دراسة تحليلية لعناصر العمارة المتحركة في حيز العمارة الداخلية للحرم النبوي

Analytical study of the moveable architecture elements in the internal architecture of Al-Haram Al Nabawi

الباحثة / مها عبده إبراهيم

مهندسة ديكور – قسم عمارة داخلية –ديكور-فنون جميلة-جامعة حلوان

Researcher. Maha Abdo Ibrahim

Interior Architect - Department of Interior Architecture - Decor - Fine Arts - Helwan University

Mahaabdo146@gmail.com

ملخص البحث:Abstract

نظراً لتطور تقنيات الحاسب الآلي وتطور مواد البناء وانتشار تقنيات أنظمة الاستشعار ظهرت مشاريع معمارية لها هوية مميزة تستمدها من وجود أنظمة حركية لها تأثير واضح على التصميم الداخلي وطبيعة المبنى الوظيفية والتشكيلية، وهو ما ظهر في الحرم النبوي الشريف من خلال المظلات الميكانيكية الآلية الفتح والإغلاق، وحركة القباب المتحركة .

ومن هنا ظهرت إشكالية البحث المتمثلة في السؤال التالي: ما هو تأثير العمارة المتحركة على حيز العمارة الداخلية في الحرم النبوي وإمكانية تطبيقه على المساجد المعاصرة .

وكان من أهم أهداف البحث: حصر وتوصيف دقيق لعناصر العمارة المتحركة في الحيز الداخلي للحرم النبوي والمتمثلة في القباب المنزلقة والمظلات المتحركة، وقد اتبعت الباحثة منهج التحليل العلمي بالزيارات الميدانية للمكان للوقوف على التفاصيل الخاصة بتلك العمارة المتحركة وتأثيرها على الحيز الداخلي، والمنهج التوثيقي بالوصف الدقيق لطرق تصنيعها واستخدام الخامات والأساليب الحديثة في بنائها وتنفيذها .

ومن أهم النتائج التي وصل لها البحث أنه استُخدم في العمارة الداخلية للحرم النبوي أحدث أنواع التكنولوجيا التي تخدم الحيز الداخلي وتوفر الراحة والتصميم البيئي لمستخدميه، وكذلك اعتبار أن الحرم النبوي من أوائل التوسعات القيمة في أحدث الوسائل التكنولوجية في معالجة نظم التحكم البيئية عند تصميم المساجد، وذلك بما لا يتعارض مع مفهوم الثوابت .

كلمات مفتاحية:

التكنولوجيا الحديثة، العمارة المتحركة، الحرم النبوي، العمارة الداخلية.

Abstract:

Because of the development of the computer technologies and building material, beside the spread of sensors systems technologies, a lot of significant architectural projects have appeared resulted from the presence of movable systems that have an obvious effect on the internal design and the building functional and formational nature, which appeared in AL-HARAM AL NABAWI mosque through its mechanical umbrellas that open and close automatically and through its movable domes.

The research problem arises in the following question: what are the elements of moveable architecture and what is its effect on the internal architecture of AL-HARAM AL NABAWI and what are the materials used in its building and formation?

One of the main objectives of the research was: accurate determination and description of the architecture moveable elements in the internal space of AL-HARAM AL NABAWI such as its sliding domes and moving umbrellas. The researcher used the scientific analysis method through field visits to understand the special details

المنارة للاستشارات

www.manaraa.com

moveable architecture and its effect on the internal space in terms of its integration with the other formational elements of the place, and she used the documentary approach to accurately describe the methods of its manufacture and the usage of materials and modern methods in constructing and building them.

One of the most important results we got from the research is that the latest types of technology were used in the internal architecture of AL-HARAM AL NABAWI, the kind of technology that serves the internal space and provide comfort and environmental design for its users, beside considering AL-HARAM AL NABAWI as one of the first valuable expansion in processing the environmental control systems when designing mosques in a way that is not inconsistent with the constants.

keywords:

Modern technology ،Moveable Architecture, Al-Haram Al Nabawi ،Internal Architecture.

مقدمة:Introduction

إن المسجد النبوي الشريف هو نواة تشكيل المسجد في العالم كله، إذ بناه رسول الله ﷺ قبل أربعة عشر قرناً وازدهر عبر التاريخ ومر بالعديد من المراحل، واستخدم المعماري فيه حيلاً كثيرة لا حصر لها لكي يسهل على زائريه ويوفر سبل الراحة لهم.

