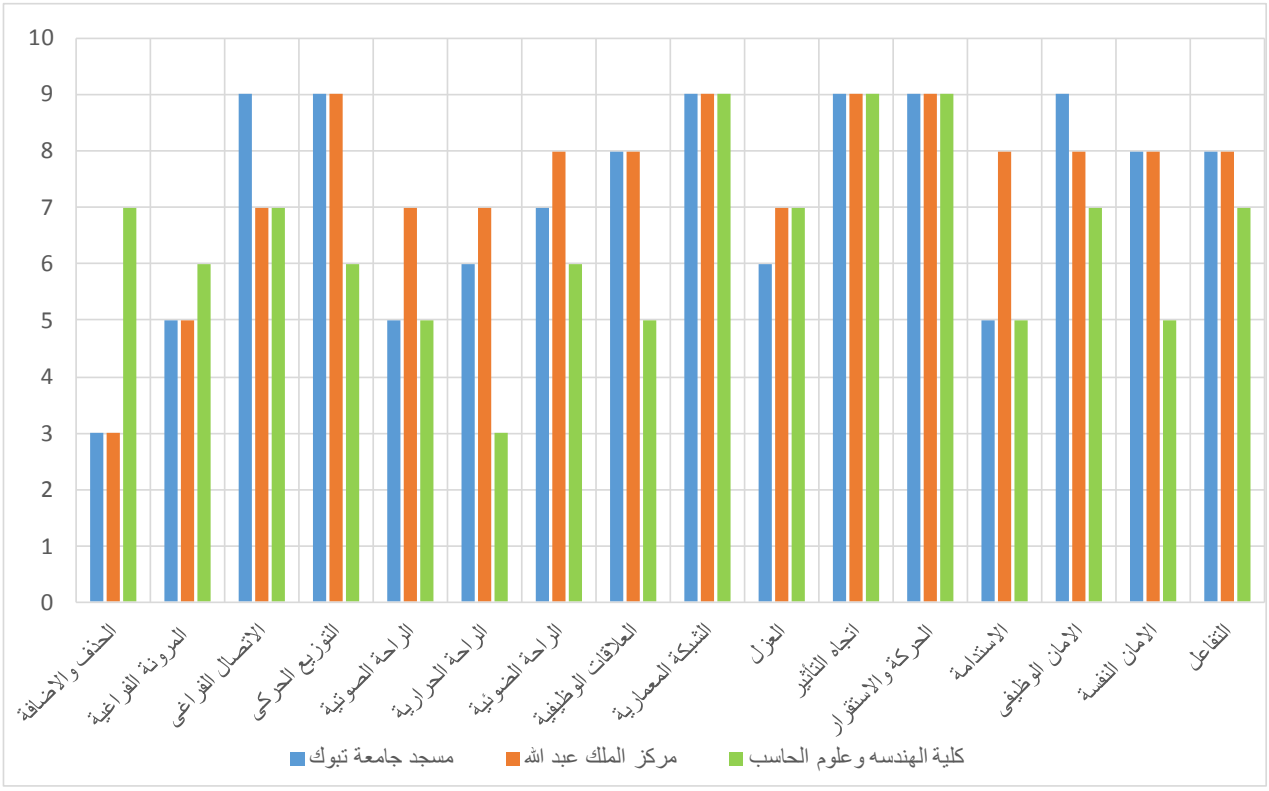
تُمثّل نتائج اختبار النموذج التقييمي محورًا رئيسيًا في تقييم فرضية البحث، حيث تم تطبيق النموذج على ثلاث عيّنات معمارية متنوعة الوظائف والأنظمة الإنشائية. تهدف هذه النتائج إلى قياس مدى تفاعل الأنظمة الإنشائية مع متطلبات الفراغات الداخلية وظيفيًا وجماليًا، عبر تحليل كمّي يعكس أداء كل مبنى وفق معايير مُحددة. تعكس هذه المرحلة التحليلية ربط الجوانب النظرية بالتطبيق العملي، مُقدِّمةً رؤيةً واضحةً حول كفاءة النموذج في دعم عملية اتخاذ القرارات التصميمية أو تطوير المباني القائمة

1-3-6 متوسطات المتطلبات الوظيفية التفصيلية

عند تحليل متوسطات قيم عناصر تفاعل الإنشاء والمتطلبات الوظيفية للفراغ لعيّنات الدراسة المختارة مقارنةً بالنموذج القياسي، شكل (9)، تُظهر النتائج ما يلي:

تتصدر عناصر التوزيع الحركي، واتجاه التأثير، والحركة، والاستقرار قائمةَ العناصر الأكثر تفاعليةً، في حين تُعد عمليتا الحذف والإضافة إلى جانب المرونة الفراغية أقلَّها تفاعليةً

1. سجّل مركز الملك عبد الله قيمًا متوسطةً أعلى في مؤشرات التفاعل، بينما احتل مبنى كلية الهندسة المرتبةَ الدنيا وفقًا للمتوسطات المُقاسَة.
2. أسفر تحليل الرسوم البيانية عن النتائج الآتية:
   - تقييم الكفاءة الفردية لعناصر التفاعل.
   - مقارنة الأداء النسبي لعناصر العيّنات المختارة.

