

Journal of Engineering Research

Volume 6

Issue 4 (This is a Special Issue from Visions for Future Cities Innovations & Environmental Technologies Conference, (VFC2022), Cairo, Egypt, 24-25 September, 2022)

Article 25

2022

تقنيات الخامات وتأثيرها في المعايير التصميمية للمباني الثقافية Material Techniques and Their Impact on the Design Standards of Cultural Buildings

Shaymaa Shaymaa Abdelmegeed, Heba Elkorany

Follow this and additional works at: <https://digitalcommons.aaru.edu.jo/erjeng>

Recommended Citation

Shaymaa Abdelmegeed, Heba Elkorany, Shaymaa (2022) "تقنيات الخامات وتأثيرها في المعايير التصميمية للمباني الثقافية Material Techniques and Their Impact on the Design Standards of Cultural Buildings," *Journal of Engineering Research*: Vol. 6: Iss. 4, Article 25.

Available at: <https://digitalcommons.aaru.edu.jo/erjeng/vol6/iss4/25>

This Article is brought to you for free and open access by Arab Journals Platform. It has been accepted for inclusion in Journal of Engineering Research by an authorized editor. The journal is hosted on Digital Commons, an Elsevier platform. For more information, please contact rakan@aar.edu.jo, marah@aar.edu.jo, u.murad@aar.edu.jo.

تقنيات الخامات وتأثيرها في المعايير التصميمية للمباني الثقافية

Material Techniques and Their Impact on the Design Standards of Cultural Buildings

د/ شيماء عبد المجيد عبد المجيد إبراهيم¹ - م. هبه محمد موسى القرني²

¹مدرس قسم الهندسة المعمارية - كلية الهندسة - معهد الجزيرة العالي للهندسة والتكنولوجيا - المقطم - مصر
²مصمم داخلي - بكالوريوس التصميم الداخلي - كلية علوم الأسرة - جامعة طيبة - المدينة المنورة - السعودية
Shimaa.allam@ymail.com, tu4051837@taibahu.edu.sa

ملخص البحث:

تطورت المواد الخام على مر العصور المختلفة حسب البيئة التي يعيش فيها الإنسان ونظرا لاستخدام الإنسان للخامات الحجرية كخامات أوليه، وحيث أن الخامات التقليدية منها الطبيعي أو الصناعي قد استنفذت خصائصها على مدار قرون من الزمان في التطور التكنولوجي، فقد اتجه العلم إلى البحث عن خامات جديدة يطلق عليها "الخامات الذكية" يكون لها مميزات أخرى وخصائص مختلفة يمكن توظيفها في التقنيات الوظيفية المختلفة، وهذه الخامات ظهرت وتطورت مع تطور تكنولوجيا النانو، وهذه الخامات لها القدرة على التأثير بالظروف واتخاذ ردود أفعال مختلفة الاتجاهات حسب خصائصها، ونظرا لظهور خصائص مستحدثة لمثل هذه الخامات على الساحة الصناعية فقد أدى ذلك إلى دفع عجلة الابتكار والاختراع بالإضافة إلى توظيف هذه الخامات في وظائف مستحدثة يطلق عليها الوظائف الذكية.

Abstract: Raw materials have developed over different ages according to the environment in which man lives and due to the human use of stone ores as raw materials, and since the traditional raw materials, whether natural or industrial, have exhausted their characteristics over centuries of technological development, science has tended to search for new materials They are called "smart materials" and have other advantages and different characteristics that can be employed in different functional techniques, and these materials have emerged and developed with the development of nanotechnology, and these materials have the ability to be affected by circumstances and take reactions in different directions according to their characteristics, and due to the emergence of new properties for such raw materials. On the industrial scene, this has led to the advancement of innovation and invention, in addition to employing these materials in new jobs called smart jobs.

الكلمات المفتاحية:

معايير واعتبارات - التصميم الداخلي - الخامات الذكية - تقنية الخامات المقدمة:

إن اختيار الخامات المستخدمة في تنفيذ التصميمات المختلفة تلعب دورا أساسيا في حل المشكلات التصميمية، ويقع عليها عبء نجاح التصميم أو فشله سواء بالنسبة للصياغات الشكلية أو المتطلبات الوظيفية.

ولقد حدثت ثورة كبيرة في مجال خامات التصميم الداخلي، فلم تعد قاصرة على الخامات التقليدية كالأخشاب والزجاج والسيراميك.... وغيرهم، وإنما تطورت بفعل العلوم الحديثة فنجد خامات ذكية وأخرى نانوية دون الاستغناء عن الخامات الطبيعية والتقليدية.

ولتنفيذ أي تصميم لا بد من معرفة المعايير التصميمية المختلفة لكل خامات على حدى عن طريق دراسة خصائصها وقوة أو ضعف إمكانياتها وحدودها التشغيلية.

المشكلة البحثية:

1. عدم الاستفادة من الخامات المتطورة بشكل كافي والركون للخامات التقليدية.
2. عدم توظيف الخامات بشكل صحيح في المكان والبيئة الصحيحة.

أهداف البحث:

1. دراسة أسس وأنواع اختيار الخامات للتوسع من آفاق المصمم وتمكنه من توظيف هذه الخامات في ابتكارات جديدة
2. التعرف على المعايير التصميمية لاختيار الخامات، وتوظيفها بشكل صحيح في الفراغات المختلفة ليكفل لها عمر أطول وجودة أفضل وخسارة أقل في الصيانة.
3. تطبيق المعايير التصميمية ذات تقنية خامات للمباني الثقافية على نموذجين معاصرين .

أهمية البحث:

1. حل المشكلات التصميمية التي قد يكون سببها عدم انسجام الخامات مع مكان استخدامها.
2. الرقي بالتصميمات والانتقال بها لمستوى آخر أكثر تطورا.
3. استخدام المعايير والاعتبارات التصميمية في اختيار الخامات وتوظيفها بشكل صحيح.

منهجية البحث:

وصفية تحليلية، من خلال دراسة أسس وأنواع اختيار الخامات والمعايير التصميمية لاختيارها، وتطبيقها على نماذج معاصرة من المباني الثقافية

مفاهيم أساسية:

المعايير التصميمية: هي مجموعة من القواعد أو الإرشادات التي لا بد من إتباعها كدليل إرشادي عند القيام بعملية التصميم عامة للوصول الى التحقيق الأمثل لوظيفة وهدف التصميم.

الخامات: هي المادة الأولية التي توجد على حالتها الطبيعية قبل أن تُعالج أو تصنع.
التقنية: هي تطبيق المهارات والمعرفة؛ لتجهيز وإنتاج البضائع والسلع، أو تقديم الخدمات المختلفة، حيث تشمل كافة الآلات، والأدوات، والطرق، أو الأساليب التي يتم استخدامها؛ لتحويل الموارد إلى عناصر يحتاجها الناس.

خط الطاقة: هي عبارته عن كابلات وظيفية لنقل الطاقة المولدة من محطة توليد تتواجد غالبا قرب البحار أو على الأنهار إلى قرب المناطق السكنية إلى محطات أخرى تقوم بحفظ الطاقة ومن ثم تبدأ عملية التوزيع إلى المناطق السكنية عن طريق خطوط طاقة أخرى وهي خطوط نقل الطاقة الأرضية.

الخامات الذكية: هي مواد يمكنها تحقيق تباين متحكم فيه ويمكن التنبؤ به في واحد أو أكثر من خصائصها كاستجابة مباشرة لمحفزات خارجية أو تغيير في بنيتها.

2- أسس اختيار الخامات في التصميم الداخلي للمباني الثقافية:

يعتمد المصمم الداخلي في اختياره للخامات على مجموعة من الاعتبارات وهي

وهي تابعة لجزيرة في المحيط الهادئ. مركز تجييار الثقافي سمي على أسم الزعيم الاستقلالي الذي تم اغتياله، وهذا المركز يعمل على ترويج ثقافة الكانك .

البنية تبرز بطريقة العمارة الخضراء كما أنها مندمجة مع البيئة المحيطة.

هدف المركز: المركز مكرس للبحث عن الهوية لشعب الكانك الأصلي في كاليدونيا الجديدة ومنطقة جنوب المحيط الهادئ. ومن هنا كانت البيئة تثير المعماري للحفاظ على العناصر الثقافية والبيئية في المنطقة.

مكونات المشروع: يتكون المشروع من ثلاث نطاقات رئيسية كل نطاق يحتوي على وظائف مترابطة كما يلي:

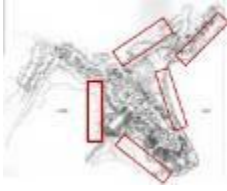
النطاق الأول: معرض دائم وأماكن للعروض المؤقتة وقاعة محاضرات كبيرة ومدرج مفتوح.

النطاق الثاني: مكتبة ومركز بحوث.

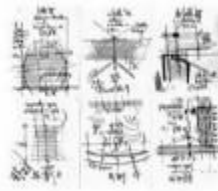
النطاق الثالث: مركز للنشاطات مثل الرقص والموسيقى والرسم.

معلومات المشروع: هو عبارة عن عشر بنايات مختلفة في الحجم والوظيفة مرتبة بشكل طولي على شبه جزيرة مطوقة تسمح للمحيط بأن يكون مشاهد من الواجهتين الرئيسيتين.

ثانياً: تحليل الرسومات والمخططات المعمارية وتحليل الموقع: تتكون جانب البحيرة من هذه المنطقة من غابات المانغروف الكثيفة وأنواع أخرى من الأشجار عند حافة المياه، وقد فصلت سلسلة من التلال للمنطقة عن البحر.



الشكل (2) الغطاء النباتي حول المبنى
B5kix/2u.pw//:https



الشكل (1) الرسم يوضح آلية عمل المبنى التي سيتم شرحها آنفاً
Bubblemania



الشكل (3) موقع المركز الثقافي وطرق الوصول إليه
https://stringfixer.com/ar/Jean-Marie_Tjibaou_Cultural_Centre

يقع الموقع في شبه جزيرة تينا الضيقة، والتي تمتد في المحيط الهادئ على طول خط التلال ، بالقرب من ملعب تينا للجولف على الساحل الغربي لخليج بولاري على بعد حوالي 8 كيلومترات (5.0 ميل) شمال شرق مركز مدينة نوميا القديمة.

التقنية والاقتصادية والرمزية. ولكل فراغ خصوصية من حيث وظيفته او المهام المقامة بداخله من عدة جوانب، والخامات محددة بطرز ببنائية او نمطية ، وبذلك فإن متطلبات الخامات تتلخص في:

- عنصر المتانة والتحمل للمتغيرات .
- معامل استدامة قابلة للتجديد.
- ملائمة اقتصاديا لتكاليف المشروع.
- اختيار الخامة تبعاً للطبيعة المحيطة.
- مراعاة عوامل الرطوبة البرودة الحرارة.

3- أنواع الخامات الأساسية المستخدمة بالتصميم الداخلي:

- الخامات نانوية:** هي خامة مستحدثة من المركبات التي نتجت عن استخدام تقنية النانو في تغيير السطح الخارجي لبعض المركبات.
- الخامات تفاعلية:** هي مجموعة من الخامات لها صفات محددة قادرة على تغيير من صفاتها الخارجية او شكلها ولها القدرة على استرجاع وضعها الأصلي عند الانتهاء من التأثير.
- الخامات صناعية:** هي الخامات المنتجة صناعياً والمعروفة في مجال التصميم الداخلي مثل الخشب.
- الخامات الطبيعية:** هي خامات المنتجة من الطبيعة ثم يتم التعامل معها ببعض العمليات او الطرق للنمو ثم إمكانية استخدامها.

4- أنواع المعايير التصميمية لاختيار الخامة :

- المعايير الوظيفية أو النفعية :** تهدف المباني إلى تلبية المتطلبات واستيعاب الأنشطة التي تم إنشاؤها من أجلها، وقد تتداخل البيئة ومكوناتها مع تصميم العناصر والمكونات المخصصة لها من أجل الجمع بين الجوانب الوظيفية والجوانب الجمالية والهيكلية وتتحدد مكوناتها وحدودها وفقاً لطبيعة النشاط أو الغرض من وظيفته. لذا يجب أن يكون التصميم مناسباً للعصر الذي يقع فيه فلا يمكن نسخ تصميم العصر القديم كما هو من دون إحداث تغيير.
- المعايير الاقتصادية :** يعتمد هذا المعيار على اختيار المواد المناسبة للتصميم وآلية وخطوات التنفيذ. يجب اختيار الأساليب المناسبة لكل تصميم مع مراعاة خفض التكلفة والحفاظ على الجودة والمتانة وضمان الأداء المناسب والاستدامة قدر الإمكان تبعاً لطبيعة الدولة وطبيعة المرافق نجد ان هناك اختلافات كبيرة في المعايير الاقتصادية لكل دولة ومنتشأة.

ج- المعايير الجمالية :

- هي معايير تستند إلى سمات شكلية مثل التناسق والتوازن والتماثل وما إلى ذلك ، هي التي يجب أن تكون موجودة في التصميم والتي تؤثر على التكوين النفسي للشخص أو الجمال الحسي مثل اللون أو المادة أو الملمس، وهناك نوعان رئيسيان من القوام : حقيقي هو ما ندركه من خلال اللمس والبصري وهو ما ندركه بالبصر.
- المعايير الإنسانية :**

هو ان يكون التصميم معبر عن قياسات الانسان واحتياجاته سواء في بيئة داخلية او خارجية من خلال القدرة على أداء الأنشطة بأمان، الراحة عند القيام بأي نشاط وعامل الصحة النفسي، وتلبية الاحتياجات الثقافية.

