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 54

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 54.
Available at: https://digitalcommons.aaru.edu.jo/erjeng/vol6/iss4/54

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@aaru.edu.jo, marah@aaru.edu.jo, u.murad@aaru.edu.jo.

Vol. 6, No. 4, 2022 Journal of Engineering Research (ERJ)

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

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 إبراهيم[1] - م. هبه محمد موسى القرني[2]

[1]مدرس قسم الهندسة المعمارية – كلية الهندسة – معهد الجزيرة العالي للهندسة والتكنولوجيا- المقطم - مصر
[2]مصمم 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 و نظرا لاستخدام الإنسان للخامات الحجرية كخامات أوليه، وحيث أن الخامات التقليدية منها الطبيعي او 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 التأثر بالظروف واتخاذ ردود افعال مختلفة الاتجاهات حسب خصائصها ، ونظرا لظهور خصائص مستحدثة لمثل هذه الخامات على الساحة الصناعية فقد أدى ذلك إلى دفع عجلة الابتكار و الاختراع 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 او 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 لابد من معرفة المعايير التصميمية المختلفة لكل خامة على حدى عن طريق دراسة خصائصها وقوة او 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 الخامة، و توظيفها 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 الخامة مع مكان استخدامها.
2. الرقي بالتصميمات والانتقال بها لمستوى آخر أكثر تطورا.
3. استخدام المعايير والاعتبارات التصميمية في اختيار الخامة وتوظيفها بشكل صحيح.

منهجية البحث:

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

مفاهيم أساسية:

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

الخامات: هي المادَّة الأولية التي توجد على حالتها الطبيعيَّة قبل أن تُعَالَج 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 عباره عن كابلات وظيفة لنقل الطاقة المولدة من محطه توليد تتواجد غالبا قرب البحار أو على الأنهار إلى قرب المناطق السكنية إلى محطات أخرى تقوم بحفظ الطاقة ومن ثم تبدأ عمليه 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 بيئتها.

2- أسس اختيار الخامات في التصميم الداخلي للمباني الثقافية:

يعتمد المصمم الداخلي في اختياره للخامات على مجموعة من الاعتبارات وهي

التقنية و الاقتصادية و الرمزية.
ولكل فراغ خصوصية من حيث وظيفته او المهام المقامة بداخله من عدة جوانب، والخامات محددة بطرز بنائية او نمطية ، وبذلك فإن متطلبات الخامات تتلخص في:

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

3- أنواع الخامات الأساسية المستخدمة بالتصميم الداخلي:

أ- **الخامات نانوية:** هي خامة مستحدثة من المركبات التي نتجت عن استخدام تقنية النانو في تغيير السطح الخارجي لبعض المركبات.

ب- **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.

ت- **الخامات صناعية**: هي الخامات المنتجة صناعيا والمعروفة في مجال التصميم الداخلي مثل الخشب.

ث- **الخامات الطبيعية:** هي خامات المنتجة من الطبيعة ثم يتم التعامل معها ببعض العمليات او الطرق للنهو من ثم إمكانية استخدامها.

4- أنواع المعايير التصميمية لاختيار الخامة :

أ- المعايير الوظيفية أو النفعية :

تهدف المباني إلى تلبية المتطلبات و استيعاب الأنشطة التي تم إنشاؤها من أجلها، و قد تتداخل البيئة ومكوناتها مع تصميم العناصر والمكونات المخصصة لها من أجل الجمع بين الجوانب الوظيفية والجوانب الجمالية والهيكلية وتتحدد مكوناتها و حدودها وفقًا لطبيعة النشاط أو الغرض من وظيفته. لذا يجب أن يكون التصميم مناسبًا للعصر الذي يقع فيه فلا يمكن نسخ تصميم العصر القديم كما هو من دون إحداث تغيير.

ب- المعايير الاقتصادية :

يعتمد هذا المعيار على اختيار المواد المناسبة للتصميم و آلية وخطوات التنفيذ.
يجب اختيار الأساليب المناسبة لكل تصميم مع مراعاة خفض التكلفة والحفاظ على الجودة و المتانة و ضمان الأداء المناسب والاستدامة قدر الإمكان تبعا لطبيعة الدولة وطبيعة المرافق نجد ان هناك اختلافات كبيرة في المعايير الاقتصادية لكل دولة و منشأة .

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.

د- 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 و المعايير النفعية، والمعايير الجمالية، و المعايير الإنسانية، و مدى ملاءمة أسس اختيار الخامات في التصميم الداخلي لنماذج الدراسة، وهي كالتالي:

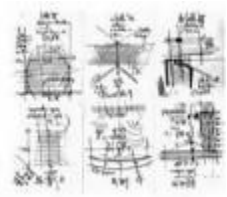
النموذج الأول : المركز الثقافي في نوميا

أولا: 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 وهي تابعة لجزيرة في المحيط الهادئ.
مركز تجيبار الثقافي سمي على أسم الزعيم الاستقلالي الذي تم اغتياله، وهذا المركز يعمل على ترويج ثقافة الكاناك .
البناية تبرز بطريقة العمارة الخضراء كما أنها مندمجة مع البيئة المحيطة.
هدف المركز: المركز مكرس للبحث عن الهوية لشعب الكاناك الأصلي في كالدونيا 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.

ثانيا: تحليل الرسومات والمخططات المعمارية وتحليل الموقع:

تتكون جانب البحيرة من هذه المنطقة من غابات المانغروف الكثيفة و أنواع أخرى من الأشجار عند حافة المياه، وقد فصلت سلسلة من التلال للمنطقة عن البحر.

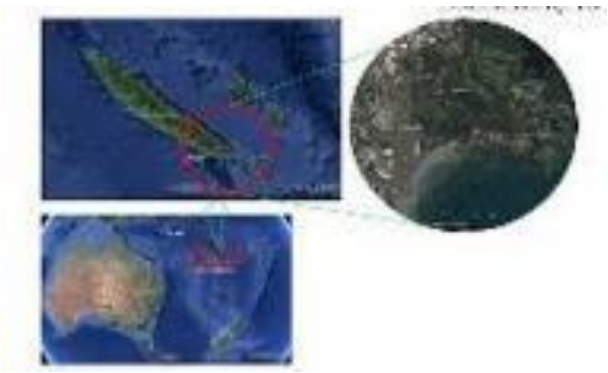


الشكل (1) الرسم يوضح آلية عمل المبنى التي سيتم شرحها آنفا
Bubblemania

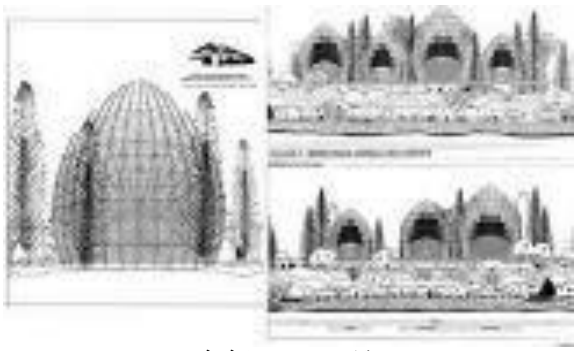
الشكل (2) الغطاء النباتي حول المبنى
B5kix/2u.pw//:https

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.



الشكل (4) موقع جغرافي لمركز الثقافي و طرق الوصول إليه
F1rKB/2u.pw//:https

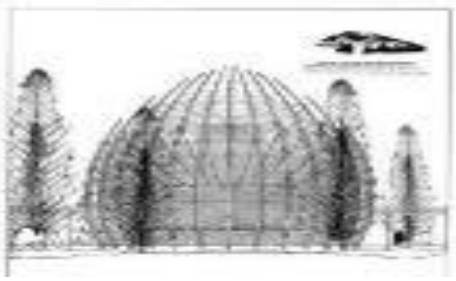


الشكل (5) قطاعات المركز الثقافي في نوميا
/https://heloiselaurindo.blogspot.com

يمتد المبنى على مســـاحة 8550 مترًا مربعًا (92000 قدم مربع)، لدمج المناظر الطبيعية والهياكل المبنية في تقاليد الكاناك.