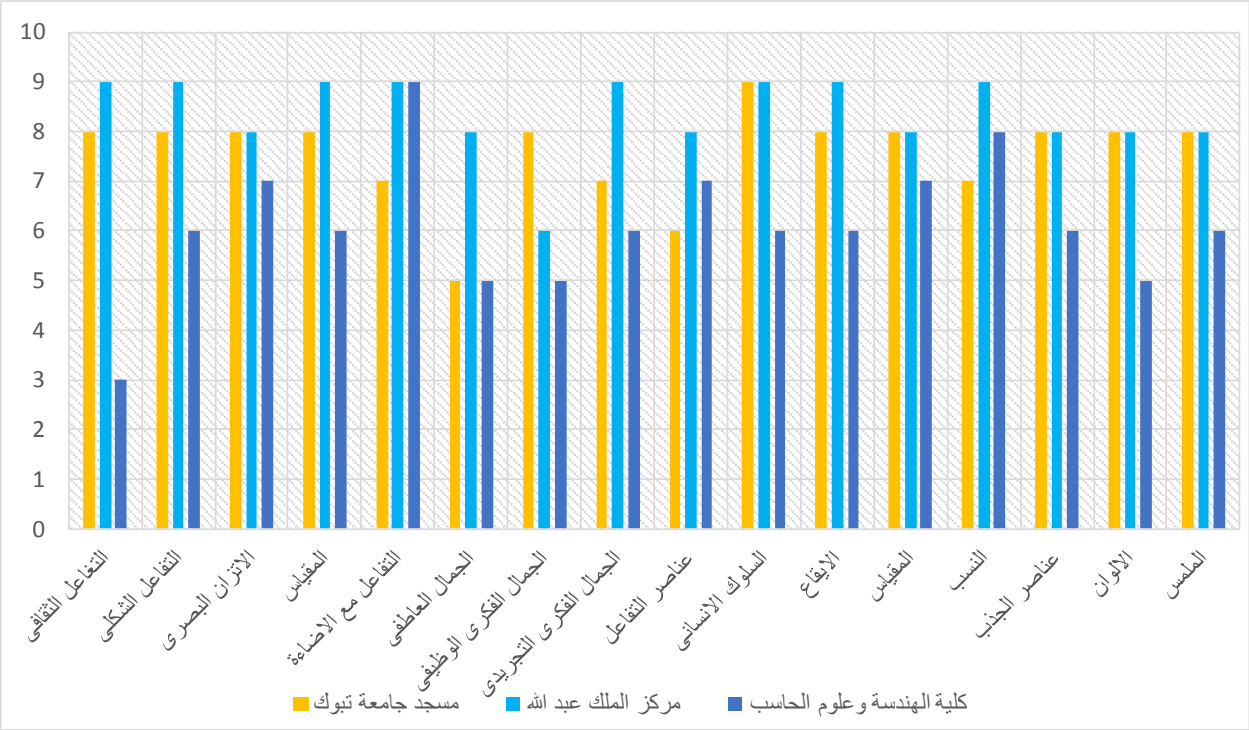


شكل (9) يوضح تأثير الإنشاء على العناصر الوظيفية للفراغات الداخليه الرئيسية للمبانى المقيمة.

6-3-2 متوسطات المتطلبات الجمالية التفصيلية:

وعند التحليل الإحصائي لمتوسطات قيم عناصر تفاعل الإنشاء والمتطلبات الجمالية للفراغ في العينات المُختارة مقارنةً بالنموذج القياسي، شكل (10)، تُظهر النتائج ما يلي:

4. تصدَّرَت عناصر المقياس والتفاعل مع الإضاءة والسلوك الانساني قائمة العناصر الأكثر تفاعليةً، بينما احتلت عناصر الجمال العاطفي والجمال الفكري والكفاءة الوظيفية المراتب الأقل تأثيرًا وفقًا للتحليل الكمّي.
5. مكَّن التمثيل البصري للبيانات من:
   - تقييم كفاءة كل عنصر تفاعلي على حدة.
   - إجراء مقارنة إحصائية بين أداء عناصر العينات المختلفة.