5- الدراسة الميدانية:

تم دراسة نماذج مختلفة للعمارة المعاصرة (العالمية والمحلية) التي استخدمت الخامات الذكية بشكل معاصر وذلك عن طريق تحليل المباني على معايير وهي: المعايير الوظيفية والمعايير النفعية، والمعايير الجمالية، والمعايير الإنسانية، ومدى ملائمة أسس اختيار الخامات في التصميم الداخلي لنماذج الدراسة، وهي كالتالي:

النموذج الأول : المركز الثقافي في نوميا

أولاً: معلومات المركز:

المصمم: المهندس الإيطالي: رينزو بيانو حاصل على عدة جوائز مجال العمارة. **المكان:** يقع على مرتفع داخل البحر إلى الشرق من نوميا في كاليدونيا الجديدة



الشكل (7) توزيع مكونات المركز من الداخل

https://stringfixer.com/ar/Jean-Marie_Tjibaou_Cultural_Centre



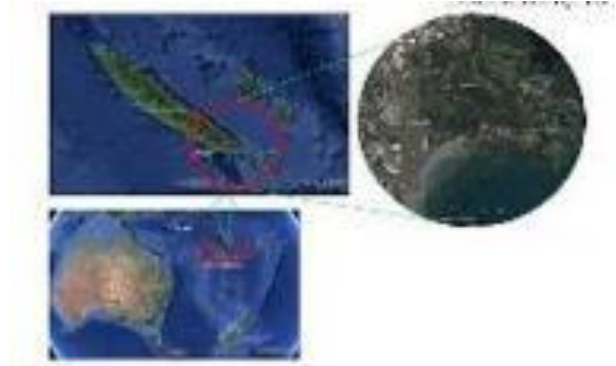
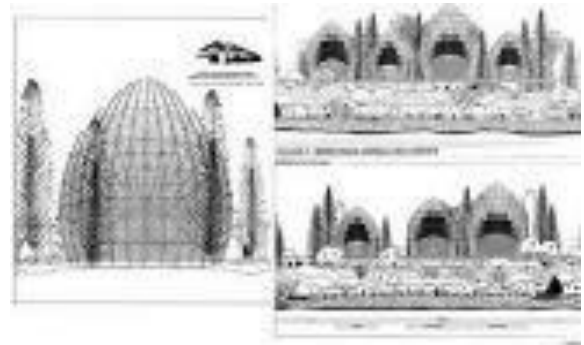
الشكل (8) دراسة الطقس على هيكل المركز

https://stringfixer.com/ar/Jean-Marie_Tjibaou_Cultural_Centre

الشكل (9) أشجار الصنوبر حول المبنى
08mbV/2u.pw//:https

كما كانت الحرارة الشديدة للشمس شبه الاستوائية عاملاً آخر أثر على تصميم المبنى حيث يبلغ متوسط درجة الحرارة في المنطقة 20 درجة مئوية إلى 23 درجة مئوية من أبريل إلى أغسطس و25 درجة مئوية إلى 27 درجة مئوية من سبتمبر إلى مارس خلال العام.

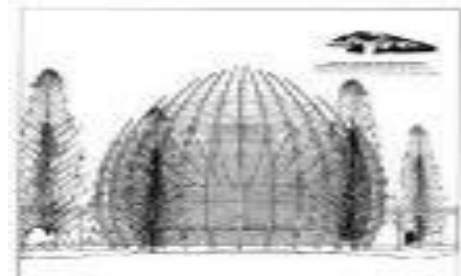
يقدم هذا التصميم منظر طبيعي أصلي ذات أشجار محيطية بالمركز من أشجار الصنوبر وغيرها، ليتم تصميم المسارات الداخلية التي تربط بين المساحات الداخلية يتم تغطيتها ليتمكن الزوار من المشي في المنطقة براحة، و الممرات الرئيسية الغير مغطاة، لتكون مفتوحة للضوء المباشر، وتوضح الدائرة الحمراء فتحات التهوية في المنطقة وتوضح المنطقة الخضراء الأشجار المتواجدة بالمنطقة)، كما في صورة (10). (11)

الشكل (4) موقع جغرافي لمركز الثقافي وطرق الوصول إليه
F1rKB/2u.pw//:httpsالشكل (5) قطاعات المركز الثقافي في نومييا
/https://heloiselaurindo.blogspot.com

يمتد المبنى على مساحة 8550 مترًا مربعًا (92000 قدم مربع)، لدمج المناظر الطبيعية والهيكل المبنية في تقاليد الكانك.

وكان التخطيط يهدف إلى بناء فريد من نوعه والذي سيكون، كما ذكر المهندس بيانو " رمزا ومركزاً ثقافياً مخصصاً لحضارة الكانك"، وهو المكان الذي سيمثلهم الأجنب الذين سيمرون فيه. وعند المدخل مباشرة يوجد معرض دائم حيث يتم إعطاء الزوار نظرة ثاقبة لثقافة الكانك وعروض تتعلق بتاريخ المجتمع والبيئة الطبيعية. وبلي ذلك مناطق للمعارض المؤقتة والمسرح والقاعة، حيث يمكن أن يجلس 400 شخص، مع توفير مسرح في الهواء الطلق خلف القاعة حيث تقام العروض الثقافية. كما أنها يوجد استوديوهات مخصصة للأنشطة الإبداعية مثل: الرقص والرسم والنحت والموسيقى. وتوجد أيضاً مدرسة للأطفال حيث يتم تعليمهم أشكال الفنون المحلية.

وفي الهياكل التي تشبه الشراع، تشمل قاعات العرض البارزة تضم مكان تجمع تقليدي للقطع الأثرية التي أنشأها فنانون من المنطقة وتحتوي تقريبا على 600 قطعة من الأعمال المعاصرة.

الشكل (6) قطاع لهيكل المركز
/https://heloiselaurindo.blogspot.com

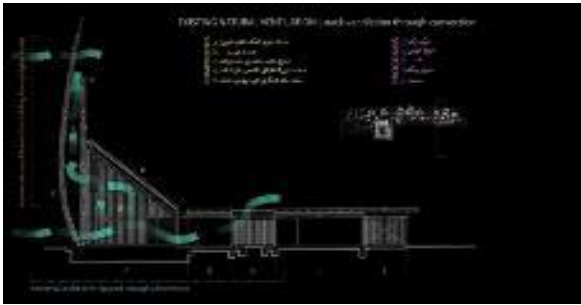


الشكل (14) المناطق الرئيسية في المركز
F1rKB/2u.pw//:https



الشكل (15) الوصول للمركز والمداخل والممرات الموصلة اليه
F1rKB/2u.pw//:https

ثالثاً: آلية عمل المبنى:

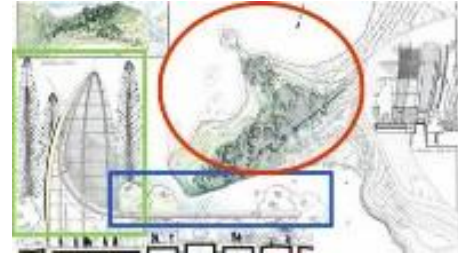


الشكل (16) دراسة حركة الرياح داخل هيكل المبنى

التشكيل الخشبي يمكن المبنى من الغلق والفتح بطريقة ميكانيكية وعلى حسب حركة الرياح وحركة الشمس المحيطة بالمبنى وتبعاً للمجسات الموجودة في هيكل المبنى ليوفر بيئة مناخية مثالية بداخل المبنى حسب الطبيعة المجاورة له.

رابعاً: دراسة حركة الرياح:

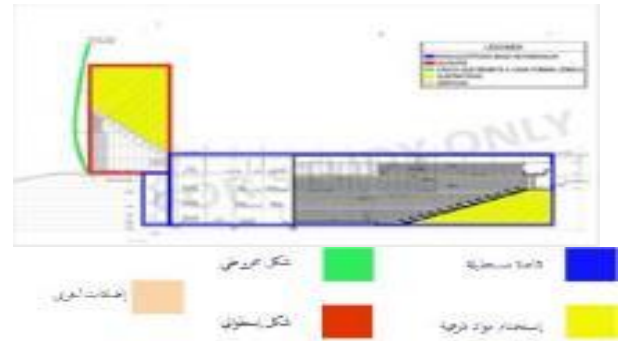
ظهرت المباني مطلة على البحر لتستفيد من نسيم البحر في التهوية الطبيعية والفتحات، لتحكم في هيكل المبنى في الغلق والفتح بطريقة أتوميكيا للتحكم في مسار الهواء.



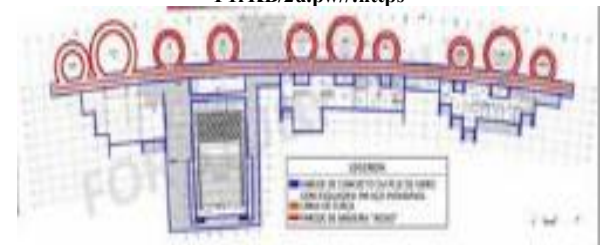
الشكل (10) فتحات التهوية بالمنطقة في الدائرة الحمراء
08mbV/2u.pw//:https



الشكل (11) الأشجار المتواجدة بالمنطقة في الدائرة الخضراء
08mbV/2u.pw//:https

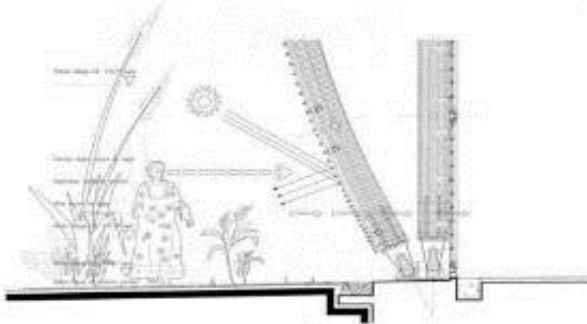


الشكل (12) هيكلية المركز من الخارج
F1rKB/2u.pw//:https



الشكل (13) الخدمات المستخدمة وخط الطاقة في المركز
UUUD0/2u.pw//:https

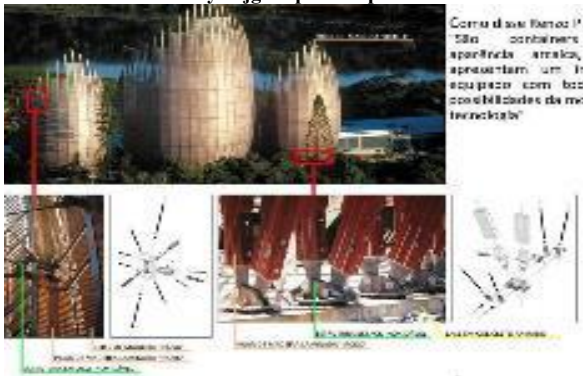
خامسا : صور إنشائية للمبنى مع الشرح:



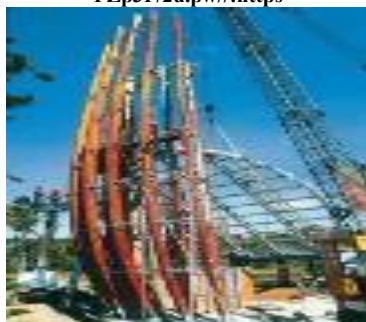
الشكل (20) حركة الهيكل وسقوط أشعة الشمس عليه
yYJg/2u.pw//:https



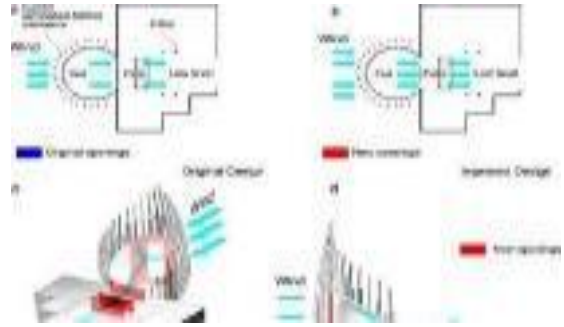
الشكل (21) حركة الهيكل من الأسفل
yYJg/2u.pw//:https



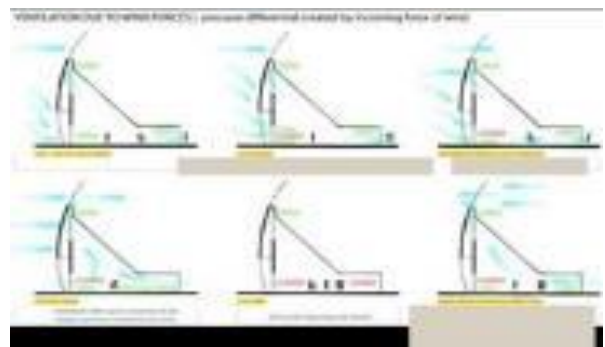
الشكل (22) خامات ومكونات الهيكل الخارجي
PZp3P/2u.pw//:https



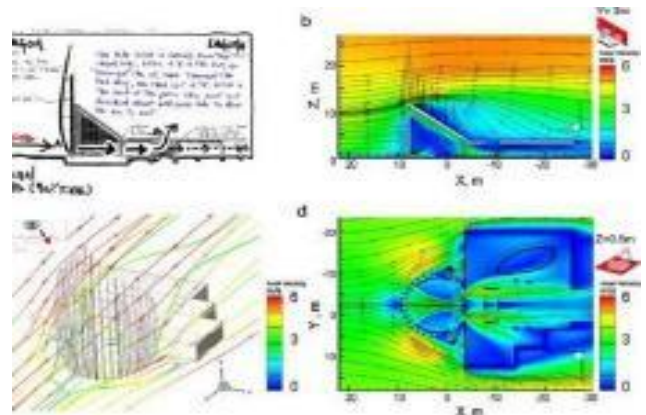
الشكل (23) بناء هيكل المركز الخارجي
G501g/2u.pw//:https



الشكل (17) دراسة حركة الرياح على مدار العام خارج هيكل المبنى
jean-marie-tjibaou-cultural-15/11/2012/wordpress.com.https://pzarch14-center-renzo-piano



الشكل (18) آلية عمل المبنى
KRjI3/2u.pw//:https



الشكل (19) دراسة مسار و شدة الرياح
G501g/2u.pw//:https

والمبنى منفرد في التشكيل الكتلني ليكتسب حرارة المحيطه به، ويمكن التحكم فيها من خلال هيكل المبنى. ويتمتع مناخ المنطقة بالحرار الرطب، ذات كومة تهوية طبيعية وتهوية بسبب شدة ومسار الرياح، والغلاف الخارجي للمبنى يشجع تيارات الحمل الحراري من خلال التوجيه والمباعدة بين الشرائح الخشبية للمبنى. وقد تم زرع الأشجار الكبيرة على طول الشرق والغرب للمبنى كوسيلة "قمع" للرياح في وسط الجزيرة، موزعة كأسلوب ووسيلة من وسائل التبريد السلبي للمبنى.



الشكل (28) الخامة الأساسية المستخدمة في هيكل المبنى
yYJjg/2u.pw//:https



الشكل (29) طريقة تثبيت هيكل المركز
mncdP/2u.pw//:https



الشكل (30) السقف العلوي بعد التغطية
yYJjg/2u.pw//:https



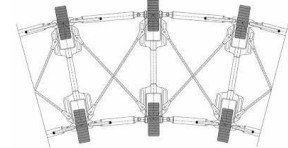
الشكل (31) السقف العلوي قبل التغطية
eVXEy/2u.pw//:https

وتتكون المواد المستخدمة في بناء الهيكل من الخشب الرقائقي والخشب الطبيعي والخرسانة والمرجان والألمنيوم المصبوب والألواح الزجاجية ولحاء الأشجار والفولاذ المقاوم للصدأ.