وكان التخطيط يهدف إلى بناء فريد من نوعه والذي ســـيكون، كما ذكر المهندس بيانو " رمزا ومركزًا ثقافيًا مخصـــصًـــا لحضـــارة الكاناك" ، وهو المكان الذي سيمثلهم الأجانب الذين سيمرون فيه. وعند المدخل مباشرة يوجد معرض دائم حيث يتم إعطاء الزوار نظرة ثاقبة لثقافة الكاناك وعروض تتعلق بتاريخ المجتمع والبيئة الطبيعية. ويلي ذلك مناطق للمعارض المؤقتة والمســـرح والقاعة، حيث يمكن أن يجلس 400 شـــخص، مع توفير مســـرح في الهواء الطلق خلف القاعة حيث تقام العروض الثقافية. كما أنها يوجد استوديوهات مخصصة للأنشطة الإبداعية مثل: الرقص والرســـم والنحت والموســـيقى. و توجد أيضًـــا مدرســـة للأطفال حيث يتم تعليمهم أشكال الفنون المحلية.

و في الهياكل التي تشبه الشراع ، تشمل قاعات العرض البارزة تضم مكان تجميع تقليدي للقطع الأثرية التي أنشـــأها فنانون من المنطقة وتحتوي تقريبا على 600 قطعة من الأعمال المعاصرة.



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

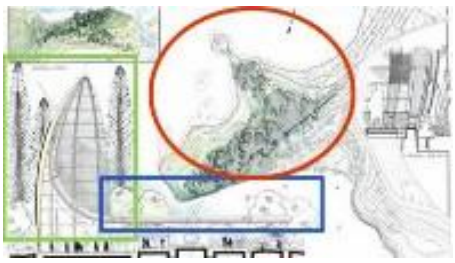
الشكل (7) توزيع مكونات المركز من الداخل
https://stringfixer.com/ar/Jean-Marie_Tjibaou_Cultural_Centre

الشكل (8) دراسة الطقس على هيكل المركز
https://stringfixer.com/ar/Jean-Marie_Tjibaou_Cultural_Centre

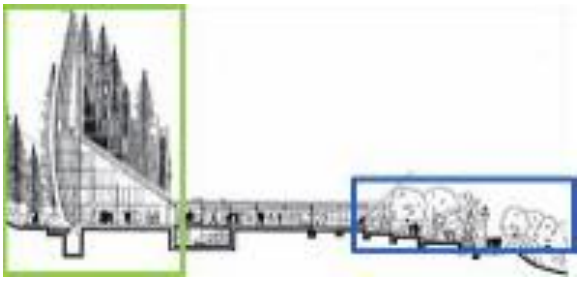
الشكل(9) أشجار الصنوبر حول المبنى
08mbV/2u.pw//:https

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 .

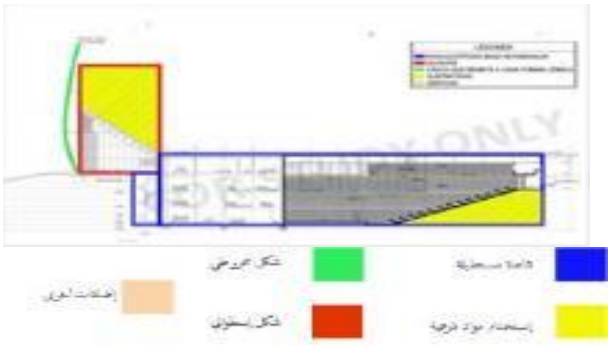
يقدم هذا التصـــميم منظر طبيعي أصـــلي ذات أشـــجار محيطة بالمركز من أشـــجار الصـــنوبر وغيرها. ليتم تصـــميم المســـارات الداخلية التي تربط بين المســـاحات الداخلية يتم تغطيتها ليتمكن الزوار من المشـــي في المنطقة براحة، و الممرات الرئيسية الغير مغطاة ، لتكون مفتوحة للضوء المباشر، و توضح الدائرة الحمراء فتحات التهوية في للمنطقة و توضـــح المنطقة الخضـــراء الأشـــجار المتواجدة بالمنطقة)، كما في صورة (10). (11)



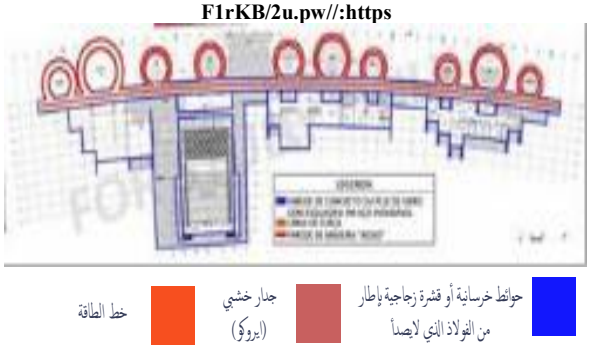
الشكل (10) فتحات التهوية بالمنطقة في الدائرة الحمراء
08mbV/2u.pw//:https



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



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

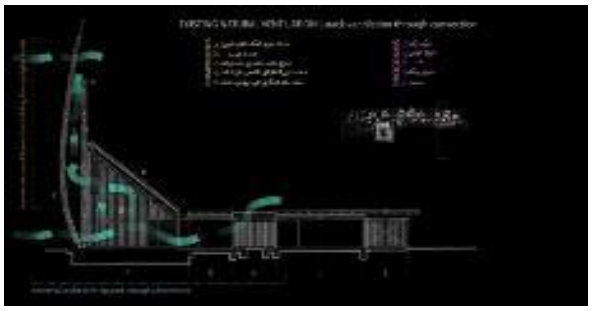


الشكل (13) الخامات المستخدمة وخط الطاقة في المركز
UUUD0/2u.pw//:https

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

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

ثالثـــــا: آلية عمل المبنى:

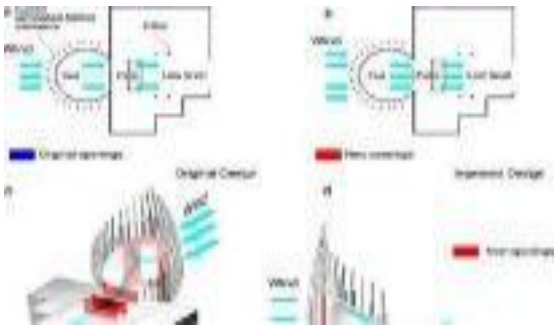


الشكل(16) دراسة حركة الرياح داخل هيكل المبنى

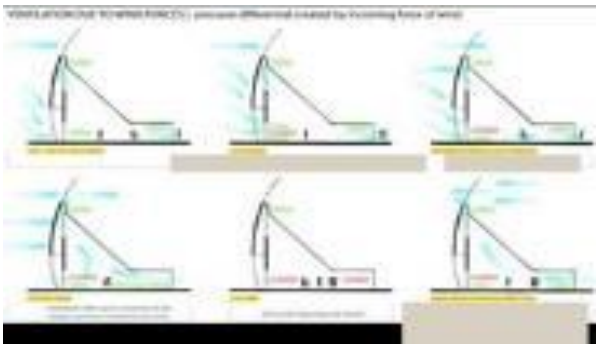
التشكيل الخشبي يمكن المبنى من الغلق والفتح بطريقة ميكانيكية وعلى حسب حركة الرياح وحركة الشمس المحيطة بالمبنى وتبعا للمجسات الموجودة في هيكل المبنى ليوفر بيئة مناحية مثالية بداخل المبنى حسب الطبيعة المجاورة له.

رابعـــا: دراسة حركة الرياح:

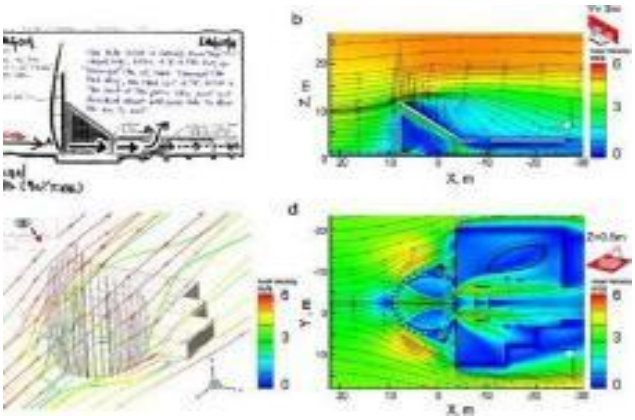
ظهرت المباني مطلة على البحر لتسـفيد من نسـيم البحر في التهوية الطبيعية والفتحات، لتحكم في هيكل المبنى في الغلق والفتح بطريقة أتوميكيا للتحكم في مسار الهواء .