ويمكن تعريف التكنولوجيا Technology على أنها كلمة يونانية في الأصل وتتكون من مقطعين: الأول Techno ويعني حرفة أو مهارة أو فن، والثاني logy: وتعني علم أو دراسة[1]. وقد وجدت التكنولوجيا في كل عصر وزمان، وتناسبت بشكل مستمر مع المعطيات التقنية الموجودة في هذا العصر، فلا يمكننا أن نطلق على المرحلة الأولى لإنشاء المسجد النبوي الشريف على يد المصطفى ﷺ لفظة أنها لا تمثل منظومة تكنولوجية مثلاً، ذلك لأنها قد مثلت تلك المنظومة بالفعل طبقاً لمكونات العصر وتقنيته، وقد أفلحت التكنولوجيا المستخدمة آنذاك في جعل المنشأة وظيفية لأعلى الدرجات. ومن هنا ومع التطور التقني وتطور حركة الاكتشافات والاختراعات، انعكست حركة التكنولوجيا على المساجد، وتطورت تطوراً عظيما في الفترات الأخيرة وتعد هذه التوسعة من أهم المشاريع في العصر الحديث لأهميته الدينية وكذلك لأساليب التقنيات الحديثة التي استخدمت في تلك التوسعة، وقد فاز المشروع بأفضل إبداع تقني من الهيئة الدولية لتكنولوجيا البناء بهيوستن بالولايات المتحدة الأمريكية عام 1993م[2]. لذا ركزت الباحثة على أهم العناصر التي من الممكن أن تكون قد تأثرت بالتكنولوجيا العصرية الحديثة في الحرم النبوي (محل الدراسة)، وهي العمارة المتحركة والمتمثلة في حركة المظلات الآلية وكذلك حركة القباب المنزلقة، وستقوم الباحثة هنا باستعراض بعض أنواع التقنيات التكنولوجية المستخدمة حديثاً في الحرم النبوي في القرن الواحد والعشرين.

مشكلة البحث Statement of the problem:

تتمثل إشكالية البحث في التساؤل الآتي: ماهية عناصر العمارة المتحركة وتأثيرها على حيز العمارة الداخلية في الحرم النبوي والمواد المستخدمة في بناءها وتشكيلها.

المنارة للاستشارات
www.manaraa.com

أهمية البحث Study Significance:

تكمن أهمية البحث فيما يلي

- حصر وتوصيف دقيق لعناصر العمارة المتحركة في الحيز الداخلي للحرم النبوي والمتمثلة في القباب المنزلقة والمظلات المتحركة
- تدعيم المكتبة العربية بمرجع موثق لعملية التطوير المتعاقبة للعمارة الداخلية للحرم النبوي في القرن الواحد والعشرين.

أهداف البحث Objective:

حدود البحث Delimitations:

1-الحدود المكانية: الحرم النبوي الشريف، المدينة المنورة، المملكة العربية السعودية.

2-الحدود الزمانية: القرن الواحد والعشرين.

منهج البحث:

1-المنهج التحليل العلمي/مدخل علمي: بالزيارات الميدانية للمكان للوقوف على التفاصيل الخاصة بعناصر العمارة الداخلية المتحركة والتكنولوجيا المستخدمة بها للأخذ بمضمونها وأساسيتها في التصميم الداخلي.

2-المنهج التوثيقي/مدخل نظري: بالوصف، طرق استخدام الخامات والتكنولوجيا الحديثة المستخدمة في العمارة المتحركة في إبراز تلك الهوية الإسلامية في المكان بدون أن تنقص من سماتها.

الدراسات السابقة:

1- زينهم، محمد –عمارة المساجد (الثوابت والمتغيرات بين التطوير والترميم) مطبعة دون بوسكو-القاهرة-2006م.

2- شيرين محمد إسماعيل-المعايير التكنولوجية والتصميمية للمسجد النبوي الشريف وأثر ذلك على التصميم الداخلي للمساجد -رسالة دكتوراه في الفنون التطبيقية –قسم التصميم الداخلي والأثاث -جامعة حلوان- 2011

3- كمال إسماعيل، محمد–مشروعات الملك فهد بن عبد العزيز لعمارة وتوسعة الحرمين الشريفين-أطروحات مستكتبه، ندوة عمارة المسجد-كلية العمارة والتخطيط – جامعة الملك سعود- 1999م

المنارة للاستشارات
www.manaraa.com

4- Khalid A.H. Bakr M. Binladin, Fuad A. Rihani- Robotics and Automation in the Construction of the Sliding Domes of King Fahd's Extension of the Prophet's Holy Mosque in Madinah, Kingdom of Saudi Arabia-CIVIL engineering Department-king Saud Universe-

1- العناصر التكنولوجية المستخدمة في الحرم النبوي الشريف في القرن الواحد والعشرين:

1-1 أولا: العمارة المتحركة:

في نهاية القرن العشرين وبدايات القرن الواحد والعشرين تطورت أنظمة العمارة المتحركة بشكل كبير. نظراً لتطور تقنيات الحاسب الآلي وتطور مواد البناء وانتشار تقنيات أنظمة الاستشعار ظهرت مشاريع معمارية لها هوية مميزة تستمدها من وجود أنظمة حركية لها تأثير واضح على طبيعة المبنى الوظيفية والتشكيلية، وهو ما ظهر في الحرم النبوي الشريف من خلال المظلات الميكانيكية الآلية الفتح والإغلاق، وحركة القباب المتحركة.