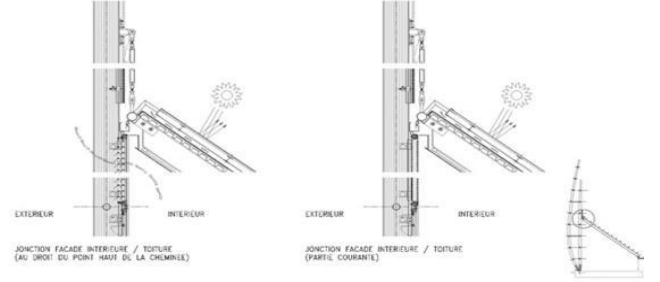
يحتوي المركز على أضلاع أو عصي منحنية عملاقة، وهي مصنوعة من شرائح إبروكو ووصلات فولاذية والتي تعمل كأجهزة للتحكم في المناخ. والأضلاع الخارجية عبارة عن مجموعة منحنية من الشرائح، والتي يتم ربطها بضلع رأسي مستقيم يشكل معاً جزءاً من هيكل المبنى. وقد تم تصميم الألواح بطريقة تظهر القطع الفردية كما لو كانت منسوجة معاً. فالجزء السفلي من الجدار، على شكل عصا مقوسة يتم فتحها وإغلاقها بشكل ترددي تلقائياً عن طريق التحكم في الكمبيوتر الذي يتم معايرته وفقاً لسرعة الرياح. في أسفل الألواح تثبت بكرات حديدية بمسامير وأدوات متخصصة لتعطي مرونة لحركة الألواح في زوايا متعددة. (الشكل 32،33)



الشكل (25) صورة مقربة للوصلة
yYJjg/2u.pw//:https



الشكل (24) الوصلات المستخدمة في هيكل المركز
USuzA/2u.pw//:https



الشكل (26) حركة هيكل المبنى وانعكاس اشعة الشمس عليه
CDqf/2u.pw//:https



الشكل (27) الوصلات المستخدمة بالمبنى
yYJjg/2u.pw//:https



الشكل (28) الهيكل من الداخل بعد عمل التغطيات
G501g/2u.pw//:https



الشكل (34) صورة للهيكل من الداخل
mncdP/2u.pw//:https



الشكل (35) اتصال أجزاء الهيكل مع بعضها
mncdP/2u.pw//:https

- التشكيل الخشبي يمكن أن يفتح ويغلق ميكانيكياً حسب حركة الرياح والشمس و تبعاً للحساسات الموجودة في المبنى يمكنها أن توفر الوضع المناخي الأمثل داخل المبنى حسب الطبيعة المجاورة.
- ظهرت المباني باتجاه البحر للاستفادة من نسيم البحر في التهوية الطبيعية والفتحات لتفتح وتغلق بشكل أوتوماتيكي للتحكم بمسار الهواء.

سادساً: تحليل المبنى من الداخل:



الشكل (36) حوائط المتحف من الدهان
BaVF0/2u.pw//:https

و الأخشاب المستخدمة (ايروكو) على نطاق واسع تم استيرادها من أفريقيا (أصلية في أفريقيا الاستوائية، من سيراليون إلى تنزانيا) و تقرر استخدامها لأنها متينة ومقاومة في الغالب لهجوم الحشرات والفطريات والعفن. وتم تصنيع جميع الإطارات في فرنسا وتم تجميعها في الموقع.
و السقف مصنوع من صفائح الألمنيوم المموج له نظام سقف مزدوج يساهم في التحكم بالظلال، ويسمح نظام السقف المزدوج بمرور الهواء عبر السقف دون رادع من خلال موسم الرياح الموسمية، لتكون الرياح التي تهب على المبنى قوية جداً، ويقاوم السقف المنحني الرياح، كما يسهل دخول الهواء الجيد والمرور مباشرة عبر المساحات الداخلية.



الشكل (32) الخرسانة المستخدمة في المشروع
4jxqb/2u.pw//:https

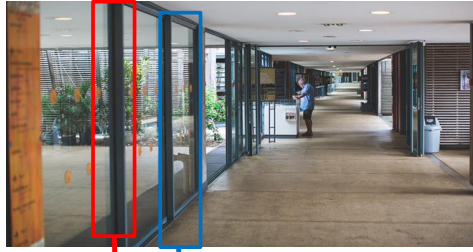


الشكل (33) للعمود المركزي للكوخ التقليدي
yYJg/2u.pw//:https

و تم تحقيق المساحة داخل كل كتلة من خلال التخلص من العمود المركزي، وهو انحراف عن تصميم كوخ كاناك التقليدي في التصميم الدائري لإغلاق المبنى، مع تم تقليل نسبة الارتفاع إلى القطر لإعطاء مساحة أكبر، مما أدى أيضاً إلى تهوية ديناميكية أكبر، كما أكدته اختبارات نفق الرياح.
و تم إعطاء الجزء الخارجي من الأكواخ مظهراً قديماً بينما يحتوي الجزء الداخلي لكل كتلة على مساحة مستطيلة (لإسكان المعارض الدائمة والمؤقتة والمكاتب الإدارية ومساحات الاستوديو)، حيث تتميز جميع وسائل الراحة بالتكنولوجيا الحديثة.

المواد الإضافية المستخدمة في المشروع:

- الألومنيوم والزجاج.
- الخرسانة في الطوابق السفلية غير المرئية لتثبيت المبنى.
- المباني هي عبارة عن هياكل خشبية متصلة مع بعضها بقضبان معدنية بشكل متناغم والسقف والواجهة الجانبية مفتوحة ونفاذة للإضاءة الطبيعية وللتهوية.
- الجدران الداخلية هي عبارة عن طبقتين من (Twin Skin) طبقة من الزجاج وطبقة من الخشب.



الزجاج
الألومنيوم
المعالج المقاوم
للصدأ

الشكل (39) حوائط الممرات من الزجاج والألومنيوم المقاوم للصدأ
[BaVF0/2u.pw://:https](https://BaVF0/2u.pw/)



الشكل (37) حوائط المتحف من الجبس بورد
جيس بورد
[BaVF0/2u.pw://:https](https://BaVF0/2u.pw/)



خشب

الشكل(38) حوائط الممرات من الخشب
[Dmylh/2u.pw://:https](https://Dmylh/2u.pw/)



باركيه خشبي

الشكل (40) أرضية المتحف
[BaVF0/2u.pw://:https](https://BaVF0/2u.pw/)

الجدول (1) يوضح تحليل خامات الحوائط

دهان	جيس بورد	ألومنيوم	الخشب	الزجاج	خامات الحوائط
دهان معالج مقاوم للإنتساخ وبالتالي يحقق الوظيفة التي وضع من أجلها	يحقّق المعايير الوظيفية حيث استخدم الجبس بورد كأرف للعرض وتعليق اللوح في المتحف.	يحقّق الوظيفة التي وضع من أجلها وهو الحفاظ على ثبات الزجاج وتدعيمه لمنع تكسر وتشقّق الزجاج.	التصميم يهدف لدمج الطبيعة الخارجية بالداخلية وتعريف السياح بثقافة السكان المحليين بالتالي الخشب خير من يقوم بهذه الوظيفة	الزجاج يحقق المعايير النفعية التي يهدف التصميم لها من دمج الثقافة بالذكاء كذلك يخدم فكرة الفراغ (مكتبة)	المعايير الوظيفية أو النفعية
أرى بأنه يحقق المعايير الجمالية بشكل جزئي حيث يعتبر مألوف ولكنه في ذات الوقت يغطي العيوب الموجودة في الحوائط	الجبس بورد يحقق المعايير الجمالية حيث يمكن تشكيله وتلوينه بأشكال وألوان عديدة كما أنه يغطي جميع العيوب والتوصيلات الكهربائية الموجودة خلفه	لم يحقق المعيار الجمالي بشكل كافي حيث أن شكله يبدو عاديا ومألوفاً.	الخشب يحقق العنصر الجمالي حيث يحتوي الخشب المستخدم في المشروع على التشعيرات الخشبية المميزة مع تعدد ألوان الخشب وأنواعه	كما نعلم الزجاج من أجمل الخامات التي يمكن استخدامها داخليا وخارجيا كونه يحتوي على عناصر جمالية عدة منها السماح بشفافية عالية للضوء	المعايير الجمالية
كما نعلم أن الدهان يؤثر في المستخدم تبعاً لونه وفي المشروع تم استخدام اللون الأبيض الذي يشعر المستخدم بالراحة والهدوء والنظافة ويساعد على نفاذية الضوء بشكل أكبر (معرض)	كما نعلم أن الجبس بورد يؤثر في المستخدم تبعاً لونه وشكله وفي المشروع تم استخدام اللون الأحمر الذي يشعر المستخدم بنشاط أكبر ودفء مما يناسب النشاط الذي وضع فيه (معرض)	لا يتوفر	الخشب يناسب طبيعة المكان حيث يشعر السكان الأصليين بالقرب النفسي من المكان والراحة فيه وكأنه جزء لا يتجزأ من بيئتهم وليس تصميم دخيل عليهم.	الزجاج يهتم بالجانب الإنساني وراحة مستخدم الفراغ حيث يوفر له إضاءة مناسبة مريحة له بصريا كما أنه يخدم وظيفة الفراغات الداخلية مثل المكتبة والممرات	الاعتبارات الإنسانية

الجدول (2) يوضح المعايير الاقتصادية لخامات الحوائط

دهان	جبس بورد	ألومنيوم	الخشب	الزجاج	خامات الحوائط
الدهان خامة رخيصة جدا وفي متناول الجميع	الجبس بورد خامة رخيصة جدا وفي متناول الجميع	هناك أنواع معينة من الألومنيوم مكلفة نوعا ما ولكن كونه أستخدم داخليا بشكل بسيط وبمساحات محددة لذلك فهو يعتبر مناسب	الخشب غير مكلف إقتصاديا حيث أن مظهره ملائم لبيئة المشروع البسيطة والدافئة وفي ذات الوقت ملائم للتكلفة التشغيلية للمشروع.	الزجاج غير مكلف إقتصاديا حيث يوجد منه أنواع عديدة وأشكال متنوعة يمكن اختيار أحدها لتحقيق الوظيفة المطلوبة للفراغ بتكلفة مناسبة للتكلفة التشغيلية للمشروع	ملائم إقتصاديا للمشروع
كونه دهان معالج فيه تنظيف ذاتي لذلك فهو يحقق عنصر المتانة والتحمل	الجبس بورد لا يتوفر فيه عنصر التحمل والمتانة بشكل كافي حيث يمكن أن يتصدع عند تعرضه لصدمة قوية	الألومنيوم يعتبر خامة قوية تتحمل الصدمات ويوضع إلى جانب خامات أخرى لتدعيمها	الخشب من أكثر الخامات تحملا ومتانة	الزجاج قد لا يتوفر فيه عنصر المتانة بشكل كافي وذلك نظرا لطبيعته الضعيفة القابلة للإتكسار.	عنصر المتانة والتحمل
الدهان لا يحقق عنصر الإستدامة لأنه يعتبر خامة مصنعة	الجبس بورد تعتبر خامة غير مستدامة حيث يتم تصنيعها في مصانع متخصصة لذلك	يعتبر خامة غير مستدامة (غير موجودة طبيعيا) يتم تصنيعها	الخشب من أشهر الخامات المستدامة حيث يعتبر صديقا للبيئة	يعتبر الزجاج خامة غير مستدامة حيث يتم تصنيعه في معامل خاصة.	معامل الإستدامة
الدهان خامة قادرة على التكيف مع جميع البيئات عن طريق تغيير أشكاله وألوانه	الجبس بورد خامة قادرة على التكيف مع جميع البيئات عن طريق تغيير أشكاله وألوانه	غير ملائمة بشكل كبير للبيئة كونها بيئة طبيعية تماما.	ملائم جدا حيث تعرف ثقافة الكانك باستخدام المواد الخشبية.	ملائم جدا حيث يعكس البيئة المحيطة مما يحقق التناغم مابين الداخل والخارج.	ملائمة الخامة للبيئة المحيطة
الدهان كونه يملك خاصية التنظيف الذاتي لذلك فهو ملائم للبيئة	الجبس بورد كونه مقاوم للحرارة والرطوبة لذلك فهو ملائم للبيئة	الألومنيوم المعالج قادر على تحمل أقصى الظروف الجوية بكل صمود	بما أنه أستخدم في الفراغ الداخلي وكونه معالج فهو ملائم جدا لتحمل أقصى الظروف الجوية	الزجاج المستخدم في المشروع زجاج عازل مما يمنع نفاذ الحرارة والرطوبة للفراغ الداخلي.	مراعاة العوامل الجوية

الجدول (3) يوضح تحليل خامات الأرضيات

جرائنيت	أرضية خرسانية	بورسلان مطفي	باركيه	خامات الأرضيات
الجرائنيت الخشن يحقق الوظيفة المطلوبة بالإضافة لشكله المناسب.	يحقق الوظيفة التي وضع من أجلها وهو الشعور بأن المنشأة تتمتع ببساطة كبيرة ولم يتم استخدام التكنولوجيا بشكل مبالغ فيه في الخامات.	البورسلان الخشن يحقق الوظيفة المطلوبة بالإضافة لشكله المناسب.	الباركيه هو عبارة عن أرض خشبية وبالتالي يحقق وظيفته الأساسية وهي ملائمة البيئة المحلية	المعايير الوظيفية أو النفعية
الجرائنيت بألوان نقاط متقاربة من السطح نفسه قد تكون مملة في معظم الأحيان ومألوفة.	أرى بأن الأرضية الخرسانية لا تحقق المعايير الجمالية بشكل كافي حيث أن شكلها اعتيادي ومألوف	البورسلان بتشطيرات بلون ظاهر ومغاير للون السطح الكلي يعطي شعور بلان الأرضية عبارة عن رخام وبالتالي إعطاء جمالية كبيرة	الباركيه اللامع المعالج بمادة من أجمل الأنواع حيث يجمع جمالية الخشب بالمعان والتشطيرات الخشبية الجميلة.	المعايير الجمالية
الجرائنيت أرضية تعتبر مريحة وتحقق الأمن للسباح والسكان الأصليين ووجوده في الممرات يحقق الأمان بمنع الإنزلاق .	يتحقق بوجود الخرسانة الأمن ومنع الإنزلاق بالإضافة لسهولة تنظيفه.	البورسلان أرضية تعتبر مريحة وتحقق الأمن للسباح والسكان الأصليين ووجوده في الممرات يحقق الأمان بمنع الإنزلاق .	الباركيه يحقق القرب النفسي من سكان ثقافة الكانك حيث يعتمدون دائما على الخشبيات وبالتالي شعورهم بالراحة التامة في الفراغ.	الاعتبارات الإنسانية

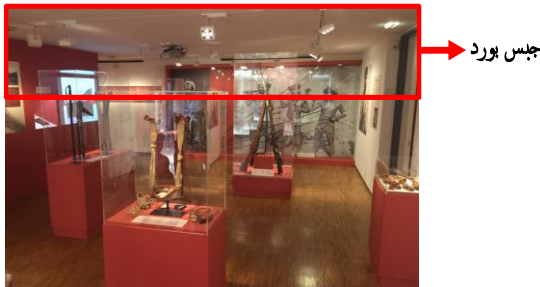
الجدول (4) يوضح المعايير الاقتصادية لخامات الأرضيات

جرائنيت	أرضية خرسانية	بورسلان مطفي	باركيه	خامات الأرضيات
الجرائنيت خامة رخيصة جدا وفي متناول الجميع	الخرسانة المطفي بكافة أنواعه يعتبر نسبيا غير مكلف إقتصاديا للمشروع وهو ملائم للتكلفة التشغيلية للمشروع.	البورسلان المطفي بكافة أنواعه يعتبر نسبيا غير مكلف إقتصاديا للمشروع وهو ملائم للتكلفة التشغيلية للمشروع.	الباركيه المعالج قد يكون مكلف إقتصاديا خصوصا إذا أستخدم بمساحات واسعة.	ملائم إقتصاديا للمشروع