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



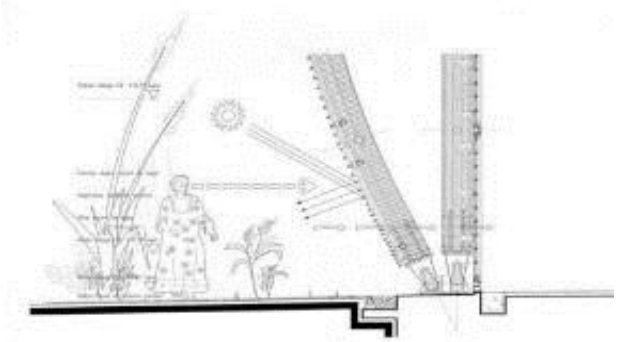
الشكل (18) آلية عمل المبنى
KRjl3/2u.pw//:https



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

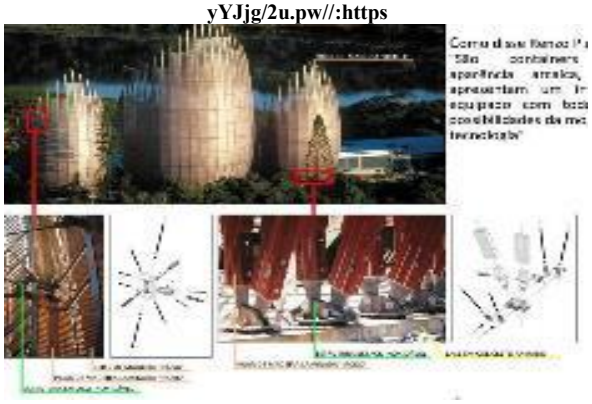
والمبنى منفرد في التشـكيل الكتلي ليكتسـب حرارة المحيطه به، ويمكن التحكم فيها من خلال هيكل المبنى. ويتمتع منـاخ المنطقـة بـالحـار الرطـب، ذات كومـة تهويـة طبيعية وتهوية بسبب شدة ومسار الرياح، والغلاف الخارجي للمبنى يشجع تيارات الحمل الحراري من خلال التوجيه والمباعدة بين الشرئح الخشبية للمبنى.
وقد تم زرع الأشـجار الكبيرة على طول الشـرق والغرب للمبنى كوسـيلة "قمع" للرياح في وسـط الجزيرة، موزعة كأسـلوب ووسـيلة من وسـائل التبريد السـلبي للمبنى.

خامســـا : صور إنشائية للمبنى مع الشرح:



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

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



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

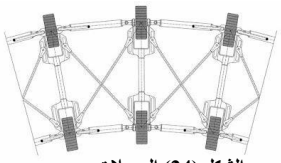
الشكل (23) بناء هيكل المركز الخارجي
G501g/2u.pw//:https

يحتوي المركز على أضلاع أو عصي منحنية عملاقة، وهي مصنوعة من شرائح إيروكو ووصلات فولاذية والتي تعمل كأجهزة للتحكم في المناخ. والأضلاع الخارجية عبارة عن مجموعة منحنية من الشرائح، والتي يتم ربطها بضلع رأسي مستقيم يشكل معًا جزءًا من هيكل المبنى.

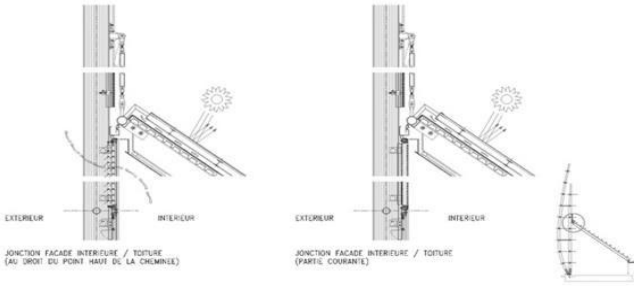
وقد تم تصميم الألواح بطريقة تظهر القطع الفردية كما لو كانت منسوجة معًا. فالجزء السفلي من الجدار، على شكل عصا مقوسة يتم فتحها وإغلاقها بشكل ترادفي تلقائيًا عن طريق التحكم في الكمبيوتر الذي يتم معايرته وفقًا لسرعة الرياح.

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
CDquf/2u.pw//:https

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

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

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 التكسية
yYJjg/2u.pw//:https

الشكل (31) السقف العلوي قبل التكسية
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.

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 جدًا، 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
yYJjg/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 أيضًا إلى تهوية ديناميكية أكبر، كما أكدته اختبارات نفق الرياح.
و تم إعطاء الجزء الخارجي من الأكواخ مظهرًا قديمًا 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:

- الألمونيوم والزجاج.
- الخرسانة في الطوابق السفلية غير المرئية لتثبيت المبنى .

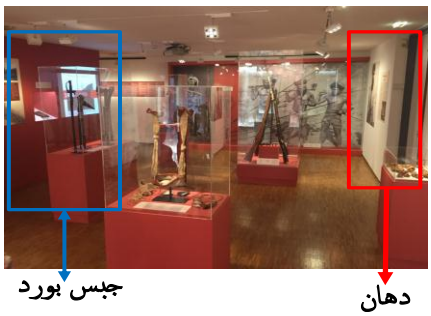
- المباني هي عبارة عن هياكل خشبية متصلة مع بعضها بقضبان معدنية بشكل متناغم والسقف والواجهة الجانبية مفتوحة ونفاذة للإضاءة الطبيعية وللتهوية.
الجدران الداخلية هي عبارة عن طبقتين من (Twin Skin) طبقة من الزجاج وطبقة من الخشب.

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 ميكانيكيا حسب حركة الرياح والشمس و تبعا 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.

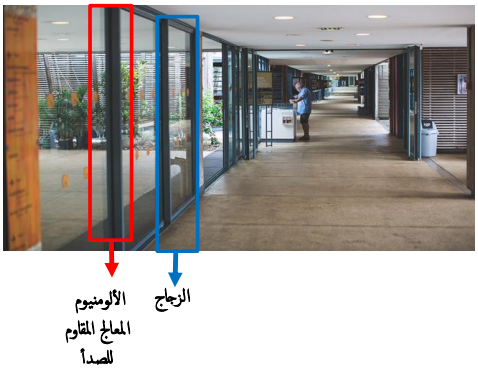
سادسا: تحليل المبنى من الداخل:



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

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

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



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

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

الجدول (1) يوضح تحليل خامات الحوائط

خامات الحوائط	الزجاج	الخشب	ألومنيوم	جبس بورد	دهان
المعايير الوظيفية أو النفعية	الزجاج يحقق المعايير النفعية التي يهدف التصميم لها من دمج الثقافة بالذكاء كذلك يخدم فكرة الفراغ (مكتبة)	التصميم يهدف لدمج الطبيعة الخارجية بالداخلية وتعريف السياح بثقافة السكان المحليين بالتالي الخشب خير من يقوم بهذه الوظيفة	يحقق الوظيفة التي وضع من أجلها وهو الحفاظ على ثبات الزجاج وتدعيمه لمنع تكسر وتشقق الزجاج.	يحقق المعايير الوظيفية حيث أستخدم الجبس بورد كأرفف للعرض وتعليق اللوح في المتحف.	دهان معالج مقاوم للإنساخ وبالتالي يحقق الوظيفة التي وضع من أجلها
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 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.	الجبس بورد يحقق المعايير الجمالية حيث يمكن تشكيله وتلوينه بأشكال وألوان عديدة كما أنه يغطي جميع العيوب والتوصيلات الكهربائية الموجودة خلفه	أرى بأنه يحقق المعايير الجمالية بشكل جزئي حيث يعتبر مألوف ولكنه 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 الفراغات الداخلية مثل المكتبة والممرات	الخشب يناسب طبيعة المكان حيث يشعر السكان الأصليين بالقرب النفسي من المكان والراحة فيه وكأنه جزء لا يتجزأ من بيئتهم وليس تصميم دخيل عليهم.	لا يتوفر	كما نعلم أن الجبس بورد يؤثر في المستخدم تبعا للونه وشكله وفي المشروع تم استخدام اللون الأحمر الذي يشعر المستخدم بنشاط أكبر ودفء مما يناسب النشاط الذي وضع فيه (معرض)	كما نعلم أن الدهان يؤثر في المستخدم تبعا للونه وفي المشروع تم استخدام اللون الأبيض الذي يشعر المستخدم بالراحة والهدوء والنظافة ويساعد على نفاذية الضوء بشكل أكبر