شكل (10) يوضح تأثير الإنشاء على العناصر الجمالية للفراغات الداخليه الرئيسية للمباني المقيمة.

6-3-3 متوسطات إجمالية:

بعد تحليل مدى تأثير النظام الإنشائي على تحقيق الجوانب الوظيفية والجمالية، كما هو موضح في الجداول (1، 2، 3) والأشكال (9، 10)، توضح النتائج ما يلي:

من حيث إجمالي النقاط: تصدَّر مبنى مركز الملك عبد الله للدراسات والبحوث البترولية بأعلى مجموع نقاط (254 نقطة من أصل 288)، يليه مبنى مسجد جامعة تبوك (230 نقطة)، ثم مبنى كلية الهندسة وعلوم الحاسب بجامعة جازان (199 نقطة) بنسبة تراجع قدرها 21.5% مقارنة بالأول

في الجوانب الوظيفية: حصل مبنى مركز الملك عبد الله للدراسات والبحوث البترولية على المرتبة الأولى (120 نقطة من أصل 144)، فيما حلَّ مبنى مسجد جامعة تبوك في المرتبة الثانية (116 نقطة)، ثم مبنى كلية الهندسة وعلوم الحاسب بجامعة جازان بالمرتبة الثالثة (100 نقطة)

في الجوانب الجمالية: سجَّل مبنى مركز الملك عبد الله للدراسات والبحوث البترولية تفوقاً واضحاً (134 نقطة من أصل 144)، بينما حقق مبنى مسجد جامعة تبوك (114 نقطة)، في حين جاء مبنى كلية الهندسة وعلوم الحاسب بجامعة جازان في المرتبة الأخيرة (99 نقطة)

7. النتائج والتوصيات:

7-1 النتائج:

1. أكدت الدراسة البحثية على صحة الفرضية في إمكانية عمل نموذج تقييمي لقياس العلاقة التبادلية بين المنظومة الفراغية والإنشائية سواء على المباني القائمة أو أثناء العملية التصميمية لمقارنة البدائل أو تقييم المقترح.
2. المكونات المادية للمنظومة الفراغية الداخلية هي (العناصر المعمارية - العناصر الانشائية -عناصر الانتقال الفراغي - عناصر التأثيث - الانظمة الفنية)
3. تتكون المنظومة الفراغية من عدة منظومات هي:
   - المنظومة الوظيفية " متطلبات المستعملين – متطلبات الأنشطة – متطلبات الأبعاد – متطلبات التأثيث ".

- منظومة الراحة البيئية " راحة مناخية – راحة ضوئية – راحة صوتية " .
- المنظومة الإنشائية " مواد البناء – النظم الإنشائية – الكفاءة الاقتصادية – تكنولوجيا البناء " .
- المنظومة الجمالية " الجمال العاطفي - الجمال الفكري - الجمال الحسي " .

4. المكونات المادية للمنظومة الانشائية هي (مواد البناء - النظم الانشائية - تكنولوجيا البناء)
5. تصنف النظم الإنشائية إلي خمس نظم أساسية تبعا لنوع الاجهاد وهي : (نظام الإجهاد الواحد - نظام ثنائي الإجهاد علي مستوي النظام - نظام ثنائي الإجهاد في العنصر الواحد - النظام السطحي - النظام الرأسي)
6. أظهرت نتائج التقييم أن النموذج يتمتع بقدرة فعالة على قياس مدى تفاعل النظام الإنشائي مع متطلبات الفراغ المعماري، من الجانبين الوظيفي والجمالي، عبر مؤشرات كمية واضحة. وقد استطاع النموذج الكشف عن تباينات دقيقة بين المشاريع المدروسة، مما يعكس صلاحيته كأداة تقييم موضوعية يمكن الاعتماد عليها في تحليل الأداء الداخلي للمباني.
7. يتميز النموذج بتحليل تفصيلي لـ 32 مؤشرًا، بواقع 16 مؤشرًا وظيفيًا و16 مؤشرًا جماليًا، موزعة على مقياس تدرجي مكون من 9 نقاط. هذا التدرج أتاح تصنيفًا دقيقًا لمستويات الأداء داخل كل مشروع، وسهّل تحديد مواضع القوة والقصور في الأنظمة الإنشائية وتأثيرها على بيئة الاستخدام، سواء من حيث الراحة أو التنظيم أو الجماليات المعمارية.
8. قدّم البحث من خلال هذا النموذج إطارًا منهجيًا عمليًا يُترجم مفاهيم التصميم التكاملي إلى أداة قابلة للتطبيق في الواقع المعماري. وقد تجلت قوة النموذج في قدرته على التعامل مع مكونات متعددة تتداخل بين البنية الإنشائية، متطلبات المستخدم، والاعتبارات الجمالية، ما يعزز من دوره كحلقة وصل بين الجانب النظري والممارسة المهنية.
9. كما أظهرت الدراسة أن النموذج يمتلك إمكانات تطبيقية في دعم صُنّاع القرار، لاسيما فيما يخص مراجعة وتحديث اللوائح البنائية المحلية. إذ يُوفر مؤشرات كمية قابلة للقياس يمكن أن تُستخدم في صياغة معايير تصميمية تضمن تحسين كفاءة الأداء الوظيفي والجمالي للمباني في المملكة العربية السعودية.