الأرضيات الجرانيت من أقوى وأكثر الخامات تحملا .	الأرضيات الخرسانية من أقوى وأكثر الخامات تحملا .	البورسلان قد لا يكون متين وقوي بشكل كافي حيث أنه قابل للتكسر والتفتت مع الزمن	الباركية خامة قد لا تكون متينة بشكل كبير حيث أنها قابلة للتخدش والتفتت مع الاستخدام الكبير والمتكرر.	عنصر المتانة والتحمل
الجرانيت هي أرضيات طبيعية من حجر الجرانيت وبالتالي فهي خامة مستدامة	يعتبر خامة غير مستدامة (غير موجودة طبيعيا) يتم تصنيعها	البورسلان هي أرضيات مصنعة في مصانع متخصصة وبالتالي هو غير مستدام	يعتبر الباركية خامة مستدامة يتم صنعها من الأخشاب الطبيعية.	معامل الإستدامة
غير ملائمة بشكل كبير للبيئة كونها بيئة طبيعية تماما.	غير ملائمة بشكل كبير للبيئة كونها بيئة طبيعية تماما.	غير ملائمة بشكل كبير للبيئة كونها بيئة طبيعية تماما.	كونه يعكس الخامات الخارجية الموجودة في الطبيعة فهو ملائم للبيئة	ملائمة الخامات للبيئة المحيطة
الجرانيت قادرة على تحمل أقصى الظروف الجوية.	الخرسانة قادرة على تحمل أقصى الظروف الجوية.	بما أنه أستخدم في الفراغ الداخلي وكونه معالج جدا لتحمل أقصى الظروف الجوية	بما أنه معالج بشكل كافي لمواجهة الرطوبة والحرارة ومقاومة التعفن والحشرات فهو مراعي للعوامل	مراعاة العوامل الجوية



الشكل (44) سقف المعرض
UhS2z/2u.pw//:https



الشكل (45) سقف المتحف
BaVF0/2u.pw//:https



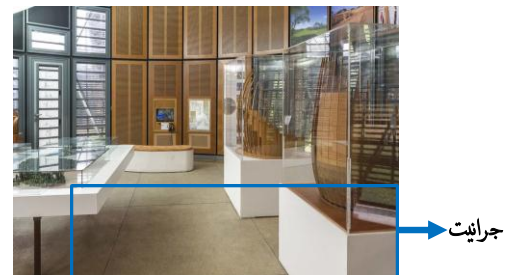
الشكل (46) سقف أحد فراغات المركز
UhS2z/2u.pw//:https



الشكل (41) أرضية الممر
Dmylh/2u.pw//:https



الشكل (42) أرضية الممر
BaVF0/2u.pw//:https



الشكل (43) أرضية المعرض
UhS2z/2u.pw//:https

الجدول (5) يوضح تحليل خامات الأسقف

خامات الأسقف	الخشب	جبس بورد	خرسانة الخضراء
المعايير الوظيفية أو النفعية	تم استخدام ألواح خشبية أفقية ورأسية وظيفتها تشعير المستخدم بالدفء وأنه في بيئته الطبيعية الذي اعتاد عليها.	الجبس يحقق الوظيفة التي وضع من أجلها وهو تشكيله بحرية وعمل تشكيلات جديدة للسقف.	الخرسانة تحقق الوظيفة التي وضعت من أجلها وهي القوة ومقاومة الحشرات المنتشرة في هذه البيئة.
المعايير الجمالية	الخشب من أجمل الخامات التي يتم استخدامها في التصميم الداخلي مع تنوع ألوانه وأنواعه.	الجبس بورد يحقق المعايير الجمالية حيث يمكن تشكيله وتلوينه بأشكال وألوان عديدة كما أنه يغطي جميع العيوب والتوصيلات الكهربائية الموجودة في السقف.	أرى بأن الخرسانة استخدمت بشكلها التقليدي مما لا يضيف أي معايير جمالية للفراغ الداخلي.
الاعتبارات الإنسانية	يناسب طبيعة المكان حيث يشعر السكان الأصليين بالقرب النفسي من المكان والراحة خصوصا أن الخشب تم استخدامه بطريقة بسيطة غير مكلفة.	تم استخدام اللون الأبيض المعالج بهان ذاتي التنظيف مما يحافظ على النظافة العامة للسقف بالإضافة لتأثيرات سيكولوجية مثل الشعور بالإنعاش والراحة والنظافة والهدوء.	تحقيق الأمان للفراغ كون الخرسانة غير قابلة للتكسر والسقوط مثل الزجاج.

الجدول (6) يوضح المعايير الاقتصادية لخامات الأسقف

خامات الأسقف	الخشب	جبس بورد	الخرسانة الخضراء
ملائم اقتصاديا للمشروع	الخشب بكافة أنواعه يعتبر نسبيا غير مكلف اقتصاديا للمشروع وهو ملائم للتكلفة التشغيلية للمشروع.	الجبس بورد خامة رخيصة جدا وفي متناول الجميع.	الخرسانة خامة رخيصة جدا وفي متناول الجميع.
عنصر المتانة والتحمل	الخشب من أكثر الخامات تحملا ومتانة.	الجبس بورد لا يتوفر فيه عنصر التحمل والمتانة بشكل كافي حيث يمكن أن يتصدع خصوصا في السقف قد يكون خطر أحيانا.	من المعلوم أن الخرسانة هي أكثر خامة تمتلك عنصر المتانة والتحمل بدرجة عالية كما أن الخرسانة الخضراء أكثر متانة.
معامل الاستدامة	الخشب من أشهر الخامات المستدامة حيث يعتبر صديقا للبيئة.	الجبس بورد تعتبر خامة غير مستدامة حيث يتم تصنيعها في مصانع متخصصة لذلك.	الخرسانة الخضراء يتم تصنيعها بمواد صديقة للبيئة وتهدف لتقليل الطاقة المهدرة أثناء الإنتاج.
ملائمة الخامات للبيئة المحيطة	كون السكان الأصليين يعتمدون على بناء سقف الأكواخ بالخشب فهو ملائم جدا حيث تعرف ثقافة الكاناك باستخدام المواد الخشبية.	الجبس بورد خامة قادرة على التكيف مع جميع البيئات عن طريق تغيير أشكاله وألوانه.	بما أن السكان الأصليين يستخدمون مواد طبيعية وخرسانة مكوناتها في الأصل موجودة في البيئة.
مراعاة العوامل الجوية	بما أنه استخدم في الفراغ الداخلي وكونه معالج فهو ملائم جدا لتحمل أقسى الظروف الجوية.	الجبس بورد كونه مقاوم للحرارة والرطوبة لذلك فهو ملائم للبيئة.	الخرسانة من أكثر الخامات التي تتحمل أقسى الظروف الجوية.

سابعاً: تحليل المبنى من الخارج:

الشكل (48) المبنى من الخارج
yc5zd/2u.pw//:httpsالشكل (47) المبنى من الخارج
yc5zd/2u.pw//:https



الشكل (50) الهيكل من الخارج الشكل (51) الهيكل من الخارج
<https://designs.vnrLeRG/zu.pw//:https>

الشكل (49) المبنى من الخارج
72leU/zu.pw//:https

الجدول (7) يوضح تحليل خامات اللاند سكيب

خامات اللاند سكيب	الزجاج	خشب أيروكو	ألومنيوم	الخرسانة	الفولاذ
المعايير الوظيفية أو النفسية	الزجاج يحقق المعايير النفسية التي يهدف التصميم لها من دمج الثقافة بالذكاء كذلك يخدم فكرة المبنى وكونه عازل فهو يحقق العزل الكافي.	يحقق الوظيفة التي وضع من أجلها وهو المتانة ومقاومة الحشرات والعفن لذلك تم اختيار هذا النوع من الخشب بالتحديد.	يحقق الوظيفة التي وضع من أجلها وهو الحفاظ على نباتات الزجاج وتدعيمه لمنع تكسر وتشقق الزجاج.	استخدمت الخرسانة في واجهة الأسطح الخارجية في الجزء السفلي من المبنى لجعل المبنى أكثر قوة من الأسفل وتدعيمه	الفولاذ يضيف القوة الكبيرة للمبنى بالإضافة لإضفاء التماسك والدعم للهيكل الخارجي وبالتالي توفرت الوظيفة المطلوبة.
المعايير الجمالية	كما نعلم الزجاج من أجمل الخامات التي يمكن استخدامها وخارجيا كونه يحتوي على عناصر جمالية عدة منها السماح بنفادية عالية للضوء	الخشب يحقق العنصر الجمالي حيث يحتوي الخشب المستخدم في المشروع على التشعيرات الخشبية المميزة مع تعدد ألوان الخشب وأنواعه	لم يحقق المعيار الجمالي بشكل كافي حيث أن شكله يبدو عاديا ومألوفا.	أرى بأن الخرسانة استخدمت بشكلها التقليدي مما لا يضيف أي معايير جمالية للواجهة الخارجية.	لا يحقق المعايير الجمالية
الاعتبارات الإنسانية	الزجاج المعالج العاكس والعازل خارجيا يخدم مستخدمين المبني من ناحية توفير عزل كافي وبالتالي راحة المستخدمين.	الخشب يناسب طبيعة المكان حيث يشعر السكان الأصليين بالقرب النفسي من المكان والراحة فيه وكأنه جزء لا يتجزأ من بيئتهم وليس تصميم دخيل عليهم.	يحقق الدعم الكافي للزجاج وبالتالي تحقيق الأمن لمنع الواجهة الرئيسية من التخلخل والضعف	تحقيق الأمان للمبنى كون الخرسانة غير قابلة للتكسر والسقوط مثل الزجاج.	بما أنه يضيف القوة والتماسك للهيكل الخارجي فهو يحقق أحد أهم الاعتبارات الإنسانية وهي توفير الأمان لمستخدمين المبنى.

خامات اللاند سكيب	الزجاج	خشب أيروكو	ألومنيوم	الخرسانة	الفولاذ
ملائم إقتصاديا للمشروع	الزجاج غير مكلف إقتصاديا حيث يوجد منه أنواع عديدة وأشكال متنوعة يمكن اختيار أحدها لتحقيق الوظيفة المطلوبة للواجهة بتكلفة مناسبة للتكلفة التشغيلية للمشروع	الخشب غير مكلف إقتصاديا حيث أن مظهره ملائم لبيئة المشروع البسيطة والدافئة وفي ذات الوقت ملائم للتكلفة التشغيلية للمشروع.	هناك أنواع معينة من الألومنيوم مكلفة نوعا ما ولكن كونه أستخدم بشكل واسع وكبير خارجيا فهو مكلف	الخرسانة بكافة أنواعه يعتبر نسبيا غير مكلف إقتصاديا للمشروع وهو ملائم للتكلفة التشغيلية للمشروع.	الفولاذ يعتبر غالبا جدا بسبب تكلفته الكبيرة في التصنيع والنقل والتركيب
عنصر المتانة والتحمل	تم استخدام زجاج قوي عبارة عن طبقتين مناسبة للإستخدام الخارجي	الخشب من أكثر الخامات تحملا ومتانة	الألومنيوم يعتبر خامة قوية تتحمل الصدمات ويوضع إلى جانب خامات أخرى لتدعيمها	الخرسانة من أقوى وأكثر الخامات تحملا.	الفولاذ أقوى وأكثر الخامات تحملا
معامل الإستدامة	يعتبر الزجاج خامة غير مستدامة حيث يتم تصنيعه في معامل خاصة.	الخشب من أشهر الخامات المستدامة حيث يعتبر صديقا للبيئة	يعتبر خامة غير مستدامة (غير موجودة طبيعيا) يتم تصنيعها	يعتبر خامة غير مستدامة (غير موجودة طبيعيا) يتم تصنيعها	الفولاذ خامة غير مستدامة كونه يتم تصنيعها في مصانع خاصة والطاقت المههرة أثناء تصنيعه كبيرة

غير ملائمة بشكل كبير للبيئة كونها بيئة طبيعية تماما.	غير ملائمة بشكل كبير للبيئة كونها بيئة طبيعية تماما.	غير ملائمة بشكل كبير للبيئة كونها بيئة طبيعية تماما.	ملائم جدا حيث تعرف ثقافة الكاناك بإستخدام المواد الخشبية.	ملائم جدا حيث يعكس البيئة المحيطة مما يحقق التناغم ما بين الداخل والخارج.	ملائمة الخامة للبيئة المحيطة
الفولاذ المعالج من أكثر الخامات تحملا لأقصى الظروف الجوية دون أدنى تأثر	الخرسانة قادرة على تحمل أقصى الظروف الجوية.	الألومنيوم المعالج قادر على تحمل أقصى الظروف الجوية بكل صمود	بما أنه نوع مميز من الخشب تم إختياره بعناية لقوته ومتانته	الزجاج المستخدم في المشروع زجاج عازل مما يمنع نفاذ الحرارة والرطوبة للفرغ الداخلي.	مراعاة العوامل الجوية

النموذج الثاني:

مركز الملك عبد العزيز الثقافي العالمي (إثراء):

أولا: معلومات المركز:

المصمم: صمم المركز من قبل شركة «سنوهيتا»، وهي شركة معمارية نرويجية عالمية شهيرة، حصلت على مقابلة التصميم بعد فوزها بها من خلال مسابقة دولية شاركت فيها كبريات شركات التصميم السعودية والعالمية.



الشكل (52) موقع إثراء

<https://www.tgacom.work/en>

الشكل (53) أقسام مركز إثراء

<https://www.tgacom.work/en>

المكان: يقع على نفس الموقع الذي اكتشف فيه بئر الخير أول ينبوع للنفط في المملكة العربية السعودية بمدينة الظهران.

هدف المركز: تماشياً مع رؤية السعودية 2030 يدعم إثراء تحول المملكة وتعزيز الاقتصاد القائم على المعرفة.

وأيضا من أهم أهداف مركز الملك عبد العزيز الثقافي ما يلي:

- تنمية مجتمع المعرفة (الأثر الاجتماعي).
- خلق فرص اقتصادية (الأثر الاقتصادي).
- إيجاد مساحة للتفكير العملي والإبداعي ويكون منصة للباحثين عن المعرفة.
- إتقان الفكر النقدي وتعلم مهارات جديدة والتواصل مع أفراد ذوي عقول متشابهة.

- التواصل المجتمعي بين أنحاء المجتمع.
- التشجيع على الابتكار والإبداع في كل برامجها وعروضها.

مكونات المشروع: يتكون المشروع من:

برج المعرفة: يضم برج المعرفة قاعات يعقد بها 1000 ورشة عمل سنويا في العلوم والتقنية والهندسة والرياضيات.

القاعة الكبرى: تتكون القاعة من مساحات كبيرة خالية من الأعمدة تتسع لأكثر من 2000 شخص، والتي تحيط بجدرانها شاشات تلفزيونية ضخمة.

السينما: تضم سينما مركز إثراء أكثر من 300 مقعداً.