الجدول (2) يوضح المعايير الاقتصادية لخامات الحوائط

خامات الحوائط	الزجاج	الخشب	ألومنيوم	جبس بورد	دهان
ملائم إقتصاديا للمشروع	الزجاج غير مكلف إقتصاديا حيث يوجد منه أنواع عديدة وأشكال متنوعة يمكن إختيار أحدها لتحقيق الوظيفة المطلوبة للفراغ 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 داخليا بشكل بسيط وبمساحات محددة لذلك فهو يعتبر مناسب	الجبس بورد خامة رخيصة جدا وفي متناول الجميع	الدهان خامة رخيصة جدا وفي متناول الجميع
عنصر المتانه والتحمل	الزجاج قد لايتوفر فيه عنصر المتانة بشكل كافي وذلك نظرا لطبيعته الضعيفة القابلة للإنكسار.	الخشب من أكثر الخامات تحملا ومتانة	الألومنيوم يعتبر خامة قوية تتحمل الصدمات ويوضع إلى جانب خامات أخرى لتدعيمها	الجبس بورد لا يتوفر فيه عنصر التحمل والمتانة بشكل كافي حيث يمكن أن يتصدع عند تعرضه لصدمة قوية	كونه دهان معالج فيه تنظيف ذاتي لذلك فهو يحقق عنصر المتانة والتحمل
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	الجبس بورد تعتبر خامة غير مستدامة حيق يتم تصنيعها في مصانع متخصصة لذلك	الدهان لا يحقق عنصر الإستدامة لإنه يعتبر خامة مصنعة
ملائمة الخامة للبيئة المحيطة	ملائم جدا حيث يعكس البيئة المحيطة مما يحقق التناغم مابين الداخل والخارج.	ملائم جدا حيث تعرف ثقافة الكاناك بإستخدام المواد الخشبية.	غير ملائمة بشكل كبير للبيئة كونها بيئة طبيعية تماما.	الجبس بورد خامة قادرة على التكيف مع جميع البيئات عن طريق تغيير أشكاله وألوانه	الدهان خامة قادرة على التكيف مع جميع البيئات عن طريق تغيير أشكاله وألوانه
مراعاة العوامل الجوية	الزجاج المستخدم في المشروع زجاج عازل مما يمتع نفاذ الحرارة والرطوبة للفراغ الداخلي.	بما أنه أستخدم في الفراغ الداخلي وكونه معالج فهو ملائم جدا لتحمل أقسى الظروف الجوية	الألومنيوم المعالج قادر على تحمل أقسى الظروف الجوية بكل صمود	الجبس بورد كونه مقاوم للحرارة والرطوبة لذلك فهو ملائم للبيئة	الدهان كونه يملك خاصية التنظيف الذاتي لذلك فهو ملائم للبيئة

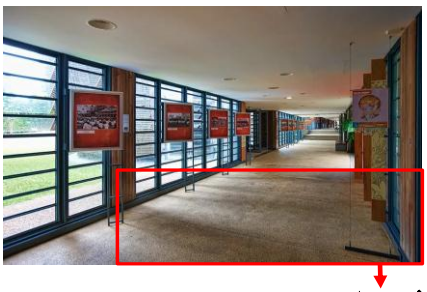
الجدول (3) يوضح تحليل خامات الأرضيات

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

الجدول (4) يوضح المعايير الاقتصادية لخامات الأرضيات

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

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



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

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

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

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

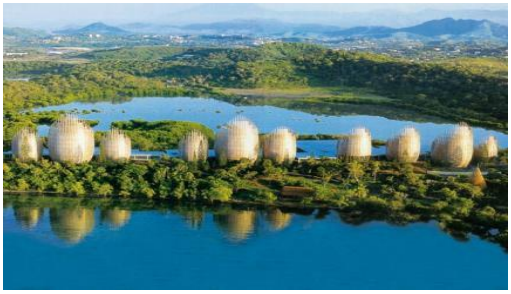
الجدول (5) يوضح تحليل خامات الأسقف

خامات الأسقف	الخشب	جبس بورد	خرسانة الخضراء
المعايير الوظيفية أو النفعية	تم إستخدام ألواح خشبية أفقية ورأسية وظيفتها تشعر المستخدم بالدفء وأنه في بيئته الطبيعية الذي أعتاد 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 إستخدامها 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 بإن الخرسانة أستخدمت بشكلها التقليدي مما لايضفي أي معايير جمالية للفراغ الداخلي.
الاعتبارات الإنسانية	يناسب طبيعة المكان حيث يشعر السكان الأصليين بالقرب النفسي من المكان والراحة خصوصا أن الخشب تم إستخدامه بطريقة بسيطة غير متكلفة.	تم إستخدام اللون الأبيض المعالج بدهان ذاتي التنظيف مما يحافظ على النظافة العامة للسقف بالإضافة لتأثيرات سيكولوجية مثل الشعور بالإتساع 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 إقتصاديا 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 الخامة 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 و الخرسانة مكوناتها في الأصل موجودة في البيئة
مراعاة العوامل الجوية	بما أنه أستخدم 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.

ســـابعا: تحليل المبنى من الخارج:



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

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

الشكل (49) المبنى من الخارج
72leU/2u.pw//:https

الشكل (50) الهيكل من الخارج

الشكل (51) الهيكل من الخارج
https://designs.vn **rLeRG/2u.pw//:https**

الجدول (7) يوضح تحليل خامات اللاند سكيب

خامات اللاند سكيب	الزجاج	خشب أيروكو	ألومنيوم	الخرسانة	الفولاذ
المعايير الوظيفية أو النفعية	الزجاج يحقق المعايير النفعية 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 ثبات 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 بنفاذية 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 بان الخرسانة استخدمت بشكلها التقليدي مما لا يضفي أي معايير جمالية للواجهة الخارجية .	لا يحقق المعايير الجمالية
الاعتبارات الإنسانية	الزجاج المعالج العاكس والعازل خارجيا يخدم مستخدمين المبنى 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 يضفي القوة والتماسك للهيكل الخارجي فهو يحقق أحد أهم الاعتبارات الإنسانية وهي توفير الأمن 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 إختيار 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 غالي جدا بسبب تكلفته الكبيرة في التصنيع والنقل والتركيب
عنصر المتانه والتحمل	تم إستخدام 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 والطاقات المهدرة أثناء تصنيعه كبيرة

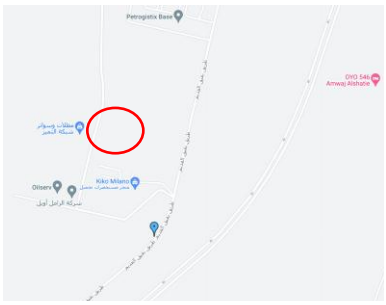
ملائمة الخامة للبيئة المحيطة	ملائم جدا حيث يعكس البيئة المحيطة مما يحقق التناغم مابين الداخل والخارج.	ملائم جدا حيث تعرف ثقافة الكاناك بإستخدام المواد الخشبية.	غير ملائمة بشكل كبير للبيئة كونها بيئة طبيعية تماما.	غير ملائمة بشكل كبير للبيئة كونها بيئة طبيعية تماما.	غير ملائمة بشكل كبير للبيئة كونها بيئة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

النموذج الثاني:

مركز الملك عبد العزيز الثقافي العالمي(إثراء):

أولا: معلومات المركز:

المصمم: صمم المركز من قبل شركة «سنوهيتا»، وهي شركة معمارية نرويجية عالمية شـهيرة، حصـلت على مقاولة التصـميم بعد فوزها بها من خلال مسـابقة 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

المكـان: يقع على نفس الموقع الـذي اكتشـف فيـه بئر الخير أول ينبوع للنفط في المملكة العربية السعودية بمدينة الظهران.