وكان صاحب تلك البدايات هو المعماري **بدو راش Bodo Rash 1943**(*)، وله في المملكة العربية السعودية أعمال كثيرة، ومنها تصميم المظلات المنغلقة الآلية، والقباب المنزلقة، وكذلك مدينة الحجاج بالمملكة، فهو من أهم أصحاب رواد فكرة العمارة المتحركة. (1)

1-1-1 أولاً: المظلات الميكانيكية الآلية:

1-1-1-1 الفكرة والوصف العام:

كانت الفكرة بأمر من الملك عبد الله بن عبد العزيز الذي أمر ببناء مظلات لساحات المسجد النبوي والتي أشرفت عليها الرئاسة العامة لشؤون المسجد الحرام والمسجد النبوي، وقد انتهى المشروع في شهر أغسطس من عام 2010م، وقد تضمن المشروع في البداية بناء 182 مظلة على أعمدة ساحات المسجد، ثم تم إضافة 68 مظلة في الساحات الشرقية ليصبح مجموع المظلات 250 مظلة كما في **الشكل رقم (01)**،وكانت تكلفت المشروع الخاص بالمظلات 4 مليار ريال سعودي. بمقاس يقد للمظلة الواحدة بما مقداره 25.5م طولاً وعرضاً، وتظل المظلة الواحدة حوالي (57) م^2، وتبلغ المساحة الإجمالية للمناطق المظللة حوالي (104.000) م^2 تتسع لحوالي (209.000) مصل، ويبلغ ارتفاع طرف نسيج المظلة في حالة الفتح حوالي (15.0) م، وفي حالة الإغلاق حوالي (21.3) م. ويتم فتح أو إغلاق المظلة آلياً.

الشكل رقم (01) الموقع العام لمظلات ساحات المسجد الداخلية والخارجية آلية الفتح والإغلاق، وتظل المظلة الواحدة حوالي 57 م^2.
Source:http://alfozanaward.org/wp-content/uploads/2-12/05/2018.jpg

وتحول المظلات المفتوحة من وصول أشعة الشمس إلى الساحة خلال النهار كما في **الشكل رقم (02)**، بينما تسمح بصعود الهواء الحار إلى الأعلى وقت إغلاقها في الليل. ويحجب الغطاء شبه الشفّاف للمظلات أشعة الشمس، ولكن يسمح بمرور الضوء، ويحتوي التصميم أيضاً على نظام إضاءة ليلي. كما يتم فتح كل من مجموعات المظلات المرتفعة والمنخفضة على التوالي مع تأخير زمني طفيف حتى لا تصطدم هياكلها ببعضها البعض، كما في **الشكل رقم (03)**(2).