المسرح: يضم 900 مقعد ومساحة عشرة ألف متر مربع.

المتحف: يحتوي على 4 معارض فنية والعديد من صالات العرض للفن المعاصر والحديث.

معروض الأرشيف: يعرض الأرشيف قصة (أرامكو

السعودي) من خلال عرض البدايات الأولى للشركة مروراً

بنجاحاتها المبكرة وصولاً لحاضرها الزاهر اليوم.

معروض الطاقة: بمسافة لا تزيد عن 200 متر من مركز الملك عبدالعزيز الثقافي العالمي، يقع معروض الطاقة (الذي كان يعرف سابقاً بـمعروض أرامكو) ويوفر

المعرض للزائر فرصة لعيش تجربة فريدة مع قصة صناعة النفط في المملكة

المكتبة: تحتوي على أكثر من 250 ألف كتاب باللغتين العربية والإنجليزية ما بين مطبوع ورقمي.

مختبر الأفكار: مساحة للإبداع وخلق الأفكار الجديدة وتحويلها إلى نماذج ومنتجات قابلة للتسويق.

متحف الطفل: مخصص للأطفال حتى سن 12، والأول من نوعه

في المملكة.

معلومات المشروع: مركز ثقافي عالمي وضع حجر الأساس له الملك عبد الله في عام 2008م، وافتتحه الملك سلمان في عام 2016م، وهو منبر إبداعي ثقافي يهدف إلى إلهام رواده من المملكة وأحاء العالم في مجالات الإبداع والمعرفة والابتكار.

كما أنه يعتبر مبنى يلبي المعايير البيئية الذهبية لشهادة LEED، وهي الريادة في الطاقة والتصميم البيئي.

معلومات الأرض والبناء:

المساحة: 45,000 متر مربع

المالك: أرامكو السعودية

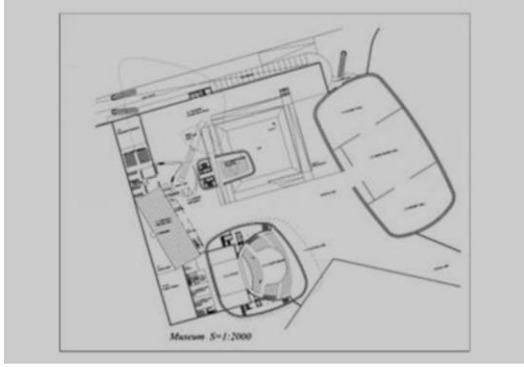
التكلفة: 1,6 مليار ريال

ثانياً: تحليل الرسومات والمخططات المعمارية وتحليل الموقع:

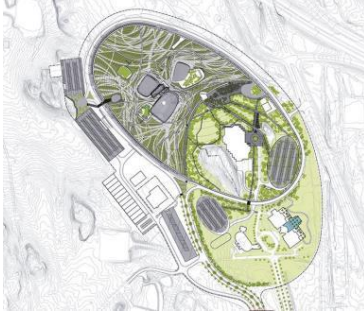
استلهمت الفكرة المعمارية لمركز الملك عبد العزيز للإثراء المعرفي من مبدأ أصيل في الثقافة السعودية؛ يتمثل في أننا لا نستطيع أن نبني أي مستقبل بدون تراثنا الحضاري، وسيتألف المبنى من ما يشبه مجموعة من الصخور العملاقة تنبثق من بطن الأرض – أي من الماضي – مرتفعة إلى عنان السماء – أي إلى المستقبل. وترمز الأحجام والأشكال المختلفة لهذه الصخور، والطريقة التي يستند بعضها بها إلى بعض، إلى جوانب التشابه والتنوع و الترابط التي تربط شعب المملكة بسائر شعوب العالم، أما الصخور : فلو حللنا كلمة بترول في اللغة الإنجليزية، لوجدناها



الشكل (57) اللاند سكيب
وطبوغرافية الأرض المحيطة
<https://www.ft.com/myft>



الشكل (58) مسقط أفقي دور متكرر لمركز إثراء
<https://www.ft.com/myft>

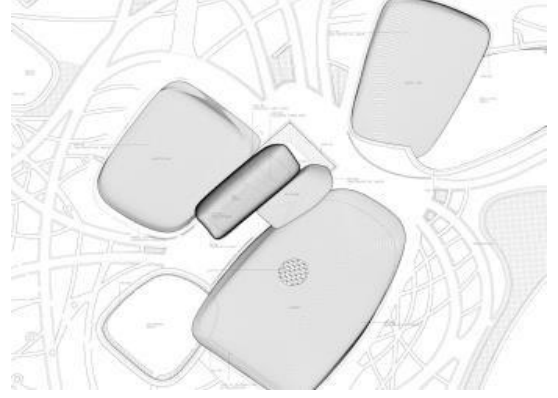


الشكل (59) مسقط أفقي للاند سكيب
<https://cleverbuildings.wordpress.com>

و صممت الواجهة في حالة معمارية فريدة، مكونة من 70 ألف أنبوب فولاذي تم اختبارها وتركيبها من قبل شركة "سيل" الألمانية المتخصصة في تصميم وبناء الواجهات ومغلفات المباني، و صممت لتتألق وتلمع في ضوء الشمس كقطع الحصى الناصعة، كما كانت أنابيب الفولاذ المقاوم للصدأ بتصاميم منحنية تغطي مساحة إجمالية تبلغ 30.260 متر مربع.

تقوم مباني إثراء على مساحة 80 ألف متر مربع، مغطاة بمرافق المركز وأقسامه التي تشمل مكتبة مكونة من 4 طوابق، وبرج المعرفة المكون من 18 طابقاً، ومختبر الأفكار المكون من 3 طوابق، ومعرض الطاقة، إلى جانب متحف يضم 4 صالات عرض، والسينما التي تحتوي على 315 مقعداً، والمسرح له 900 الأرشيف مقعد، والقاعة الكبرى بمساحة 1500 متر مربع، أيضاً ومتحف الطفل.

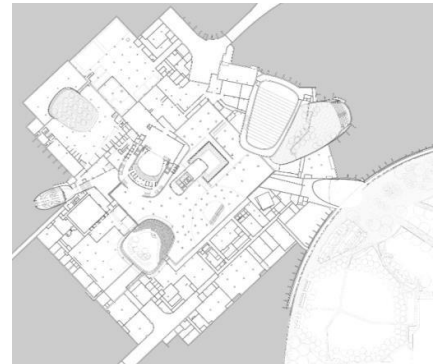
مركبة من كلمتين، أهمهما كلمة (بتراء)، وتعني: الصخر وهو ما يجب حفره لنصل إلى النفط.
كما أن الصخور المترابطة جنباً إلى جنب، ترمز كل واحدة منهم إلى فترة زمنية معينة: الماضي، والمستقبل، والحاضر؛ في إشارة من شركة أرامكو إلى ضرورة آليات التطور وتأثير ذلك على التوجهات الفكرية.



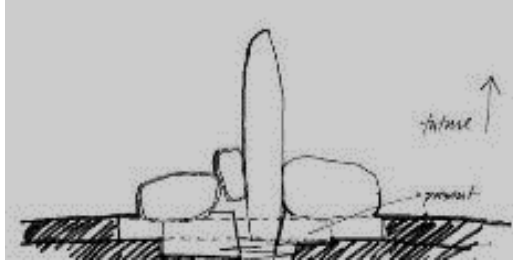
الشكل (54) المسقط الأفقي للمبنى من الخارج
<https://www.ft.com/myft>



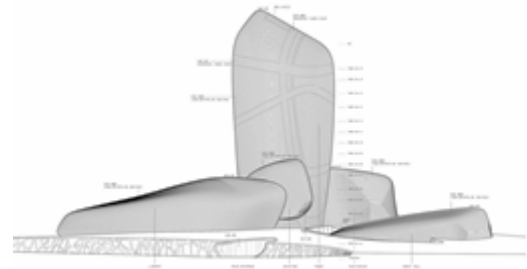
الشكل (55) المسقط الأفقي لمركز إثراء من الخارج
<https://www.ft.com/myft>



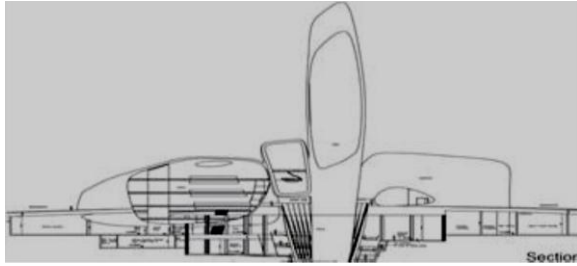
الشكل (56) مسقط أفقي دور أرضي لمركز إثراء
<https://www.ft.com/myft>



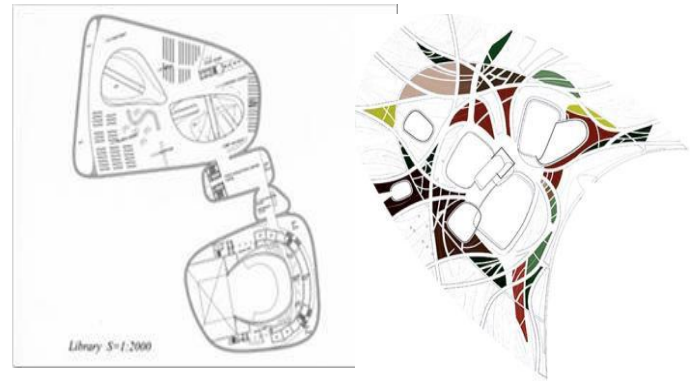
الشكل (64) اسكتش مبني للمبنى
<https://www.ithra.com/ar>



الشكل (60) لتوضيح الواجهة الخارجية للمبنى
<https://arquitecturaviva.com/en>



الشكل (65) قطاع خارجي لتوضيح الاشكال المستديرة للمباني
<https://www.youtube.com/watch?v=PU1yeqWVAu4>



الصورة (61) رسم ملون لتوضيح مديول اللاند سكيب
الصورة (62) مسقط أفقي للدور العلوي
<https://www.youtube.com/watch?v=PU1yeqWVAu4>

ثالثا: وصف مسار الحركة داخل إثراء وأبرز الخامات المستخدمة:

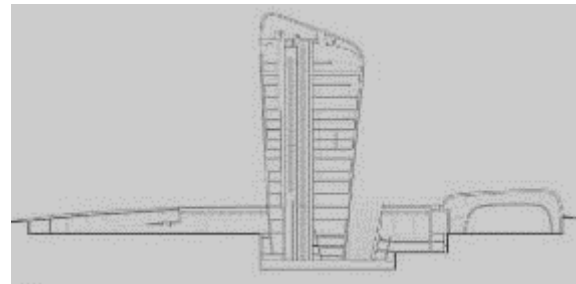
يقود المدخل الرئيسي للمبنى والذي يقوم بتوجيه الزوار - بعد الحرارة الشديدة في الخارج - بشكل هادئ باتجاه واحد نحو ممر منحد برفق إلى الفناء، إذ تلتقي "الصخور الخمس" للمباني في مساحة واسعة غير منتظمة ومليئة بالحركة ليمتلوا "قريبة من الأنشطة الثقافية والفنية".

و يتابع الزوار جبهة ذهابًا ليمروا ضمن نقاط الدخول إلى "الحصى" لتحاكي الخطوط الداكنة البلاط تحت الأقدام والخطوط الساطعة للإضاءة العليا نقوش المسطحات الملحقة في الصحراء العربية والتي تعرف باسم "السبخات". و يتدفق الضوء على البلازا من جهة واحدة، من خلال الحائط الزجاجي المفتوح، لتسهيل الحركة عبر المبنى بشكل أفقي، فقد صممت تسلسلاً زمنيًا عموديًا، من الماضي إلى الحاضر والمستقبل.



الشكل (66) أحد فراغات مبنى إثراء
<https://www.ithra.com/ar>

وفي الثلاث طوابق تحت الفناء، توجد ساحة مغلقة، ذات نافورة مياه، ويسمى المركز المخفي من المبنى "المصدر"، وهو رمز عن بئر النفط، "بئر الدمام". ويتجلى مزيد من الفن في: "نوع الضياء" وهي منحوتة ضخمة للفنان الإيطالي جيوسيبي بينوني، ليحاكي هيكلها الفولاذي البرونزي الأشجار، وترتفع 30 مترًا نحو الأعلى.



الشكل (63) قطاع خارجي لتوضيح 18 طابق
<https://www.arrajol.com>

تم تصميم المبنى الذي يظهر بشكل فولاذي، تم تجميع كل قطعه منها على حدة، فالماضي له نطاق من الأدوار التي صممت تحت مستوى الأرض، و الحاضر ايضا تجسده الأدوار التي هي بمستوى السطح، أما الأدوار التي تأتي في الأعلى فهي تمهد لما هو آت في المستقبل.

ويرتكز التصميم على برج بارتفاع 112 مترًا، ذي حجم ضخم غير منتظم، يبدو وكأنه بلا نوافذ، مصنوع من الفولاذ ذي الحواف المنحنية، مخطط وغامض، كأنه حجر وضع رأسياً هنا ليحدد مكاناً هاماً، لتحيط به ثلاثة أشكال مستديرة منخفضة وأنيقة، تشبه الصخور التي نحتتها الرياح. وبين البرج وأحد المجسمات المحيطة به يترأى بناء صغير، لامع، ومنحني على شكل صخرة ساقطة وعالقة في الوادي، وهو البناء الوحيد الذي يمتلك نافذة واضحة.



الشكل (70) المسرح
kfrOQ/2u.pw//:https

لتظهر جدران وسقف المكتبة كسوة تشبه جلد السمك اللامع، من خلال الأطباق الخماسية المتداخلة، والمصنوعة من الفولاذ المجلفن، بجانب تأثيرها البصري، وتعمل على تعمق صدى الصوت.
تمت تغطية القاعة الكبرى من الداخل بارتفاع 14 مترًا ومساحة 1,500 متر مربع، بصفائح متقوسة من النحاس المثقّب والمضاء من الخلف، ليخلق تأثيرًا إيجابيًا يشبه تأثير القبة السماوية.



الشكل (72) المسرح
https://www.almrsl.co

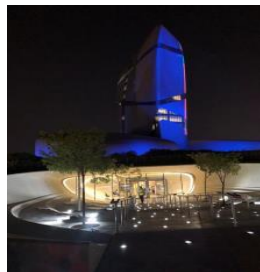
الشكل (71) السينما والكراسي الملونة
/https://alqhat.com/beta

تمتلك المساحات الاستعراضية - بما فيها السينما والمسرح - جدرانًا من ألياف صوتية ممدودة ومثبتة فوق ألواح عازلة للصوت.
بالإضافة لاستخدام كراسي ملونة لإضفاء جو من المتعة البصرية للسينما، كما تم وضع إضاءة بطريقتين انسيابيتين ومنحنية في سقف السينما استعمالًا لمبدأ المرح وإضفاء جو مميز للمكان والأرضيات
و تم مراعاة استخدام موكيت في السينما والمسرح وذلك للحصول على عزل كافي للصوت والتقليل من الصدى.