هدف المركز: تماشـيًا مع رؤية السـعودية 2030 يدعم إثراء تحوّل 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.

معرض الأرشيف: يعرض الأرشيف قصة (أرامكو السعودي) من خلال عرض البدايات الأولى للشركة مرورا بنجاحاتها المبكرة وصولا لحاضرها الزاهر اليوم.

معرض الطاقة: بمسـافة لا تزيد عن 200 متر من مركز الملك عبدالعزيز الثقافي العالمي، يقع معرض الطاقة (الذي كان يعرف سابقا بـــ(معرض 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: مسـاحة للإبداع وخلق الأفكار الجديدة وتحويلها إلى نماذج ومنتجات قابلة للتسويق.

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

معلومات المشـروع: مركز ثقافي عالمي وضـع حجر الأسـاس له الملك عبد الله في عام 2008م، وافتتحه الملك سلمان في عام 2016م، وهو منبر إبداعي ثقافي يهدف إلى إلهام روّاده من المملكة وأنحاء العالم في مجالات الإبداع والمعرفة والابتكار.

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

معلومات الأرض والبناء:

المساحة: 45,000 متر مربع

المالك: أرامكو السعودية

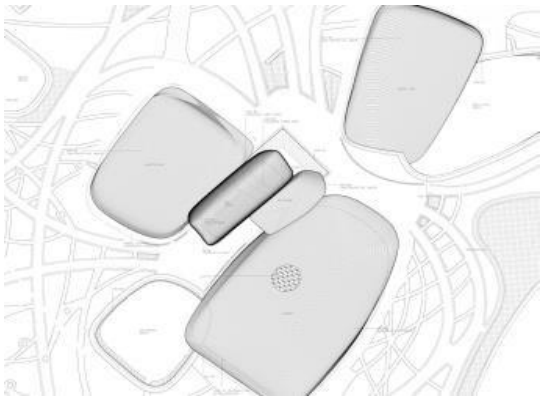
التكلفة: 1,6 مليار ريال

ثانيا: تحليل الرسومات والمخططات المعمارية وتحليل الموقع:

استلهمت الفكرة المعمارية لمركز الملك عبد العزيز للإثراء المعرفي من مبدأ أصيل في الثقافة السـعودية؛ يتمثل في أننا لا نسـتطيع أن نبني أي مسـتقبل بدون تراثنا الحضـاري، وسيتألف المبنى من ما يشبه مجموعة من الصـخور العملاقة تنبثق من بطن الأرض – أي من الماضي – مرتفعة إلى عنان السماء – أي إلى المستقبل.

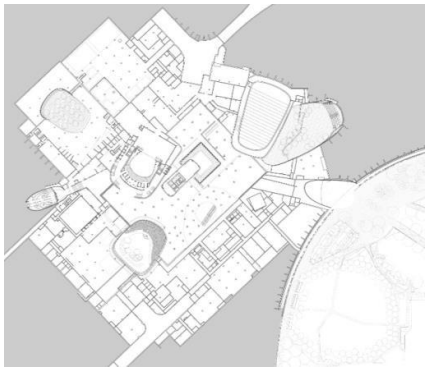
وترمز الأحجام والأشكال المختلفة لهذه الصخور، والطريقة التي يستند بعضها بها إلى بعض، إلى جوانب التشـابه والتنوع و الترابط التي تربط شـعب المملكة بسـائر شـعوب العالم.، أما الصـخور : فلو حللنا كلمة بترول في اللغة الإنجليزية، لوجدنها

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

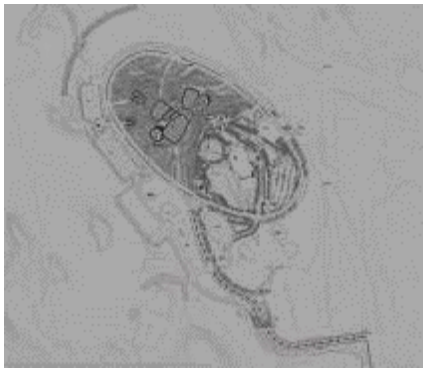


الشكل (54) المسقط الأفقي للمبنى من الخارج
JR8nD/2u.pw//:https

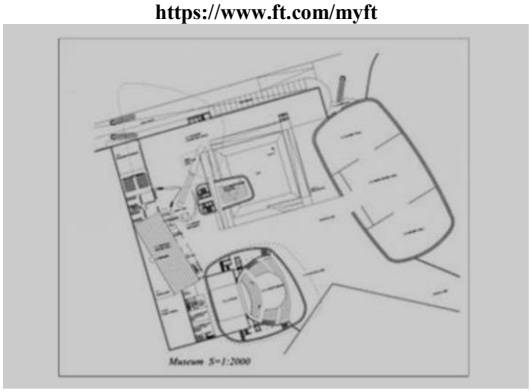
الشكل (55) المسقط الأفقي لمركز إثراء من الخارج
JR8nD/2u.pw//:https



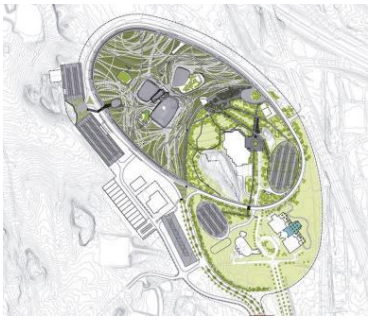
الشكل (56) مسقط أفقي دور أرضي لمركز إثراء
https://www.ft.com/myft



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

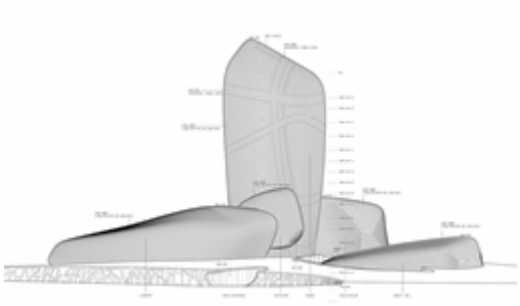


الشكل (58) مسقط أفقي دور متكرر لمركز إثراء
https://www.ft.com/myft



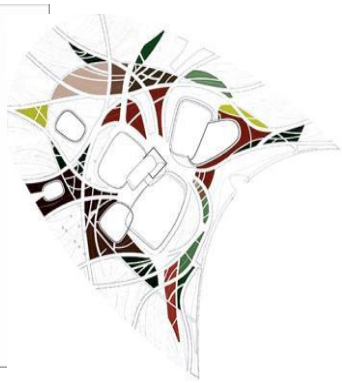
الشكل (59) مسقط أفقي للاند سكيب
https://cleverbuildings.wordpress.com

و صـــممت الواجهة في حالة معمارية فريدة، مكونة من70 ألف أنبوب فولاذي تم اختبارها وتركيبها من قبل شركة" سيل" الألمانية المتخصصة في تصميم وبناء الواجهات ومغلفات المباني، و صـــممت لتتألق وتلمع في ضـــوء الشـــمس كقطع الحصـى الناصـعة، كما كانت أنابيب الفولاذ المقاوم للصـدأ بتصـاميم 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 طابقا، ومختبر الأفكار المكون من 3طوابق، ومعرض الطاقة، إلى جانب متحف يضم 4 صالات عرض، والسينما التي تحتوي على 315 مقعدا، والمسرح له 900 الأرشيف مقعد، والقاعة الكبرى بمساحة 1500 متر مربع، أيضا ومتحف الطفل.