2-7 التوصيات:

1. استخدام النموذج التقييمي كأداة منهجية لمقارنة البدائل التصميمية المُقترحة خلال مرحلة التصميم للمشروعات المختلفة في مرحلة التصميم وذلك بهدف تحديد الحل الأمثل بناءً على معايير محددة. كما يساهم هذا النموذج في الكشف عن العيوب والقيود المرتبطة بكل مقترح.
2. استخدام النموذج التقييمي من تحليل الوضع الراهن للمباني القائمة، وتقييم كفاءة أدائها الوظيفي والتصميمي. ويُستخدم هذا التحليل لدعم قرارات التطوير، سواء عبر إعادة توزيع وظائف الفراغات الداخلية لتعزيز المرونة الوظيفية، أو عبر تحسين أداء الوظائف الحالية لتتوافق مع المتطلبات الحديثة والمعايير المستدامة.
3. ترسيخ مبدأ المشاركة الفعالة في اتخاذ القرارات الإنشائية لدي المعماري من حيث تناسب النظام الإنشائي مع الفكر المعماري.
4. اختبار النموذج على أنواع مختلفة من الفراغات (كالمنشآت الصحية، المراكز التجارية، والمباني السكنية) لقياس مدى شموليته.
5. دراسة تأثير الأنظمة الإنشائية المبتكرة كالخرسانة ذاتية الإصلاح، الهياكل القابلة للتحويل على الفراغات المعمارية.
6. تحسين كفاءة النموذج في تقييم أداء الأنظمة الإنشائية في المناطق ذات الظروف المناخية القاسية كالحرارة العالية، الرطوبة.
7. استخدام تقنيات الذكاء الاصطناعي لمحاكاة التفاعل بين الأنظمة الإنشائية والفراغات المعمارية وتوليد حلول تصميمية مُحسَّنة.
8. تطبيق النموذج في مراجعة اللوائح البنائية المحلية لضمان توافقها مع أهداف البحث (كفاءة وظيفية-جمالية).

الخلاصه:

أوضحت الدراسة تأثير النظم الانشائية ومكوناتها على الاداء الوظيفي للفراغات المعمارية، كما أوضحت التأثير الرئيسي للنظم الانشائية على جماليات وأنسنة الفراغات الداخلية، حتي أن العناصر الانشائية كالاعمدة قد تكون من أهم عناصر جماليات الفراغات والتي قد تعكس مفردات التراث المعماري للبيئة ومثال على ذلك مشروع مركز أبحاث ودراسات البترول بالرياض، واقترح البحث نموذج تقييمي لتأثير العناصر الانشائية على وظائف وجماليات الفراغات الداخلية، وتم تطبيقه على العديد من المباني داخل المملكة العربية السعوديه، وهي مباني قائمة، واوضحت الدراسة انه يمكن تطبيق هذا النموذج لتقييم المشروعات في مرحلة التصميم للمساعدة في اتخاذ القرارات التصميمية المعمارية والانشائية وانتهي البحث بتحليل النتائج للاستفاده بها في الدراسات المستقبلية في هذا المجال

8. المراجع :

1. *Ahmed, M. (2006). The Interrelation Challenges Between Spatial and Structural Systems in Architecture: A Critical Study on Architectural Spaces in Public Buildings. Mataria, Egypt: Faculty of Engineering, Helwan University.*
2. *حسن، م. س. (2018). العمارة والإنشاء: التكامل بين الجمال والوظيفة. القاهرة: دار النهضة العربية.*
3. *Wang, Q., et al. (2023). "Sustainable Steel-Concrete Composite Structures: A Review of Architectural Applications." Sustainable Materials and Technologies, 37, e00675. DOI: 10.1016/j.susmat.2023.e00675*
4. *Gissen, D. (2020). The Architecture of Disability: Buildings, Cities, and Landscapes Beyond Access. University of Minnesota Press. ISBN: 978-1517906650*