كسوة المبنى الخارجية، من فكرة "سنوهيتا" ذات أسطح معكوسة لكل الصخور، و قد قام فريق إدارة مشاريع أرامكو بدعم المبنى بمغلف من الأنابيب الفولاذية، ل تضم 93,403 أنبوباً بطول أكثر من 360 كيلومتراً تم مدها واحداً بعد الآخر، و قطر كل أنبوب 76.1 ملم، وهو مصنوع من فولاذ رقيق جداً من خامة الدوبلكس، واحد من أفسى أنواع الفولاذ غير القابل للصدأ.. بسماكة 2 ملم هذه الأنابيب موضوعة ببعدها 10 ملم في كسوة المبنى ومقاومة للعوامل الجوية. كل أنبوب مطوي في بعدين تماماً عن بعضها بعضاً، ومرتبطة بدبابيس من التيتانيوم، يتناسب مع الانحناء المثبت فيه، ومشفر بحيث يتناسب مع مكانه المحدد دون أي مكان آخر.



الشكل (74) صورة خارجية لمدخل اثرء
https://riyadhkey.com



الشكل (73) الباحث



الشكل (67) يوضح الطوابق وعلاقتها المصعد المتحرك
sFrHW/2u.pw//:https

و عند توجه الزوار للأعلى، وصعودهم نحو الطابق الثالث على مصعد متحرك بطول 26 مترًا إلى تلك المكتبة الأثرية المليئة بالضوء، و تتوجه المصاعد أعلى من ذلك باتجاه مختبر الأفكار، حيث لا يتوقف عصف الأفكار الابتكارية، وأبعد من ذلك لتصل إلى برج المعرفة، الذي يستضيف دروسًا متقدمة، وورش عمل تعليمية، تحفز المهارات والمشاركة الإبداعية.

و استعملت في جدران القاعة تقنية قديمة معروفة باسم التربة المدكوكة (rammed earth) حيث يتم ضغط التربة المبللة والممزوجة مع الحصى أو الطين، لتشكيل أحجار بناء.

وهي موجودة في جميع أنحاء العالم، ومن ضمنها أبنية الطوب، و ما قبل الحداثة في السعودية، والتي اكتسبت شهرة حديثة بسبب استدامتها وسلامتها البيئية، وقد أعاد المبنى إحياء وصفة التربة المدكوكة الأصلية - واستعرضها بالمسرح الجدران والأسقف المتموجة للمكتبة، كلها مغطاة بلون أبيض لامع (كوريان) وهو مركب الإكريليك أملس.



الشكل (68) خامة أسقف المبنى من الإكريليك
/https://www.ithra.com/ar



الشكل (69) القاعة الكبرى
https://www.alarabiya.net



الشكل (81) صورة خارجية لغللاف المبنى لتوضيح الطبقتين الرئيسيتان
<https://www.ft.com>

كانت أنشطة بناء هذا المشروع موجودة في خمس مهام رئيسية:

- 1 - تجسيد النموذج ثلاثي الأبعاد.
- 2 إدارة البيانات.
- 3 تنسيق التصنيع.
- 4 المناولة الدقيقة.
- 5 الأتمتة الآلية

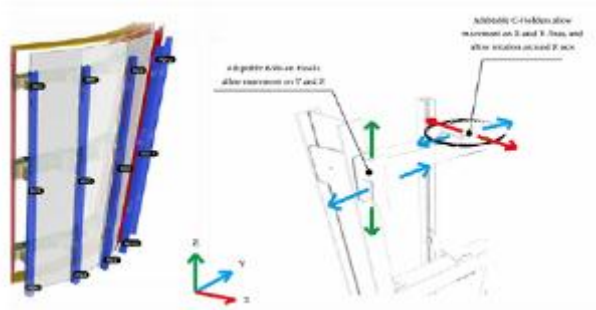
كانت هذه مهام صعبة، لأنها كانت جميعها جديدة وغير معروفة. واجهت مشاكل جديدة لم تكن لها سوابق معروفة من قبل.

و كان أحد تلك التحديات التي واجهتها هو النموذج الرقمي النموذجي بسيطاً على برنامج CAD،

ولكن نظراً لتعقيد غلاف المبنى، تطلب البناء تحويل هذا النموذج إلى نموذج على برنامج (BIM) (تمنجة معلومات البناء).

و يحتوي النموذج ثلاثي الأبعاد على جميع العناصر المشفرة باللون والوظيفة. لكن لم تكن ذات معلومات كافية لتعرف على العناصر والتسمية وتصنيفها بطريقة واضحة حتى يمكن التمكن من استخراج بيانات أكثر تحديداً فيما يتعلق بالبناء القطع.

لبيتم تطوير استراتيجية معالجة هذه المشكلة، باستخدام مزيجاً من Grasshopper، وهو محرر نصوص خوارزمية مرئية لـ 3D Rhino ونصوص Python المخصصة. كانت هذه الأدوات هي المولدات الرئيسية للوصول إلى معظم الحلول.



الشكل (82) نموذج ثلاثي أبعاد للهيكل الخارجي
<https://www.ft.com>

و تم توجيه وفهرسة العناصر المختلفة لأغراض التركيب في المرحلة الثانية، لاستخراج النقاط المرجعية لتحديد الأطر، ومسامير التثبيت، ونقاط وحدة الربط بالأرض ونقطة تعليق عناصر التظليل للخارج.

و هناك المنات من هذه النقاط لكل عنصر، لذلك تمت أتمتة عملية العثور على النقاط المرجعية بشكل تلقائي، وطلبها وفهرستها بطريقة فعالة ومنطقية و أكثر سهولة وسرعة وكفاءة. و أصبح المبنى نموذج ثلاثي الأبعاد نموذجاً متكاملاً تماماً BIM، مليئاً بالبيانات المفيدة للتحويل وإعادة الاستخدام والتشغيل البيئي.

- جزء منحنى من الواجهة

أثناء تصنيع بقية العناصر، نتج بعض العناصر بواسطة نوع خاص من الآلات، وهي



الشكل (75) السقف المصنوع من الأنابيب الفولاذية الشكل (76) الهيكل الخارجي للمبنى
<https://skyscraperpage.com/> <https://www.dezeen.com>



الشكل (77) صورة جوية لإثراء الشكل (78) صورة ليلية خارجية
<https://www.emaratalyom.com> <https://riyadhkey.com>

كانت هناك تحديات هندسية في تصميم الأنابيب، في طي كل واحد منها بدقة شديدة، تحديات مخيفة، فلم تجربت مسبقاً واجهت بهذا الشكل.

لذلك بنت شركة المقاوله الألمانية (Seele Gmb) آلة ذاتية التعلم وصممت برنامجاً مخصصاً لهذه المهمة كما كان على البرنامج أن يأخذ بعين الاعتبار عامل ارتداد الفولاذ، وكذلك كان يجب للأنابيب التي ستمتد عبر نوافذ المبنى أن تكون بسماكة 12 ملم تماماً مما يسمح للضوء بالدخول. مبنى إثراء" يحرف الضوء أكثر مما يعزز ه"، فنجد بعد المغرب كل مساء، يتدفق ضوء أكثر من 150 وحدة من الأضواء الكاشفة الموجودة على مستوى الأرض، لتغطي هذه البنية الخارجية للمبنى بطبقات مبرجة عبر الحاسوب من الصور والأشكال والألوان.

رابعاً : صور إنشائية للمبنى مع الشرح:

- نظام كسوة مفصل

يتكون غلاف المبنى بشكل أساسي من طبقتين، الهيكل والمغلف نفسه، الهيكل مصنوع من أرضيات وأعمدة خرسانية نموذجية و هيكل فولاذية مخصصة على نطاق واسع لدعم الأسطح والجدران ذات الشكل الحر. ويتكون الغلاف من عنصرين رئيسيين، طبقة معزولة ضيقة ملفوفة بعناصر تظليل الشمس، مثل: (الغطاء)، وحجاب لحماية الداخل من المناخ الخارجي القاسي



الشكل (79) الهيكل الفولاذي للمبنى الشكل (80) المبنى مرحلة الإنشاء
<https://www.ft.com/> <https://www.ft.com>

سادسا: تحليل المبنى من الداخل :



الشكل (86) الجدران المثقبة
https://arabsstock.com/ar



الشكل (85) جدران المكتبة
/https://www.propertyfinder.sa



الشكل (88) جدران الممرات
https://www.sayidaty.net



الشكل (87) ممر الزجاج
https://www.propertyfinder.sa



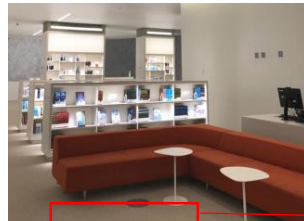
الشكل (88) جدران المتحف
https://www.sayidaty.net



الشكل (89) جدران المتحف
/https://www.savidaty.net



الشكل (91) أرضيات الممرات
/http://www.raiaam.com



الشكل (90) أرضيات الموكيت
/http://www.raiaam.com



الشكل (93) أرضيات أحد معارض إثناء
/https://ol.om



الشكل (92) أرضيات المكتبة
https://asharq.com

آلات الطي أو آلات الانحناء. اعتماداً على العنصر، تم استخدام الآلة المناسبة لإنتاج الشكل المطلوب. تتطلب عملية الانحناء نوعاً خاصاً من البيانات، لذلك قاموا بتطوير خوارزمية (Grasshopper) للتعامل مع هذه البيانات وتنظيمها. واعتمدوا بشدة على استخدام هذه الآلات عندما احتاجوا إلى بناء نموذج يمثل جزءاً من المبنى. كما كانوا بحاجة إلى إنتاج لعدد من الوحدات المنحنية للغاية وتركيبها في الجزء الهيكلي في المصنع. كانت جميع الوحدات المنحنية المترابطة فريدة من نوعها مما جعلها أكثر صعوبة.

- آلات طي متخصصة

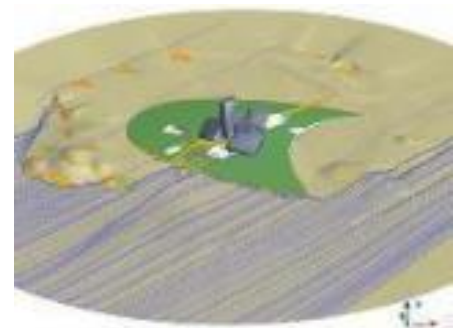
تم التعامل مع غلاف المبنى المكون من أكثر من 3000 عنصر فريد، باستخدام أدوات واستراتيجيات التصميم الحسابي ذات الدقة والسرعة والكفاءة و التصميم بشكل أفضل والتحكم الكامل فيما يحدث. بعض الأشياء التي يجب أخذها في الاعتبار، بالنسبة للمهندسين المعماريين الذين يصممون هذه المشاريع المعقدة ذات الشكل الحر، هو منح المصنعين هامشاً وتحملًا كافيين ليكونوا قادرين على الحفاظ على الدقة. خاصة عندما يستخدم المصنعون طرقاً أكثر بدائية للبناء. لقد وجدت أن تضمين نوع من الذكاء في العناصر حتى تصبح قابلة للتعديل وقابلة للتكيف مع الأخطاء المعرضة للحدوث أمر مهم يجب أخذه في الاعتبار. إلى جانب الأدوات الحسابية الرقمية، تم استخدام الأدوات المادية المتقدمة للمساعدة في عملية البناء، مثل أجهزة تحديد المواقع بالليزر ثلاثية الأبعاد والآلات CNC تقلل هذه الأدوات من وقت التصنيع وتقلل من الأخطاء وتزيد من الدقة إذا تم استخدامها بطريقة صحيحة، من خلال سير عمل واضح حول كيفية دمج هذه الأدوات بكفاءة في عملية البناء لتحقيق أقصى قدر من النتائج المثالية.



الشكل (83) آلات الطي المتخصصة والتي تم استخدامها في المبنى
/https://www.ft.com

خامسا: حركة الرياح على المبنى:

و تتبّع الخطوط المبسطة التي تم إنشاؤها باستخدام برنامج Ansys CFX مسار وسرعة الجسيمات التي تتحرك عبر المبنى وحوله. وتُشير الألوان المختلفة إلى مستويات سرعة متفاوتة، وهي الأكبر في زوايا المبنى، لتمثل المناطق البيضاء الأبار حيث من المحتمل أن تتشكل ظلال الرياح.



الشكل (84) حركة الرياح حول المبنى
/https://skyscraperpage.com

الجدول (9) تحليل خامات الحوائط

خامات الحوائط	الزجاج	الخشب	نحاس مثقب	اكريليك	ترية مدكوكة
المعايير الوظيفية أو النفسية	الزجاج يحقق المعايير النفسية والوظيفية التي يهدف التصميم لها وهي إدخال أشعة الشمس للمر بشكل كافي.	التصميم يهدف لدمج طبيعة المكان الصحراوي وبالتالي يجب استخدام خامات صديقة للبيئة ومستدامة.	يحقق الوظيفة التي وضع من أجلها وهو السماح للإضاءة من خلفه بالنفاذية وبالتالي توفير رؤية خافتة تناسب طبيعة النشاط.	تتميز بأنها تعطي شعور باتساع المكان بالإضافة لمرونتها العالية التي تسمح بتشكيلها. بالإضافة إلى أنه مقاومة للخدوش والتشوهات ومقاوم للرطوبة والحرارة ويتميز بالعديد من الصفات التي تجعله يحقق المعايير الوظيفية بجداره.	وظيفة هذه الترية المدكوكة هي الاستفادة من الخامات المحلية المستخلصة من قلب الصحراء وربط المكان بالثقافة والتراث لخلق تجربة ثقافية ومحلية للزواج الأجنبي.
المعايير الجمالية	كما نعلم الزجاج من أجمل الخامات التي يمكن استخدامها داخليا وخارجيا كونه يحتوي على عناصر جمالية عدة منها السماح بنفاذية عالية للضوء	الخشب يحقق العنصر الجمالي ويحقق الشعور الذي يريد التصميم إيصاله وهو النعومة والتسوية ومرونة الحركة.	الإضاءة من خلف النحاس مع مظهره المثقب واللامع أوصلت شعور جمالي وتجربة شعورية رائعة لا مثيل لها.	بسبب ألوانه اللامعة والزاهية، تضيف هذه الخامة البريق واللمعان على المكان وتزيد الإنارة بسبب عكسها للضوء وبالتالي تضيف جمالية أكبر للمكان.	الترية المدكوكة قد لا تكون جميلة بشكل كبير ولكن في إثراء تم دمجها مع خامات أخرى وتسلط الإضاءات المخفية عليها بشكل متناسق بالتالي حققت المعيار الجمالي.
الاعتبارات الإنسانية	الزجاج يهتم بالجانب الإنساني وبراحة مستخدم الفراغ حيث يوفر له إضاءة مناسبة مريحة له بصريا كما أنه يخدم وظيفة الممرات.	الخشب كونه من الخامات المستدامة فهو يشعر الموجودين بأنهم في بيئة صحراوية طبيعية بعيدة كل البعد عن العناصر الصناعية والخامات الغير صحية كما يشعرهم بالدفء والرخامة في ذات الوقت.	توفير الرؤية والراحة داخل الفراغ وبالتالي تحقيق التفاعل المطلوب معه.	تعتبر الاكريليك مادة آمنة للغاية وغير سامة. تحقيق مبدأ الأمان للزوار إثراء كون هذه الخامة مقاومة للحريق والاشتعال.	كما نعلم أن الترية هي من الخامات المستدامة العديدة السمية وتم استخدامها هنا عوضا عن الإسمنت الذي يعتبر خامة ضارة بالإنسان وصحته بالإضافة إلى أن وجوده يشعر مرتادين إثراء بالقرب النفسي من المكان وثقافته.