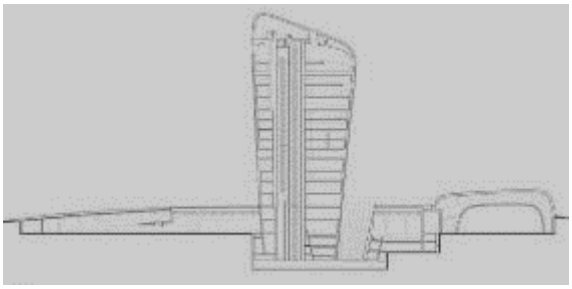


الشكل (60) لتوضيح الواجهة الخارجية للمبنى
https://arquitecturaviva.com/en

الصورة (62) مسقط أفقي للدور العلوي

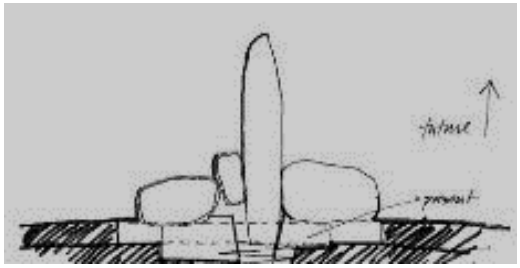


الصورة (61) رسم ملون لتوضيح مديول اللاند سكيب
https/2u.pw//:https eH3vC/2u.pw//:ZVbyR

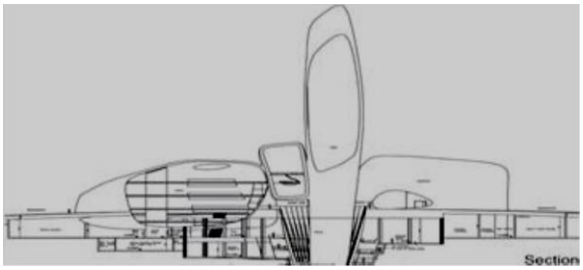


الشكل (63) قطاع خارجي لتوضيح 18 طابق
https://www.arrajol.com

تم تصـــميم المبني الذي يظهر بشـــكل فولاذي، تم تجميع كل قطعه منها على حدة، فالماضي له نطاق من الأدوار التي صممت تحت مستوى الأرض، و الحاضر ايضا تجســده الأدوار التي هي بمســتوى الســطح، أما الأدوار التي تأتي في الأعلى فهي تمهد لما هو آتٍ في المستقبل.
ويرتكز التصـــميم على برج بارتفاع 112 متراً، ذي حجم ضـــخم غير منتظم، يبدو وكأنه بلا نوافذ، مصـــنوع من الفولاذ ذي الحواف المنحنية، مخطط وغامض، كأنه حجر وضـع رأسـيًّا هنا ليحدد مكانًا هامًّا، لتحيط به ثلاثة أشكال مستديرة منخفضـة وأنيقة، تشبه الصخور التي نحتتها الرياح. وبين البرج وأحد المجسمات المحيطة به يتراءى بناء صـغير، لامع، ومنحنٍ على شكل صـخرة سـاقطة وعالقة في الوادي، وهو البناء الوحيد الذي يمتلك نافذة واضحة.



الشكل (64) اسكتش مبدئي للمبنى
https://www.ithra.com/ar



الشكل (65) قطاع خارجي لتوضيح الاشكال المستديرة للمباني
https://www.youtube.com/watch?v=PUIyeqWVAu4

ثالثا: وصف مسار الحركة داخل إثراء وأبرز الخامات المستخدمة:

يقود المدخل الرئيســيّ للمبنى والذي يقوم بتوجيه الزوار - بعد الحرارة الشـديدة في الخارج - بشـــكل هادئ باتجاهٍ واحد نحو ممرٍّ منحدر برفق إلى الفناء، إذ تلتقي "الصـخور الخمس" للمباني في مسـاحة واسـعة غير منتظمة ومليئة بالحركة ليمثلوا "قرية من الأنشطة الثقافيّة والفنيّة".
و يتابع الزوار جيئة وذهابًا ليمروا ضـــمن نقاط الدخول إلى "الحصـــى" لتحاكي الخطوط الداكنة البلاط تحت الأقدام والخطوط الســـاطعة للإضـــاءة العليا نقوش المسطحات الملحيّة في الصـحراء العربيّة والتي تعرف باسم "السبخات". و يتدفق الضـــوء على البلازا من جهة واحدة، من خلال الحائط الزجاجيّ المفتوح، لتســـهيل الحركة عبر المبنى بشكل أفقيّ، فقد صممت تسلسلًا زمنيًّا عموديًّا، 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: "نبع الضياء" وهي منحوتة ضخمة للفنان الإيطالي جيوسيبي بينوني، ليحاكي هيكلها الفولاذيّ البرونزيّ الأشجار، وترتفع 30 مترًا نحو الأعلى.

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 الأثيريّة المليئة بالضوء، و تتوجه المصاعد أعلى من ذلك باتجاه مختبر الأفكار، حيث لا يتوقف عصف الأفكار الابتكاريّة، وأبعد من ذلك لتصل إلى برج المعرفة، الذي يستضيف دروسًا متقدمة، وورش عمل تعليميّة، تحفز المهارات والمشاركة الإبداعية.

و استعملت في جدران الفناء 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 السعوديّة، والتي اكتسبت شهرة حديثة بسبب استدامتها وسلامتها البيئيّة، وقد أعاد المبنى إحياء وصفة التربة المدكوكة الأصلية – واستعرضها بالمسرح.

الجدران والأسقف المتموّجة للمكتبة، كلها مغطاة بلون أبيض لامع (كوريان) وهو مركب الإكريليك أملس.

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

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

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 البصريّ، وتعمل على تعمق صدى الصوت.

تمت تغطية القاعة الكبرى من الداخل بارتفاع 14 مترًا ومساحة 1,500 متر مربع ، بصفائح متقوّسة من النحاس المثقّب والمضاء من الخلف، ليخلق تأثيرًا إيجابيًّا يشبه تأثير القبة السماويّة.

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

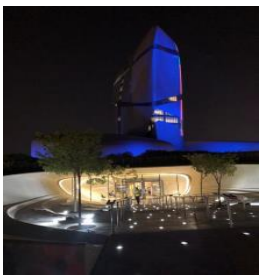
الشكل (72) المسرح
https://www.almrsal.co

تمتلك المساحات الاستعراضيّة - بما فيها السينما والمسرح - جدرانًا من ألياف صوتيّة ممدودة ومثبتة فوق ألواح عازلة للصوت.

بالإضافة لاستخدام كراسي ملونة لإضفاء جو من المتعة البصرية للسينما، كما تم وضع إضاءات بطريقة انسيابية ومنحنية في سقف السينما استعمالا لمبدأ المرح وإضفاء جو مميز للمكان والأرضيات

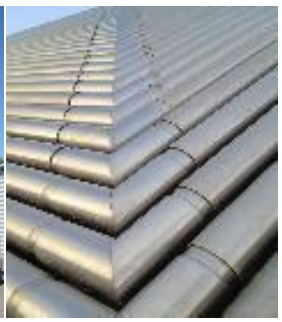
و تم مراعاة استخدام موكيت في السينما والمسرح وذلك للحصول على عزل كافي للصوت والتقليل من الصدى.

كسوة المبنى الخارجيّة، 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 واحدًا بعد الآخر، و قطر كل أنبوب 76.1 ملم، وهو مصنوع من فولاذ رقيق جدًّا من خامة الدوبلكس ، واحد من أقسى أنواع الفولاذ غير القابل للصدأ.. بسماكة 2 ملم هذه الأنابيب موضوعة ببعد 10 ملم في كسوة المبنى ومقاومة للعوامل الجويّة. كل أنبوب مطويّ في بعدين تمامًا عن بعضها بعضًا، ومرتبطة بدبابيس من التيتانيوم، يتناسب مع الانحناء المثبّت فيه، ومشفّر بحيث يتناسب مع مكانه المحدد دون أيّ مكان آخر.



الشكل (73)
الباحث

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



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

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

كانت هناك تحديات هندسية في تصميم الأنابيب، في طي كل واحد منها بدقة شديدة، تحديات مخيفة، فلم تجرَّبْ مسبقًا واجهةٌ بهذا الشكل.
لذلك بنت شركة المقاولة الألمانية (Seele Gmb) آلة ذاتيّة التعلم وصممت برنامجًا مخصصًا 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 تمامًا مما يسمح للضوء بالدخول. مبنى إثراء" يحرف الضوء أكثر مما يعززه"، فنجد بعد المغرب كل مساء، يتدفق ضوء أكثر من 150وحدة من الأضواء الكاشفة الموجودة على مستوى الأرض، لتغطي هذه البنية الخارجيّة للمبنى بطبقات مبرمجة عبر الحاسوب من الصور والأشكال والألوان.