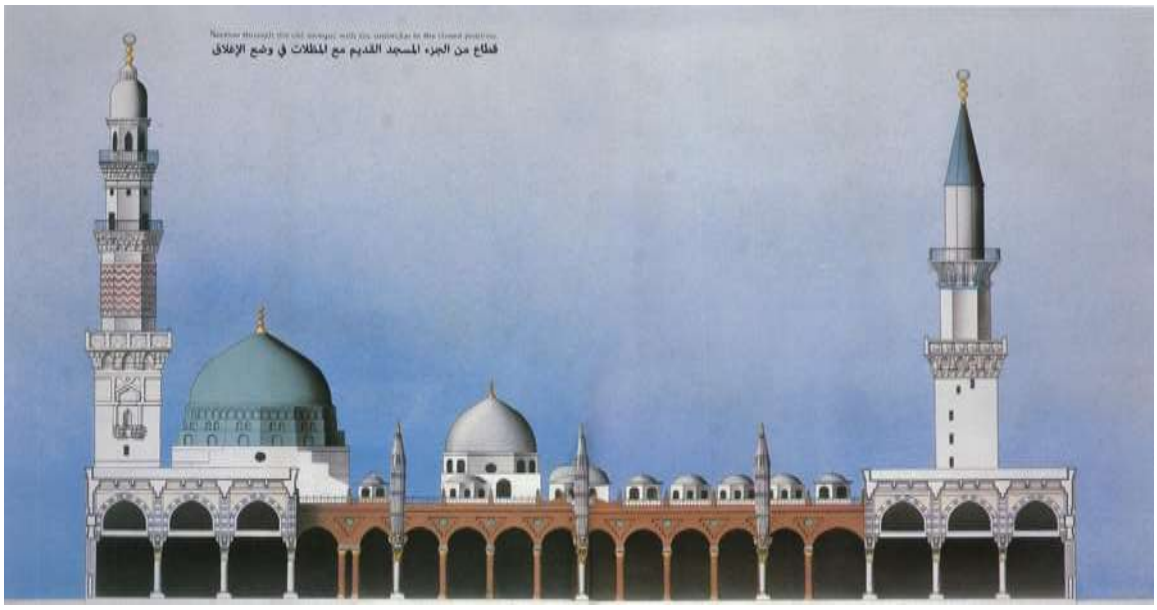
المنارة للاستشارات
www.manaraa.com

الشكل رقم (02) منظر عام لمظلات الساحات الخارجية
Source:http://alfozanaward.org/wpcontent/uploads/2-12/05/2018.jpg

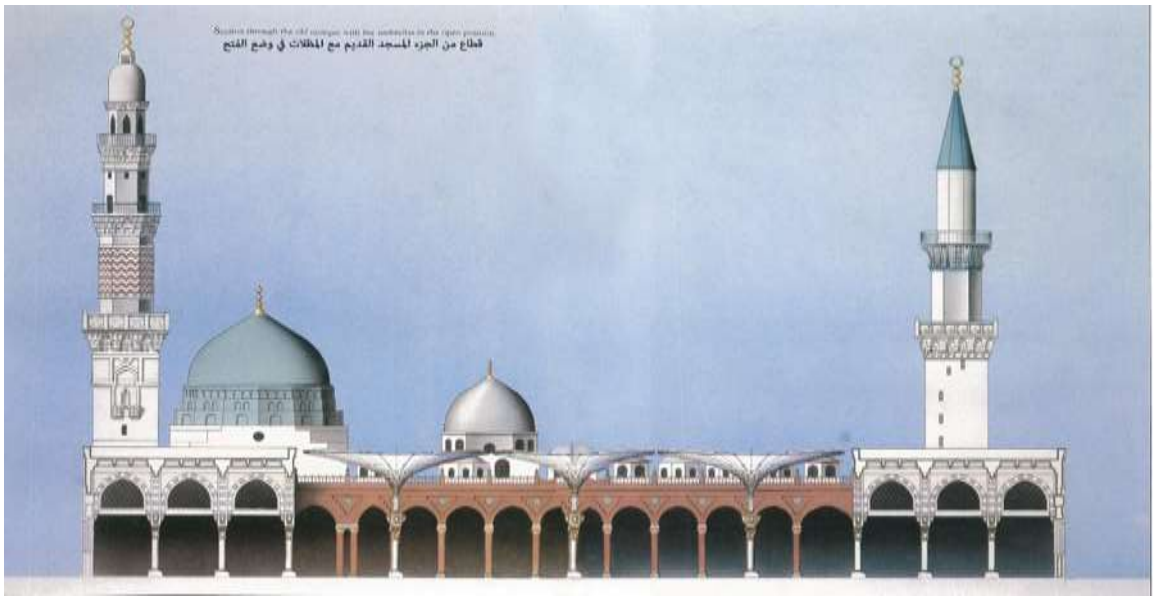
الشكل رقم (03) مجموعة من المظلات آلية الفتح والإغلاق، أثناء عملها.
المصدر: تصوير الباحثة 2018م

تحيط التوسعة السعودية الأولى والعمارة المجيدية بفناءين كبيرين يطلق على كل منهما الحصوة، وعند اتخاذ القرار بتكييف المسجد بكامله قرر التحكم في تغطيتهما بمظلات تفتح وتغلق آلياً بحيث يتحكم بيئياً في الفراغين، مع المحافظة على هيئتهما الأولى التي تعود إلى أصل المسجد عند بنائه في عهد رسول الله ﷺ. وأقيم على كل فناء ست مظلات كبيرة، وكما هو موضح في **الشكل رقم (04)**، صممت خصيصاً للمسجد النبوي، يصل ارتفاعها إلى ارتفاع المسجد 14م، وتبلغ أبعادها (18x17) م، وقطرها (24م، ومساحتها 306م^2[1]. وكما هو موضح في الواجهة في **الشكل رقم (05)**، للمظلات وهي مفتوحة ومغلقة ونسبتها مع الشكل العام للمكان وتوافقها مع التكسيات والألوان الخاصة بالمكان.