الجدول (10) المعايير الاقتصادية لخامات الحوائط

خامات الحوائط	الزجاج	الخشب	نحاس مثقب	اكريليك	ترية مدكوكة
ملائم إقتصاديا للمشروع	الزجاج مكلف في هذا المشروع حيث أن البيئة الصحراوية تحتاج لزجاج بمواصفات عالية لمنع نفاذية الحرارة والرطوبة للفراغ الداخلي كما أنه تم استخدامه لمساحات واسعة.	يوجد العديد من أنواع الخشب بعضها عالية جدا والبعض الآخر أسعاره في المتناول ولكن كون إثراء مركز اهتم بالتصميم الداخلي بشكل كبير فإنه تم استخدام خشب معالج ذو نوعية جيدة وبالتالي غلاء سعره.	النحاس خامة ليست عالية بالإطلاع على أسعارها في السوق مقارنة بالخامات الأخرى كما أنه مثقب مما يقلل تكلفة الكتلة النحاسية.	الاکريلیک خامة رخيصة جدا وفي متناول الجميع.	هي طريقة قليلة التكلفة نسبيا نظرا لأنها تعتمد بشكل أساسي على مواد أولية ولا تحتاج لعمالة ذات مهارات خاصة
عنصر المتانة والتحمل	الزجاج قد لا يتوفر فيه عنصر المتانة بشكل كافي وذلك نظرا لطبيعته الضعيفة القابلة للانكسار.	الخشب من أكثر الخامات تحملا ومتانة	النحاس يعتبر خامة قوية تتحمل الصدمات.	الاکريلیک خامة قوية مقاومة للصدمات والخدوش والتشوهات.	الترية إذا تم دكها بشكل صحيح تتماسك بشكل قوي جدا ولها قدرة كبيرة على التحمل ويتوفر فيها عنصر المتانة.
معامل الاستدامة	يعتبر الزجاج خامة غير مستدامة حيث يتم تصنيعه في معامل خاصة.	الخشب من أشهر الخامات المستدامة حيث يعتبر صديقا للبيئة	يعتبر خامة معدنية طبيعية	الاکريلیک يعتبر خامة غير مستدامة حيث يتم تصنيعها في مصانع متخصصة لذلك	الترية المدكوكة تحقق عنصر الاستدامة.
ملائمة الخامة للبيئة المحيطة	ملائم جدا حيث يعكس البيئة الصحراوية لمحيطه بمرکز إثراء مما يحقق	ملائم جدا للبيئة الطبيعية المحيطة بالمكان فالخشب والرمل عنصران	غير ملائمة بشكل كبير للبيئة كونه بيئة طبيعية تماما.	الاکريلیک خامة قادرة على التكيف مع جميع البيئات عن طريق تغيير أشكالها	ملائم جدا للبيئة الطبيعية المحيطة بالمكان فالرمل المحيطة بإثراء تمتد الآن

إلى داخله في مشهد داخلي لامثيل له.	وألوانها.	مرتبطن ارتباط وثيق في الطبيعية.	التناغم ما بين الداخل والخارج.	مراعاة العوامل الجوية
التربة تحقق أقصى تكيف مع البيئة المحيطة حتى أنها توفر كفاءة عالية في العزل الحراري للفراغات الداخلية	الأكربليك كونها مقاومة للحرارة والرطوبة لذلك فهي ملائمة للبيئة	النحاس المعالج قادر على تحمل أقصى الظروف الجوية بكل صمود	بما أنه استخدم في الفراغ الداخلي وكونه معالج فهو ملائم جدا لتحمل أقصى الظروف الجوية	الزجاج المستخدم في المشروع زجاج عازل مما يتمتع فغاز الحرارة والرطوبة للفراغ الداخلي.

الجدول (11) تحليل خامات الأرضيات

مويكيت	فينيل	بورسلان	باركيه	خامات الأرضيات
وجود المويكيت في المسرح والمكتبة يحقق الوظيفة الأساسية وهي امتصاص الصوت ومنع الصدى في المكان.	يحقق الوظيفة التي وضع من أجلها في الفراغ وهي الشعور بالعمق وعدم التشتيت البصري عند النظر في الشاشات.	البورسلان يحقق الوظيفة المطلوبة حيث أنه مقاوم للسوائل بالإضافة لصلابته والعديد من المميزات الأخرى بالإضافة لشكله المناسب.	الباركيه هو عبارة عن أرض خشبية وبالتالي يحقق وظيفته الأساسية وهي ملائمة البيئة المحلية	المعايير الوظيفية أو النفعية
المويكيت في اثناء كان بأشكال اعتيادية ولكن مع البيئة المحيطة له في الفراغ وجدت أنه يتناغم بشكل جميل.	لا تحقق المعايير الجمالية بشكل كبير كونه فينيل أسود مطفي بشكل اعتيادي.	البورسلان ينصف لمعة وبلون مناسب مع الجو العام للتصميم ومتماشى مع لون الصحراء يعطي الشعور بالفخامة والجمال والانسيابية.	الباركيه اللامع المعالج من أجمل الأنواع حيث يجمع جمالية الخشب بالمعان والتشعيرات الخشبية الجميلة.	المعايير الجمالية
المويكيت أرضية تعتبر مريحة وتحقق الأمن للسياح والزوار ويحقق الأمان ومنع الانزلاق.	يتحقق بوجوده الأمن ومنع الانزلاق كما ظهرت أنواع جديدة مقاومة للحريق.	البورسلان أرضية تعتبر مريحة بصريا خصوصا كونها بلون فاتح نسبيا مما يعطي راحة بصرية لكنه في ذات الوقت قد يكون غير أمن في بعض الحالات قد يكون زلق.	الباركيه يحقق القرب النفسي من سكان المملكة حيث يناسب البيئة المحلية وبالتالي شعورهم بالراحة التامة في الفراغ.	الاعتبارات الإنسانية

الجدول (12) تحليل المعايير الاقتصادية لخامات الأرضيات

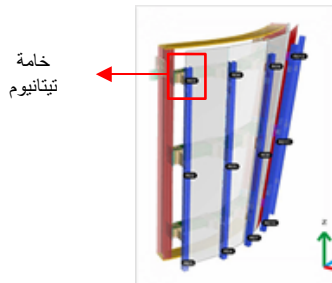
مويكيت	فينيل	بورسلان	باركيه	خامات الأرضيات
المويكيت خامة رخيصة جدا وفي متناول الجميع	الفينيل يعتبر نسبيا غير مكلف اقتصاديا للمشروع وهو ملائم للتكلفة التشغيلية للمشروع.	البورسلان بكافة أنواعه يعتبر نسبيا غير مكلف اقتصاديا للمشروع وهو ملائم للتكلفة التشغيلية للمشروع.	الباركيه المعالج قد يكون مكلف اقتصاديا خصوصا إذا استخدم بمساحات واسعة.	ملائم اقتصاديا للمشروع
المويكيت خامة عملية تناسب الأماكن الواسعة التي يرتادها أعداد كبيرة جدا من الزوار دون أن تواجه المشاكل التي قد تتعرض لها أنواع الأرضيات الأخرى.	الفينيل من أقوى وأكثر الخامات تحملا .	البورسلان المستخدم في إثراء قوي ومتين ويتحمل الضغط بالإضافة لمقاومته للخدوش والتصبغات والبقع.	الباركيه خامة قد لا تكون متينة بشكل كبير حيث أنها قابلة للخدش والتفتت مع الاستخدام الكبير والمتكرر.	عنصر المتانة والتحمل
المويكيت معظمه يتم صناعته بمنسج صناعي.	يعتبر خامة غير مستدامة (غير موجودة طبيعيا) يتم تصنيعها	البورسلان هي أرضيات مصنعة في مصانع متخصصة وبالتالي هو غير مستدام	يعتبر الباركيه خامة مستدامة يتم صنعها من الأخشاب الطبيعية.	معامل الاستدامة
غير ملائمة بشكل كبير للبيئة كونها بيئة طبيعية تماما.	غير ملائمة بشكل كبير للبيئة كونها بيئة طبيعية تماما.	ملائمة حيث أنه استخدم بألوان تعكس ألوان الصحراء المحيطة بإثراء.	كونه يعكس الخامات الخارجية الموجودة في الطبيعة فهو ملائم للبيئة	ملائمة الخامات للبيئة المحيطة
المويكيت قادرة على تحمل الظروف الجوية كونه في فراغ داخلي فهو لا يتعرض لحرارة أو رطوبة مباشرة .	الفينيل المعالج له القدرة على تحمل أقصى الظروف الجوية.	بما أنه استخدم في الفراغ الداخلي وكونه معالج فهو ملائم جدا لتحمل أقصى الظروف الجوية	بما أنه معالج بشكل كافي لمواجهة الرطوبة والحرارة ومقاومة التعفن والحشرات فهو مراعي للعوامل	مراعاة العوامل الجوية

الجدول (13) بوضوح تحليل خامات الأسقف

خامات الأسقف	الزجاج	النحاس المثقّب	اكريليك	جيس بورد	بلاطات السقف
المعايير الوظيفية أو النفعية	حقوق الوظيفة بنجاح كونه جمع بين الإضاءة الرائعة الكافية بالإضافة لكونه غير منفذ للحرارة والعوامل الجوية الأخرى.	يحقق الوظيفة التي وضع من أجلها وهو السماح للإضاءة من خلفه بالنفاذية وبالتالي توفير رؤية خافتة تناسب طبيعة النشاط.	يتميز بأنها تعطي شعور بتساع المكان بالإضافة لمرئيتها العالية التي تسمح بتشكيلها. بالإضافة إلى أنه مقاومة للخدوش والتشوهات ومقاوم للرطوبة والحرارة ويتميز بالعديد من الصفات التي تجعله يحقق المعايير الوظيفية بجدارة.	يحقق المعايير الوظيفية حيث استخدم الجيس بورد لإخفاء تسليك الإضاءة والتكليف وجميع العيوب بالإضافة لمقاومته للحريق والحرارة.	- يوفر سطحًا أملسًا متجانسًا للسقف. - يساعد السقف المعلق في المعالجة الصوتية (تقليل الضوضاء من السقف). - يخفي كل العناصر غير المرئية. - سهولة التركيب.
المعايير الجمالية	كما نعلم الزجاج من أجمل الخامات التي يمكن استخدامها في الأسقف فهو يضفي لمسة داخلية من الفخامة والحيوية للمكان.	الإضاءة من خلف النحاس مع مظهره المثقّب واللامع أوصلت شعور جمالي وتجربة شعورية رائعة لا مثيل لها حيث أن السقف مستمر ومتصل مع الحوائط مما أعطى شعور بالانسجام والاستمرارية والاتساع.	بسبب ألوانه اللامعة والزاهية، تضفي هذه الخامة البريق واللمعان على المكان وتزيد الإنارة بسبب عكسها للضوء وبالتالي تضفي جمالية أكبر للمكان.	الجيس بورد يحقق المعايير الجمالية حيث استخدم باللون الأبيض مما يعطي شعور بالنظافة واتساع المكان وبساطته.	أرى بأنه يحقق المعايير الجمالية بشكل جزئي حيث يعتبر ألوانه ولكن في ذات الوقت يغطي العيوب الموجودة في الحوائط.
الاعتبارات الإنسانية	الزجاج يهتم بالجانب الإنساني وبراحة مستخدم الفراغ حيث يوفر له إضاءة مناسبة مريحة له بصريا كما أنه يخدم وظيفة فراغ المكتبة كما يوفر عنصر الأمان ومنع التعرّف وعدم وضوح الرؤية.	توفير الرؤية والراحة داخل الفراغ وبالتالي تحقيق التفاعل المطلوب معه.	تعتبر الاكريليك مادة آمنة للغاية وغير سامة. تحقيق مبدأ الأمان لزوار إثراء كون هذه الخامة مقاومة للحريق والاشتعال. كون السقف مستمر ومتصل مع الحوائط فهو يعطي شعور بالانسجام والاستمرارية والاتساع.	كما نعلم أن الجيس بورد يؤثر في المستخدم تبعاً لونه وشكله وفي المشروع تم استخدام اللون الأبيض الذي ينعكس إيجابياً على فسيولوجية الزائر.	يوفر عنصر الأمان كونه مضاد للحريق ومانع لانتشاره في حال اندلاعه لا سمح الله.

الجدول (14) بوضوح تحليل المعايير الاقتصادية للأسقف

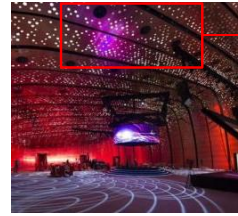
خامات الأسقف	الزجاج	النحاس المثقّب	اكريليك	جيس بورد	بلاطات السقف
ملائم اقتصادياً للمشروع	زجاج السقف يكون بمواصفات مميزة منها عزله للأحوال الجوية الخارجية فقد يكون هذا النوع أعلى من الأنواع الأخرى.	النحاس خامة ليست غالية بالاطلاع على أسعارها في السوق مقارنة بالخامات الأخرى كما أنه مثقّب مما يقلل تكلفة الكتلة النحاسية.	الاكريليك خامة رخيصة جدا وفي متناول الجميع.	الجيس بورد خامة رخيصة جدا وفي متناول الجميع.	بلاطات السقف رخيصة جدا وفي متناول الجميع.
عنصر المتانة والتحمل	الزجاج المستخدم في إثراء زجاج معالج لتحمل أقسى أنواع الظروف وعنصر المتانة فيه بنسبة كبيرة جدا.	النحاس يعتبر خامة قوية تتحمل الصدمات.	الاكريليك خامة قوية مقاومة للصدادات والخدوش والتشوهات.	الجيس بورد لا يتوفر فيه عنصر التحمل والمتانة بشكل كافي حيث يمكن أن يتصدع عند تعرضه لصدمة قوية.	قد لا يكون عنصر المتانة فيه متوفر بنسبة كبيرة مثل الخامات الأخرى.
معامل الاستدامة	يعتبر الزجاج خامة غير مستدامة حيث يتم تصنيعه في معامل خاصة.	يعتبر خامة معدنية طبيعية.	الاكريليك يعتبر خامة غير مستدامة حيث يتم تصنيعها في مصانع متخصصة لذلك.	الجيس بورد تعتبر خامة غير مستدامة حيث يتم تصنيعها في مصانع متخصصة لذلك.	بلاطات السقف لا يحقق عنصر الاستدامة لأنه يعتبر خامة مصنعة.
ملائمة الخامة للبيئة المحيطة	ملائم جدا حيث يعكس البيئة المحيطة مما يحقق التناغم ما بين الداخل والخارج.	غير ملائمة بشكل كبير للبيئة كونها بيئية طبيعية تماما.	الاكريليك خامة قادرة على التكيف مع جميع البيئات عن طريق تغيير أشكالها وألوانها.	الجيس بورد خامة قادرة على التكيف مع جميع البيئات عن طريق تغيير أشكاله وألوانه.	بلاطات السقف خامة قادرة على التكيف مع جميع البيئات عن طريق تغيير أشكاله وألوانه.
مراعاة العوامل الجوية	الزجاج المستخدم في المشروع زجاج عازل مما يمنع نفاذ الحرارة والرطوبة للفراغ الداخلي.	النحاس المعالج قادر على تحمل أقسى الظروف الجوية بكل صمود.	الاكريليك كونها مقاومة للحرارة والرطوبة لذلك فهي ملائمة للبيئة.	الجيس بورد كونه مقاوم للحرارة والرطوبة لذلك فهو ملائم للبيئة.	بلاطات السقف مقاومة للحرارة والرطوبة وبالتالي فهي مراعية للعوامل الجوية الخارجية.