رابعـا : صور إنشائية للمبنى مع الشرح:

- **نظام كسوة مفصل**

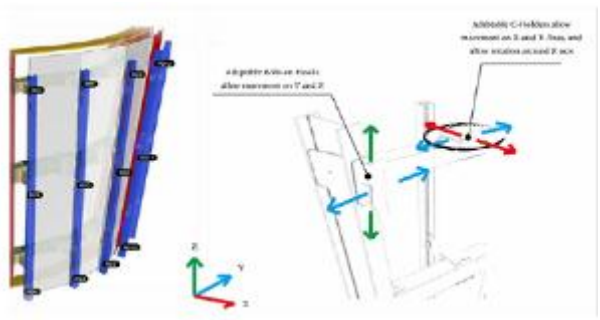
يتكون غلاف المبنى بشكل أساسي من طبقتين، الهيكل والمغلف نفسه، الهيكل مصنوع من أرضيات وأعمدة خرسانية نموذجية وهياكل فولاذية مخصصة على نطاق واسع لدعم الأسطح والجدران ذات الشكل الحر. و يتكون الغلاف من عنصرين رئيسيين، طبقة معزولة ضيقة ملفوفة بعناصر تظليل الشمس، مثل: (الغطاء)، وحجاب لحماية الداخل من المناخ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

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

الشكل (81) صورة خارجية لغلاف 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 بسيطًا على برنامج CAD،
ولكن نظرًا لتعقيد غلاف المبنى، تطلب البناء تحويل هذا النموذج إلى نموذج على برنامج (BIM) (نمذجة 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 تحديدًا فيما يتعلق بالبناء القطع.
ليتم تطوير استراتيجية معالجة هذه المشكلة، باستخدام مزيجًا من Grasshopper، وهو محرر نصوص خوارزمية مرئية لـ Rhino 3D 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 المئات 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 نموذجًا متكاملاً تمامًا BIM، مليئًا بالبيانات المفيدة القابلة للتحويل وإعادة الاستخدام والتشغيل البيني.

- **جزء منحني من الواجهة**

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

آلات الطي أو آلات الانحناء. اعتمادًا على العنصر، تم استخدام الآلة المناسبة لإنتاج الشكل المطلوب. تتطلب عملية الانحناء نوعًا خاصًا من البيانات، لذلك قاموا بتطوير خوارزمية (Grasshopper) للتعامل مع هذه البيانات وتنظيمها.
واعتمدوا بشدة على استخدام هذه الآلات عندما احتاجوا إلى بناء نموذج يمثل جزءًا 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.

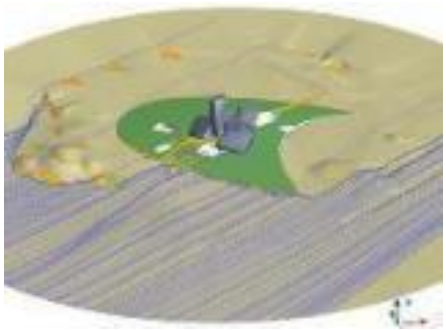
- **آلات طي متخصصة**

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 هامشًا وتحملًا كافيين ليكونوا قادرين على الحفاظ على الدقة. خاصة عندما يستخدم المصنعون طرقًا 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 وآلات 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 تتتبع الخطوط المبسطة التي تم إنشاؤها باستخدام برنامج Ansys CFX مسار وسرعة الجسيمات التي تتحرك عبر المبنى وحوله.و تشير الألوان المختلفة إلى مستويات سرعة متفاوتة، وهي الأكبر في زوايا المبنى، لتمثل المناطق البيضاء الآبار حيث من المحتمل أن تتشكل ظلال الرياح.



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

سادسا: تحليل المبنى من الداخل :

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

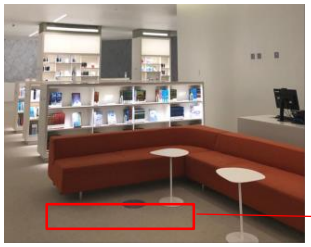
الشكل (85) جدران المكتبة
/https://www.propertyfinder.sa

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

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

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

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



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

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

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

الجدول (9) تحليل خامات الحوائط

خامات الحوائط	الزجاج	الخشب	نحاس مثقب	اكريليك	تربة مدكوكة
المعايير الوظيفية أو النفعية	الزجاج يحقق المعايير النفعية 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 بجدارة.	وظيفة هذه التربة المدكوكة هي الاستفادة من الخامات المحلية المستخلصة من قلب الصحراء وربط المكان بالثقافة والتراث لخلق تجربة ثقافية ومحلية للزواج الأجانب.
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 وانسيابية ومرونة الحركة.	الإضاءة من خلف النحاس مع مظهره المثقب واللامع أوصلت شعور جمالي وتجربة شعورية رائعة لامثيل لها.	بسبب ألوانه اللامعة والزاهية، تضفي هذه الخامة البريق واللمعان على المكان وتزيد الإنارة بسبب عكسها للضوء وبالتالي تضفي جمالية أكبر للمكان.	التربة المدكوكة قد لا تكون جميلة بشكل كبير ولكن في إثراء تم دمجها مع خامات أخرى وتسليط 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 والفخامة 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 التربة هي من الخامات المستدامة العديمة السمية وتم استخدامها هنا عوضا عن الإسمنت الذي يعتبر خامة ضارة بالإنسان وصحته بالإضافة إلى أن وجودة يشعر مرتادين إثراء بالقرب النفسي من المكان وثقافته.

الجدول (10) المعايير الاقتصادية لخامات الحوائط

خامات الحوائط	الزجاج	الخشب	نحاس مثقب	اكريليك	تربة 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 غالية جدا والبعض الآخر أسعاره في المتناول ولكن كون إثراء مركز اهتم بالتصاميم الداخلية بشكل كبير فإنه تم استخدام خشب معالج ذو نوعية جيدة وبالتالي غلاء سعره.	النحاس خامة ليست غالية بالاطلاع على أسعارها في السوق مقارنتا بالخامات الأخرى كما أنه مثقب مما يقلل تكلفة الكتلة النحاسية.	الاكريليك خامة رخيصة جدا وفي متناول الجميع.	هي طريقة قليلة التكلفة نسبيا نظرا لإنها تعتمد بشكل أساسي علي 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.	الاكريليك خامة قوية مقاومة للصدامات والخدوش والتشوهات.	التربة 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	الاكريليك يعتبر خامة غير مستدامة حيق يتم تصنيعها في مصانع متخصصة لذلك	التربة المدكوكة تحقق عنصر الاستدامة.
ملائمة الخامة للبيئة المحيطة	ملائم جدا حيث يعكس البيئة الصحراوية لمحيطة بمركز إثراء مما يحقق	ملائم جدا للبيئة الطبيعية المحيطة بالمكان فالخشب والرمال عنصران	غير ملائمة بشكل كبير للبيئة كونها بيئة طبيعية تماما.	الاكريليك خامة قادرة على التكيف مع جميع البيئات عن طريق تغيير أشكالها	ملائم جدا للبيئة الطبيعية المحيطة بالمكان فالرمال المحيطة بإثراء تمتد الآن

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

الجدول (11) تحليل خامات الأرضيات

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

الجدول (12) تحليل المعايير الاقتصادية لخامات الأرضيات

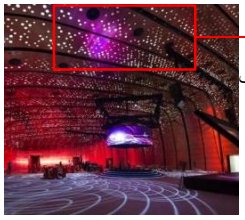
خامات الأرضيات	باركيه	بورسلان	فينيل	موكيت
ملائم اقتصاديا للمشروع	الباركية المعالج قد يكون مكلف اقتصاديا خصوصا إذا أستخدم بمساحات واسعة.	البورسلان بكافة أنواعه يعتبر نسبيا غير مكلف اقتصاديا للمشروع وهو ملائم للتكلفة التشغيلية للمشروع.	الفينيل يعتبر نسبيا غير مكلف اقتصاديا للمشروع وهو ملائم للتكلفة التشغيلية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

الجدول (13) يوضح تحليل خامات الأسقف

خامات الأسقف	الزجاج	النحاس المثقب	اكريليك	جبس بورد	بلاطات السقف
المعايير الوظيفية أو النفعية	حقق 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 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 بجدارة.	يحقق المعايير الوظيفية حيث أستخدم الجبس بورد لإخفاء تسليك الإضاءة والتكييف 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 المرضية. - سهلة 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 المثقب واللامع أوصلت شعور جمالي وتجربة شعورية رائعة لامثيل لها حيث أن السقف مستمر ومتصل مع الحوائط مما أعطى شعور بالانسيابية والاستمرارية والاتساع.	بسبب ألوانه اللامعة والزاهية ، تضفي هذه الخامة البريق واللمعان على المكان وتزيد الإنارة بسبب عكسها للضوء وبالتالي تضفي جمالية أكبر للمكان.	الجبس بورد يحقق المعايير الجمالية حيث أستخدم باللون الأبيض مما يعطي شعور بالنظافة واتساع المكان وبساطته .	أرى بأنه يحقق المعايير الجمالية بشكل جزئي حيث يعتبر مألوف ولكنه 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 التعرقل 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 بالانسيابية والاستمرارية والاتساع.	كما نعلم أن الجبس بورد يؤثر في المستخدم تبعا للونه وشكله وفي المشروع تم استخدام اللون الأبيض الذي ينعكس إيجابيا على فسيولوجية الزائر.	يوفر عنصر الأمن كونه مضاد للحريق ومانع لانتشاره في حال اندلاعه لا سمح الله.