الشكل رقم (04) منظر عام لجزء من تغطية المظلات في الصحن الداخلي للمسجد.
المصدر: تصوير الباحثة 2017



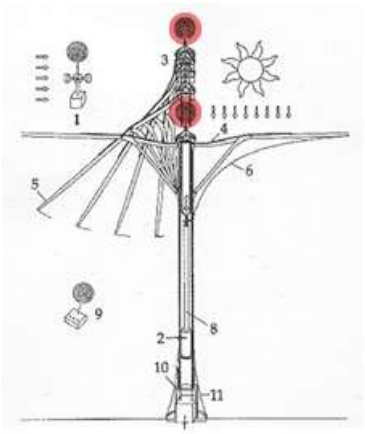
المنارة للاستشارات
www.manaraa.com



الشكل رقم (05) قطاع عرضي في الحصوة القديمة والمغطاة بالمظلات تظهر به المظلات وهي مغلقة ومفتوحة، ويتضح أنه بالرغم من اختلافها في الشخصية إلا أنها تتكامل مع الطابع المعماري الداخلي لحيز الفناء الموجود في المسجد النبوي في انسجام واضح.
Source: The Architecture of the Prophet's Holy Mosque Al Madinah - page 166-169

1-1-1-2 التصميم والبناء:

جهزت ساحات المسجد النبوي بعدد 250 مظلة، وتعمل بنظام آلي لفتحها وإغلاقها، وتعلو المظلات إحداهما الأخرى لتحقيق التداخل بينهما، وأنها تنقسم إلى نوعين من حيث الارتفاع إذ يبلغ ارتفاع بعضها نحو 14.40 متراً، وأخرى يبلغ ارتفاعها نحو 15.30 متراً، فيما تتساوى جميعها في حالة الإغلاق بارتفاع نحو 21.70 متراً. والهيكل الحديدي للمظلة الواحدة يتكون من اسطوانة علوية تحتوي على التلسكوب ووحدة التشغيل كما في **الشكل رقم (06)** ، وثماني دعامات علوية وثمانية أذرع داخلية وثماني دعامات سفلية وأربعة أذرع قطرية وثمانية أذرع مساندة للأذرع القطرية وأربعة أذرع وسطية وثمانية أذرع مساندة للأذرع الوسطية، كما أن التاج والرمح يشكلان نهاية المظلة من الأعلى، وهي مصنوعة من النحاس الملمع المطلي بالذهب) طلاء كهربائي).



الشكل رقم (06) رسم تحليلي موضح موضع التليسكوب باللون الأحمر ووحدة التشغيل داخل هيكل المظلة.
Source:http://alfozanaward.org/wp-content/uploads/2-12/05/2018.jpg

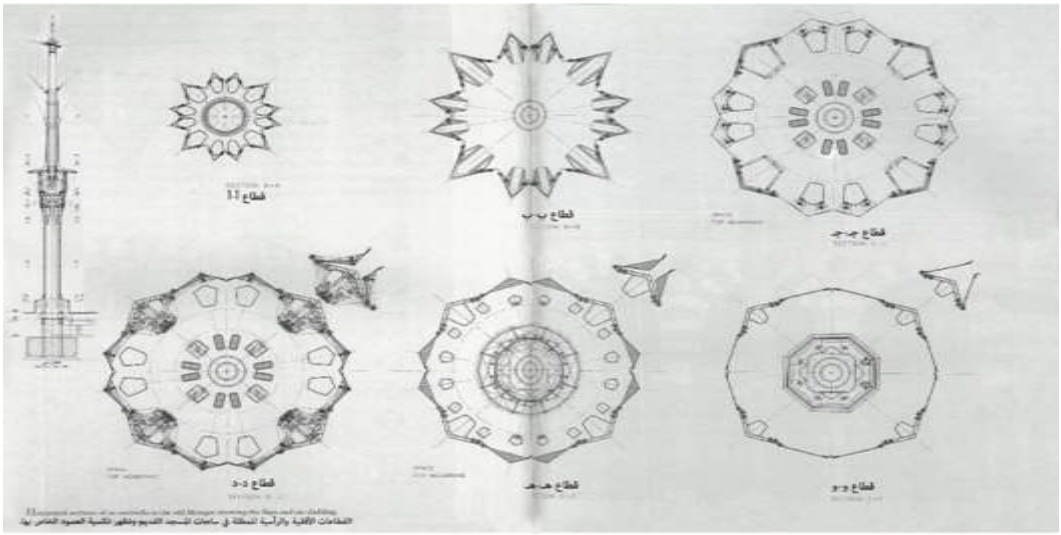
ويتكون هيكل المظلة من سارية معدنية مثبتة في عمود خرساني مغطى بالرخام الأبيض. ويدعم السارية إطار ميكانيكي تحركه أسطوانة هيدروليكية تعمل بالزيت الذي يضخ إليها لكي تحرك الذراع الذي يفتح ويغلق المظلة. يتحكم في هذه العملية بواسطة الحاسوب الرئيسي للمبنى الموصل إلى كل مظلة عن طريق قنوات تحت الأرض، بحيث يظهر على لوحة المراقبة وضع المظلة إذا كانت مفتوحة أو مغلقة أو معطلة. تتم عملية الفتح والغلق بهدوء تام دون حدوث أية ضوضاء مع كبر حجم المظلات[1].