الشكل (100) خامة الوصلات
/https://www.ft.com



الشكل (101) خامة بوابة المدخل
/https://sabq.org



الشكل (96) سقف المسرح
/https://www.hiamag.com



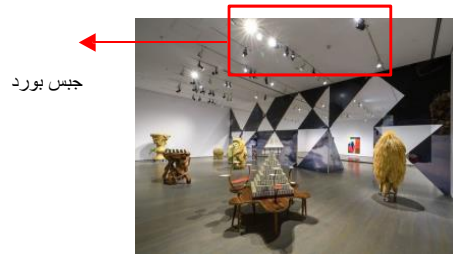
الشكل (94) سقف المكتبة
/org.https://www.isarc2019



الشكل (97) سقف المتحف
enBSh/2u.pw//:https



الشكل (95) سقف المكتبة
/https://www.propertyfinder.sa



الشكل (98) سقف أحد الفراغات
/https://www.arrajol.com

4- النتائج

- ان تطبيق المعايير التصميمية عند استخدام الخامات الحديثة في مجال التصميم الداخلي يؤدي إلى نجاح وعمق الحلول الوظيفية والجمالية والإنسانية للحيزات الفراغية، مع إمكانية الاستخدام المتعدد للأغراض في وحدات التصميم الداخلي المختلفة.
- تحدد نوعية الخامة المستخدمة في التصميم الداخلي بناء على نوع المبنى وموقعه بالإضافة للثقافة المجتمعية السائدة حوله.
- الألوان النابضة بالحياة على الواجهات تعمل كعاكس للتحكم في انبعاث الحرارة وتدفع ضوء الشمس.
- إمكانية اختيار خامات ومواد ذات تكلفة أقل ، مع تحقيق الأمن والسلامة للمبنى .
- تصميم المبنى لا ينفصل عن البيئة الخارجية فكل منهما جزء لا يتجزأ من الآخر.

5- التوصيات

- على المصمم مراعاة اختيار الخامات المناسبة لنوع الفراغ و متابعة كل ما هو جديد في عالم تقنية الخامات وتوظيفها في الفراغات الداخلية.
- الابتعاد عن الصور النمطية في تصميم المباني الثقافية وذلك لدورها المهم في التأثير على راحة المستخدمين سيكولوجيا.
- زيادة تركيز المصممين على عمل تصاميم مستدامة تخدم الموقع وتستفيد من الموروث البيئي.
- العناية بالموارد البيئة وتضمينها في التصميم بالشكل المناسب من اهداف التصميم الناجح.
- ضرورة تطبيق المعايير العالمية لتكنولوجيا الخامات في المشاريع.
- إعطاء اهتمام أكبر لتصميم المشاريع الثقافية كونها مرآة للثقافة المجتمعية.

سابعاً: تحليل المبنى من الخارج



الشكل (99) خامات الهيكل الخارجي
/https://gulftakeout.com

3- الخاتمة

تطورت المواد الخام على مر العصور المختلفة حسب البيئة التي يعيش فيها الإنسان لذلك ظهرت خامات جديدة يطلق عليها الخامات الذكية، وهذه الخامات ظهرت وتطورت مع تطور تكنولوجيا النانو ، ولهذه الخامات معايير وأسس هامة، وقد تم التطرق لأهمها وهي: (المعايير الوظيفية أو النفعية – المعايير الجمالية – المعايير الإنسانية) لاختيار الخامة، و هناك أسس يتم اختيار الخامة بناء عليها وهي عنصر المتانة والاستدامة وملائمة اقتصاديا وملائمة للطبيعة المحيطة ومراعاة العوامل الجوية، وبناء على ذلك تم تحليل اثنان من أحدث المباني الذكية وذكر أهم النتائج والتوصيات.

الجدول (15) يوضح تحليل خامات اللاند سكيب

خامات اللاند سكيب	الزجاج	تيتانيوم	جرانيت	الخرسانة	الفولاذ
المعايير الوظيفية أو النفعية	الزجاج يحقق المعايير النفعية التي يهدف التصميم لها من دمج الطبيعة والصحراء بالحدائق كذلك يوفر الإضاءة الكافية داخل المبنى بطريقة صديقة للبيئة.	يحقق الوظيفة التي وضع من أجلها وهو المتانة والتدعيم القوي للهيكل فهو يوفر قوة عالية، وصمود، وصلابة، وانخفاض بالكثافة، ومقاومة جيدة للتآكل.	الجرانيت كما نعلم أنه أحد أفضل الأرضيات للاند سكيب فهو متين وقوي للغاية ومقاوم جيد للبقع ومقاوم للخدش ومقاوم جيد للحرارة.	استخدمت الخرسانة في واجهة الأسطح الخارجية في الجزء السفلي من المبنى لجعل المبنى أكثر قوة من الأسفل وتدعيمه.	الفولاذ يضيف القوة الكبيرة للمبنى بالإضافة لإضفاء التماسك والدعم للهيكل الخارجي وبالتالي توفر الوظيفة المطلوبة.
المعايير الجمالية	كما نعلم الزجاج من أجمل الخامات التي يمكن استخدامها خارجيا كونه يحتوي على عناصر جمالية عدة منها السماح بشفافية عالية للضوء.	التيتانيوم لم يظهر جليا في الواجهة لذلك لا يحقق العنصر الجمالي.	لم يحقق المعيار الجمالي بشكل كافي حيث أن شكله يبدو عاديا ومألوا.	أرى بأن الخرسانة استخدمت بشكل غير اعتيادي وجميل من خلال تشكيلها بأشكال حديثة غير مألوفة.	الفولاذ في هيكل إثراء أعطى انطباع لشكل الصخور وملمسها بالتالي أوصل الفكرة بشكل جمالي.
الاعتبارات الإنسانية	الزجاج المعالج العاكس والعازل خارجيا يخدم مستخدمين المبنى من ناحية توفير عزل كافي وبالتالي راحة المستخدمين بالإضافة لتوفير عنصر الأمان بسبب توفر الإضاءة الكافية من ضوء الشمس.	التيتانيوم كما ذكرنا سابقا عن خصائصه المميزة في تدعيم الهيكل من قوة وصلابة وغيرها فهو مثالي لتحقيق أعلى أمان للزوار وحمايتهم من انهيار المبنى تحت أي ظروف.	الجرانيت يحقق مبدأ الأمان والراحة للزوار إثراء أثناء السير على الأقدام حتى في أثناء المطر كونه خامة غير ملساء وغير زلقة.	تحقيق الأمان للمبنى كون الخرسانة غير قابلة للتكسر والسقوط مثل الزجاج.	بما أنه يضيف القوة والتماسك للهيكل الخارجي فهو يحقق أحد أهم الاعتبارات الإنسانية وهي توفير الأمان لمستخدمين المبنى وحماية المبنى من السقوط.

الجدول (16) يوضح تحليل المعايير الاقتصادية لخامات اللاند سكيب

خامات اللاند سكيب	الزجاج	تيتانيوم	جرانيت	الخرسانة	الفولاذ
المعايير الوظيفية أو النفعية	الزجاج يحقق المعايير النفعية التي يهدف التصميم لها من دمج الطبيعة والصحراء بالحدائق كذلك يوفر الإضاءة الكافية داخل المبنى بطريقة صديقة للبيئة.	يحقق الوظيفة التي وضع من أجلها وهو المتانة والتدعيم القوي للهيكل فهو يوفر قوة عالية، وصمود، وصلابة، وانخفاض بالكثافة، ومقاومة جيدة للتآكل.	الجرانيت كما نعلم أنه أحد أفضل الأرضيات للاند سكيب فهو متين وقوي للغاية ومقاوم جيد للبقع ومقاوم للخدش ومقاوم جيد للحرارة.	استخدمت الخرسانة في واجهة الأسطح الخارجية في الجزء السفلي من المبنى لجعل المبنى أكثر قوة من الأسفل وتدعيمه.	الفولاذ يضيف القوة الكبيرة للمبنى بالإضافة لإضفاء التماسك والدعم للهيكل الخارجي وبالتالي توفر الوظيفة المطلوبة.
المعايير الجمالية	كما نعلم الزجاج من أجمل الخامات التي يمكن استخدامها خارجيا كونه يحتوي على عناصر جمالية عدة منها السماح بشفافية عالية للضوء.	التيتانيوم لم يظهر جليا في الواجهة لذلك لا يحقق العنصر الجمالي.	لم يحقق المعيار الجمالي بشكل كافي حيث أن شكله يبدو عاديا ومألوا.	أرى بأن الخرسانة استخدمت بشكل غير اعتيادي وجميل من خلال تشكيلها بأشكال حديثة غير مألوفة.	الفولاذ في هيكل إثراء أعطى انطباع لشكل الصخور وملمسها بالتالي أوصل الفكرة بشكل جمالي.
الاعتبارات الإنسانية	الزجاج المعالج العاكس والعازل خارجيا يخدم مستخدمين المبنى من ناحية توفير عزل كافي وبالتالي راحة المستخدمين بالإضافة لتوفير عنصر الأمان بسبب توفر الإضاءة الكافية من ضوء الشمس.	التيتانيوم كما ذكرنا سابقا عن خصائصه المميزة في تدعيم الهيكل من قوة وصلابة وغيرها فهو مثالي لتحقيق أعلى أمان للزوار وحمايتهم من انهيار المبنى تحت أي ظروف.	الجرانيت يحقق مبدأ الأمان والراحة للزوار إثراء أثناء السير على الأقدام حتى في أثناء المطر كونه خامة غير ملساء وغير زلقة.	تحقيق الأمان للمبنى كون الخرسانة غير قابلة للتكسر والسقوط مثل الزجاج.	بما أنه يضيف القوة والتماسك للهيكل الخارجي فهو يحقق أحد أهم الاعتبارات الإنسانية وهي توفير الأمان لمستخدمين المبنى وحماية المبنى من السقوط.

6- المراجع

أ- المواقع الالكترونية :

- سن ، سعيد، "اختيار الخامات كأحد مقومات جودة البيئة الداخلية" – كلية الفنون التطبيقية – جامعة حلوان
- جعفر، عباس(2014)، "الإساليب التقنية للمواد والخامات الحديثة المستخدمة في التصميم الداخلي"، رسالة الماجستير، كلية الفنون الجميلة-بغداد
- كورسيغا، ريزالين "مركز جان ماري تجيباو الثقافي" دراسة حالة تصميم المباني البيئية تصميم المباني المستخدمة"، architecture.uwaterloo.ca، تم الإسترجاع 9 يونيو 2011
- بريج الخامس؛ فورتشن، كيت (2000). جزر المحيط الهادئ: موسوعة. مطبعة جامعة هاواي. ISBN 978-0-8248-2265-1، تم الاسترجاع 9 يونيو 2011.
- ميرفي، برنيس. "مركز الثقافة تجيباو، مؤرشفة من الأصلي epress.anu.edu.au، الإسترجاع 9 يونيو 2011
- كيم تانزر رافائيل لونجوريا (2007)، "الجديلة الخضراء: نحو هندسة البيئة والاقتصاد والإنصاف". روتليدج - ISBN 978-0-415-41499-9، تم الاسترجاع 8 يونيو 2011.
- واديل، إريك (2009). جان ماري تجيباو، كاناك شاهد للعالم: سيرة فكرية. مطبعة جامعة هاواي. رقم-ISBN 978-0-8248-3314-5، تم الاسترجاع 9 يونيو 2011
- اروين، شون. "مركز جان ماري تجيباو الثقافي نومييا، كاليدونيا الجديدة" pdfarchitecture.uwaterloo.cz تم الاسترجاع 9 يونيو 2011.
- Dr. Mahmoud Ahmad Mahmoud Ahmad Nafea .Technology of smart materials in functional systems in industrial design products.2020
- <https://www.hqassim.com/architectural-design-standards/>
- <https://www.almaany.com/>
- <https://mawdoo3.com/>
- <https://e3arabi.com/>
- <https://stringfixer.com/>
- <https://aawsat.com/>
- <https://www.al-jazirah.com/index.htm>
- <https://almoheet.net/>
- <https://muqawil.org/>
- <https://almoheet.net/>
- <https://www.almowaten.net/>
- <https://zarchitect.wordpress.com/>
- <https://www.propertyfinder.sa/>
- <https://muqawil.org/ar>
- <https://muqawil.org/>
- <https://www.arrajol.com/>
- <https://www.ithra.com/ar/>
- <https://www.ithra.com/ar/>
- <http://designplaygrounds.com/>
- <https://www.al-jazirah.com/index.htm>
- <https://skyscraperpage.com/>

ب- المراجع العربية :

- عطيه ، فؤاد ،داليا ،ورقة بحثية "المعايير التصميمية لبعض الخامات المستحدثة في التصميم الداخلي" مجلة العمارة والفنون والعلوم الإنسانية، مصر.
- العقيلي، صباح محمد مصعب ، د/ميسون محي هلال ، منهجية التصميم المعماري ، جامعة بابل 2010م.
- أبوشال، بسنت محمد "الكوريان ما بين المرونة و الفكر في الحيزات الداخلية"، كلية الفنون الجميلة ، جامعة المنصورة
- لميس سيد محمدي عبد القادر،(2015)، "تأثير بعض التكنولوجيا الحديثة والذكية على العمارة الخضراء والمستدامة"، كلية الهندسة، جامعة القاهرة.
- إبراهيم، زكريا (2021)، "تطور خامات التصميم الداخلي في ضوء التقدم الفكري والتكنولوجي للشكل المعماري المعاصر"
- يسر الله، دلال، "تكنولوجيا الخامات الحديثة المستخدمة في التصميم الداخلي"، المعهد العالي للفنون التطبيقية.
- الشريف، عبدالعزيز،(2017)، "الثر نظم ومواد الإنشاء المعاصرة على الاداء الوظيفي والجمالي للفراغات المعمارية"، كلية الهندسة ، الجامعة الإسلامية غزة.