5. *Steemers, K., & Baker, W. (2021). Architecture and Environment: Designing for Climate Resilience. DOI: 10.4324/9781003096744*
6. *محمود، ن. (2020). التفاعل بين الهيكل الإنشائي والتصميم الداخلي في العمارة المعاصر. رسالة دكتوراة، جامعة القاهرة.*
7. *السيد عثمان: طاقة الفراغ والراحة الحرارية الكلية – رسالة دكتوراة –قسم العمارة- كلية الهندسة- جامعة القاهرة، 2004.*
8. *Li, B., & Yu, X. (2022). "Seismic Design of Reinforced Concrete Structures: Balancing Safety and Aesthetic Flexibility." Earthquake Engineering & Structural Dynamics, 51(8), DOI: 10.1002/eqe.3641*
9. *Bille, M., & Sørensen, T. F. (2023). The Anthropology of Space and Place: Locating Culture. Wiley-Blackwell. ISBN: 978-1119898410*
10. *ArchDaily. (2023). How Structure Shapes Space. Retrieved May 5, from https://www.archdaily.com/1012345*
11. *K. Michael Hays. (2023) "Theories of Architecture: A Critical Anthology" 10.5749/j.ctv2t8b7b9*
12. *على رأفت : الإبداع الانشائى فى العمارة – ثلاثية الإبداع المعماري – مركز أبحاث انتر كونسلت، مطابع الأهرام، القاهرة، 1996.*
13. *A.Blanc&M.Mcevoy&R.plank: "Architecture & Construction in Steel ,E&FN Spon,London,1993c.*
14. *Steane, M. A. (2021). The Architecture of Light: Recent Approaches to Designing with Natural Light. Taylor & Francis. DOI: 10.1201/9781003183889*
15. *Salvadori, M. (2002). Why Buildings Stand Up: The Strength of Architecture. W.W. Norton & Company. ISBN: 978-0393306767.*
16. *Engel, H. (2015). Structure Systems. Deutsche Verlags-Anstalt. DOI: 10.1515/9783035606556*
17. *Ahmad, S., et al. (2023). "Smart Materials in Concrete Construction: Future Directions for Architectural Innovation." Materials Today: Proceedings, 82(Part 3), 231–238. DOI: 10.1016/j.matpr.2023.03.522*
18. *https://alwadiadas.blogspot.com/2018/01/types-of-concrete-slabs-advantages-and.html*
19. *Smith, B., & Killa, S. (2021). "Adaptive Structural Systems: A Review of Emerging Technologies." Journal of Architectural Engineering, 27(3), 04021020. DOI: 10.1061/(ASCE)AE.1943-5568.0000489*
20. *American Society of Civil Engineers (ASCE). (2022). *Minimum Design Loads and Associated Criteria for Buildings and Other Structures (ASCE/SEI 7-22)*. ASCE.*
21. *Schodek, D., & Bechthold, M. (2014). Structures (7th ed.). Pearson. Chapter 4: "Structural Systems: Types and Configurations."*
22. *Babič, A., & Čuš, F. (2024). "Adaptive Reuse of Industrial Steel Structures: Architectural and Structural Synergy." Engineering Structures, 300, 117201. DOI: 10.1016/j.engstruct.2023.117201*
23. *https://www.astucestopo.net/2017/11/blog-post.html*
24. *Ahmad, S., et al. (2023). "Smart Materials in Concrete Construction: Future Directions for Architectural Innovation." Materials Today: Proceedings, 82(Part 3), 231–238. DOI: 10.1016/j.matpr.2023.03.522*
25. *https://www.archdaily.com/882341/king-abdullah-petroleum-studies-and-research-centre-zaha-hadid-architects*
26. *Almusallam, T., et al. (2023). "Innovations in Hybrid Steel-Concrete Structural Systems for High-Rise Buildings." Journal of Building Engineering, 76, 107301. DOI: 10.1016/j.jobe.2023.107301*
27. *https://www.jazanu.edu.sa/ar/colleges/college-engineering-and-computer-science.*

Data availability: The datasets used and/or analyzed during the current study available from the corresponding author on reasonable request.

Funding information: Unavailable

Author contributions: All authors have accepted responsibility for the entire content of this manuscript and approved its submission.

Conflict of interest: The authors state no conflict of interest.

Declaration of interests:

☒ *The authors declare that they have no known competing financial interests or personal relationships that could have appeared to influence the work reported in this paper.*

☐*The authors declare the following financial interests/personal relationships which may be considered as potential competing interests:*