ويتم تثبيت المظلات على أعمدة إنارة والتي تتكون من أنبوب معدني من الحديد عالي المقاومة بارتفاع 6.50م مثبت على قواعد خرسانية مربعة طول ضلعها 10م، وبعمق .06م في باطن الأرض، وتتم كسوة عامود الإنارة وقاعدته بالجرانيت

المنارة للاستشارات
www.manaraa.com

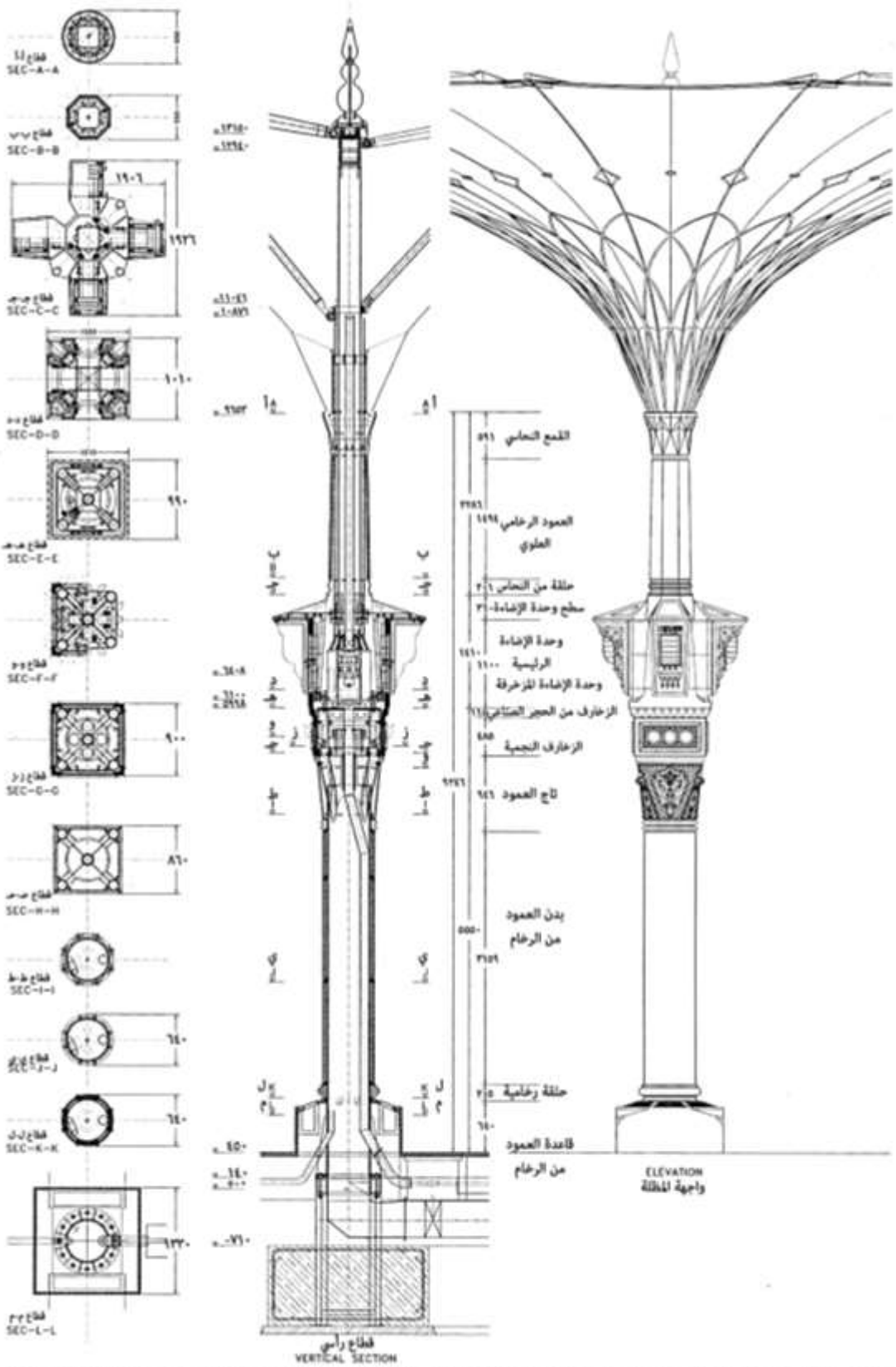
مع كسوة الجزء العلوي منه بالحجر الصناعي، ويتم تزويد عمود الإنارة من أعلاه بأربع وحدات إنارة فيها عاكس متطورة ذات مقرنصات توزع الضوء بشكل قوي منتظم يمنع حدوث وهج على أعين الناظرين وتغلف وحدات الإنارة بغلاف نحاسي مشغول.