الجدول (14) بوضح تحليل المعايير الاقتصادية للأسقف

خامات الأسقف	الزجاج	النحاس المثقب	اكريليك	جبس بورد	بلاطات السقف
ملائم اقتصاديا للمشروع	زجاج السقف يكون بمواصفات مميزة منها عزله للأحوال الجوية الخارجية فقد يكون هذا النوع أغلى من الأنواع الأخرى.	النحاس خامة ليست غالية بالاطلاع على أسعارها في السوق مقارنتا بالخامات الأخرى كما أنه مثقب مما يقلل تكلفة الكتلة النحاسية.	الاكريليك خامة رخيصة جدا وفي متناول الجميع.	الجبس بورد خامة رخيصة جدا وفي متناول الجميع.	بلاطات السقف رخيصة جدا وفي متناول الجميع.
عنصر المتانة والتحمل	الزجاج المستخدم في اثراء زجاج معالج لتحمل أقسى أنواع الظروف وعنصر المتانة فيه بنسبة كبيرة جدا.	النحاس يعتبر خامة قوية تتحمل الصدمات.	الاكريليك خامة قوية مقاومة للصدامات والخدوش والتشوهات.	الجبس 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 حيق يتم تصنيعها في مصانع متخصصة لذلك	الجبس بورد تعتبر خامة غير مستدامة حيث يتم تصنيعها في مصانع متخصصة لذلك.	بلاطات السقف لا يحقق عنصر الاستدامة لإنه 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 بيئة طبيعية تماما.	الاكريليك خامة قادرة على التكيف مع جميع البيئات عن طريق تغيير أشكالها وألوانها.	الجبس 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 يمتع نفاذ الحرارة والرطوبة للفراغ الداخلي.	النحاس المعالج قادر على تحمل أقسى الظروف الجوية بكل صمود	الاكريليك كونها مقاومة للحرارة والرطوبة لذلك فهي ملائمة للبيئة	الجبس بورد كونه مقاوم للحرارة والرطوبة لذلك فهو ملائم للبيئة.	بلاطات السقف مقاومة للحرارة والرطوبة وبالتالي فهي مراعية للعوامل الجوية الخارجية.

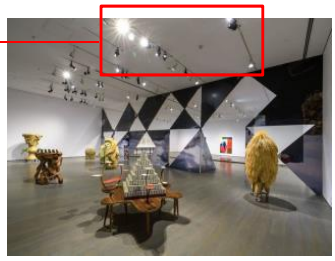


الشكل (96) سقف المسرح
/https://www.hiamag.com

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

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

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



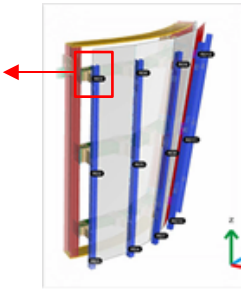
الشكل (98) سقف أحد الفراغات
/https://www.arrajol.com

سابعا: 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 و أسس 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 و الاستدامة و ملائمة اقتصاديا و ملائمته للطبيعة المحيطة و مراعاة العوامل الجوية، و بناء على ذلك تم تحليل اثنان من أحدث المباني الذكية و ذكر أهم النتائج و التوصيات.



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

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

4- النتائج

أ- 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 .

ب- تتحدد نوعية الخامة المستخدمة في التصميم الداخلي بناء على نوع المبنى وموقعه بالإضافة للثقافة المجتمعية السائدة حوله.

ت- الألوان النابضة بالحياة على الواجهات تعمل كعاكس للتحكم في انبعاث الحرارة وتدفق ضوء الشمس.

ث- إمكانية اختيار خامات ومواد ذات تكلفة أقل ، مع تحقيق الأمن والسلامة للمبنى .

ج- تصميم المبنى لا ينفصل عن البيئة الخارجية فكل منهما جزء لا يتجزأ من الآخر.

5- التوصيات

أ- على المصمم مراعاة اختيار الخامات المناسبة لنوع الفراغ و متابعة كل ما هو جديد في عالم تقنية الخامات وتوظيفها في الفراغات الداخلية.

ب- الابتعاد عن الصور النمطية في تصميم المباني الثقافية وذلك لدورها المهم في التأثير على راحة المستخدمين سيكولوجيا.

ت- زيادة تركيز المصممين على عمل تصاميم مستدامه تخدم الموقع وتستفيد من الموروث البيئي.

ث- العناية بالموارد البيئة وتضمينها في التصميم بالشكل المناسب من اهداف التصميم الناجح.

ج- ضرورة تطبيق المعايير العالمية لتكنولوجيا الخامات في المشاريع.

ح- إعطاء اهتمام أكبر لتصميم المشاريع الثقافية كونها مرآة للثقافة المجتمعية.

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 بالحداثة 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 و مقاوم جيد للبقع و مقاوم للخدش و مقاوم 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 توفرت الوظيفة المطلوبة.
المعايير الجمالية	كما نعلم الزجاج من أجمل الخامات التي يمكن استخدامها خارجيا كونه يحتوي على عناصر جمالية عدة منها السماح بنفاذية عالية للضوء.	التيتانيوم لم يظهر جليا في الواجهة لذلك لا يحقق العنصر الجمالي.	لم يحقق المعيار الجمالي بشكل كافي حيث أن شكله يبدو عاديا ومألوفا.	أرى بان 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 لتوفر 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 لزوار 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 يضفي القوة والتماسك للهيكل الخارجي فهو يحقق أحد أهم الاعتبارات الإنسانية وهي توفير الأمن 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 بالحداثة 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 و مقاوم جيد للبقع و مقاوم للخدش و مقاوم 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 توفرت الوظيفة المطلوبة.
المعايير الجمالية	كما نعلم الزجاج من أجمل الخامات التي يمكن استخدامها خارجيا كونه يحتوي على عناصر جمالية عدة منها السماح بنفاذية عالية للضوء.	التيتانيوم لم يظهر جليا في الواجهة لذلك لا يحقق العنصر الجمالي.	لم يحقق المعيار الجمالي بشكل كافي حيث أن شكله يبدو عاديا ومألوفا.	أرى بان 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 لتوفر 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 لزوار 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 يضفي القوة والتماسك للهيكل الخارجي فهو يحقق أحد أهم الاعتبارات الإنسانية وهي توفير الأمن لمستخدمين المبنى وحماية المبنى من السقوط.

6- المراجع

أ- المواقع الالكترونية :

- 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 بابل2010م.
- 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) ،"اثر نظم ومواد الإنشاء المعاصرة على الاداء الوظيفي والجمالي للفراغات المعمارية"، كلية الهندسة ، الجامعة الاسلامية غزة.
- سن ، سعيد، "اختيار الخامات كأحد مقومات جودة البيئة الداخلية" – كلية الفنون التطبيقية –جامعة حلوان
- جعفر، عباس(2014)، "الاساليب 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 المستدامة"،architecture.uwaterloo.ca/ تم الإسترجاع 9يونيو2011
- 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 نوميا ، كاليدونيا الجديدة "pdfarchitecture.uwaterloo.cz تم الاسترجاع 9 يونيو 2011 .