وفي الشكل رقم (07-أ)، والشكل رقم(07-ب) بعض الرسومات التفصيلية والقطاعات المعدنية الخاصة بالمظلة والتي توضح بالتفصيل مكوناته الرئيسية والمقاسات الخاصة بها.



الشكل رقم (07-أ) رسومات تفصيلية (working drawing) للمساقط الأفقي للقطع المكونة للمظلات المتحركة.

المنارة للاستشارات
www.manaraa.com



Horizontal and vertical sections of an umbrella in the courts of the old Mosque showing the cladding of the masts.

مقطع أفقي ورأسي لمظلة في ساحات المسجد القديم تظهر تكسية العمود الخاص بها.

الشكل رقم (07-ب) رسومات تفصيلية تظهر المسقط الأفقي والقطاع الرأسي، لمظلات الحرم النبوي.

Source: The Architecture of the Prophet's Holy Mosque Al Madinah - page 170

المنارة للاستشارات
www.manaraa.com

واجتمع في وحدة المظلات الجمع بين الهيكل الإنشائي وأنظمة الإنارة، والتكييف، والصوت، والفتح والغلق الهيدروليكي. ووضعت مخارج الهواء المكيف في قواعد وتيجان الأعمدة التي تحمل المظلات. كما تتجمع مياه الأمطار وتصرف في مركز المظلة، حيث تصب في القمع المركزي المكون من حلقة من النحاس كما في **الشكل رقم (09)**، والذي ينتهي بأنبوب يمر بداخل العمود، ثم يصرف خارج المسجد .ويتكون جسم المظلة من قماش جديد استخدم لأول مرة في المظلات، مصنوع من مادة الفلورو كاربون PTFE، حيث انتجت من هذه المادة خيوط قوية تتحمل قوة شد عالية. ويتميز القماش الذي نسجت منه هذه الخطوط بمقاومته للأشعة فوق البنفسجية؛ لذلك تمنحه هذه الخاصية البقاء لمدة طويلة، إضافة إلى مقاومته للحريق، ومرونته وقابليته للثني وخلوه من التجاعيد كما في **الشكل رقم (10)**.

الشكل رقم (09-أ) صورة مقربة للحلقة المركزية الذي يمر من خلالها مياه الأمطار، وهي مصنوعة من النحاس

الشكل رقم (09-ب) الشكل العام للمظلة، أثناء عمل الاختبارات عليها

الشكل رقم (09) صورة عامة عن القمع المركزي، التي تمرر صرف مياه الأمطار في مظلة الحرم النبوي.
Source: https://sl-rasch.de/wp-content/uploads/2016/01/Bildschirmfoto-2015-02-26-um-13.41.05.jpg

الشكل رقم (10-أ) أثناء تركيبها وقابليتها للثني.

الشكل رقم (10-ب) وهي مفتوحة، ومشدودة.

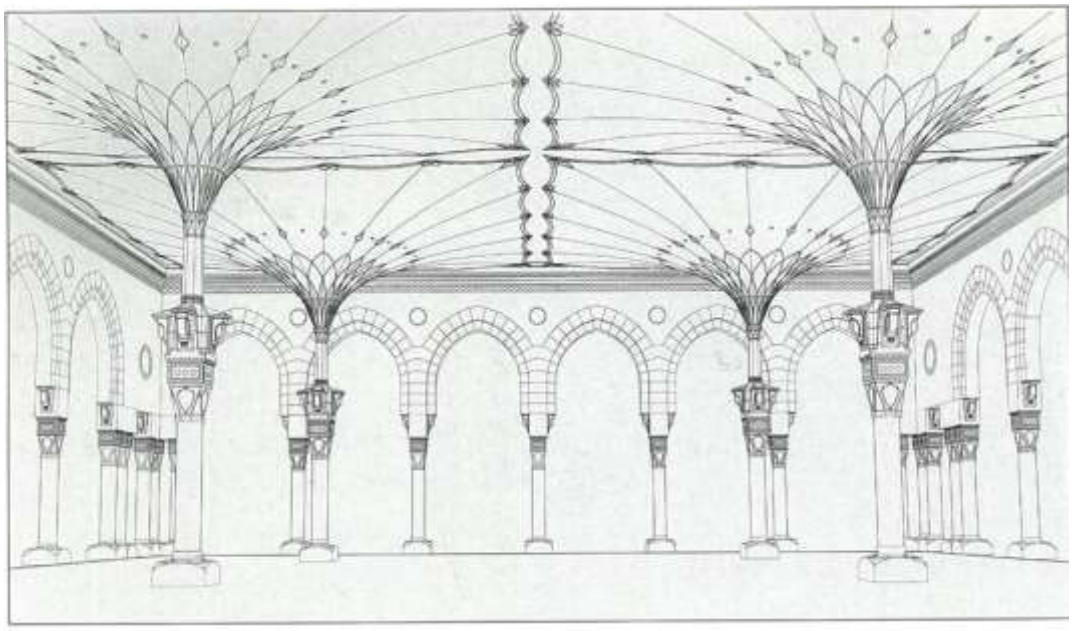
الشكل رقم (10) استخدام مادة التيفلون البيضاء في صنع الكسوة الخارجية للمظلة، وهي مادة عاكسة للشمس، ويعد هذا الغطاء مضاد للأشعة فوق البنفسجية والحريق والمواد الكيمائية، كما تعد مادة التيفلون ذات عمر افتراضي طويل، وهي أنسب مادة يمكن استخدامها في تنفيذ الأسطح القابلة للطي والتجميع.
Source: https://sl-rasch.de/wp-content/uploads/2016/01/6-1024x244.jpg

المنارة للاستشارات
www.manaraa.com

الشكل رقم (11) صورة مقربة لتفصيلية زخارف المظلات الشرقية الشكل، وهي من أشرطة بولي تترافلورو إيثلينPTFE زرقاء اللون.
المصدر: تصوير الباحثة 2018

وكان واضحا منذ بداية التخطيط أن النسيج PTFE بولي تترافلورو إيثلين) سيكون وحده قادر على تلبية المتطلبات الاستثنائية، فأي نسيج آخر لا يوفر حماية كاملة من الأشعة فوق البنفسجية المؤذية أو يلبي المواصفات الصارمة المطلوبة، كما يجب أن يتمتع النسيج بمقاومة عالية جدا للشد بسبب قوة الرياح، وبمرونة وثبات لوني، ومقاومة للحريق وتظليل فعال ونفاذ ضوئي مناسب، النسيج PTFE الأبيض البالغ المتانة والذي طورته شركة Sefar للهندسة المعمارية خصيصا لمشروع مظلات المسجد النبوي، ولا يجوز أن يكون أبيض اللون بسبب شدة الضوء، ولأن النفاذية القوية يمكن أن تبهر الأشخاص الموجودين تحت المظلة؛ لذلك تم اختيار نسيج رملي اللون بدلا منه، إضافة إلى ذلك اقتضى تزيين الوجه الأسفل للمظلات بزخارف مشرقية مصنوعة من أشرطة PTFE زرقاء اللون.وفي **الشكل رقم (11)** الزخارف التشكيلية والتي تغطي المظلة ،وهي مركزية الشكل وتنطلق خطوطها حتى امتداد المظلة حين فتحها، والتي تتكون من زجاج صخري لحماية نسيج المظلة عند إغلاقها والمقاوم للاشتعال والظروف الجوية والأشعة فوق البنفسجية[1]. وكانت حتى عام 2014م لونها بيج ، حتى تم تغير لون زخرفتها باللون الأزرق الفاتح.

إما بشكل عام عن شكل المظلة ومعالجتها ثم دراستها جيداً وربطها بعناصر المشروع المعمارى والداخلي، حيث تم ربط الشكل الخارجي لعمود المظلة مع الأعمدة الداخلية للمسجد، وكما هو موضح في المنظور الداخلي للفناء في **الشكل رقم (12)** فقد روعي كل النسب التشكيلية والوظيفية لتلك المظلات مع الشكل العام للعمارة الداخلية للحرم حتى وهي مغلقة وكما هو موضح في **الشكل رقم 13.**

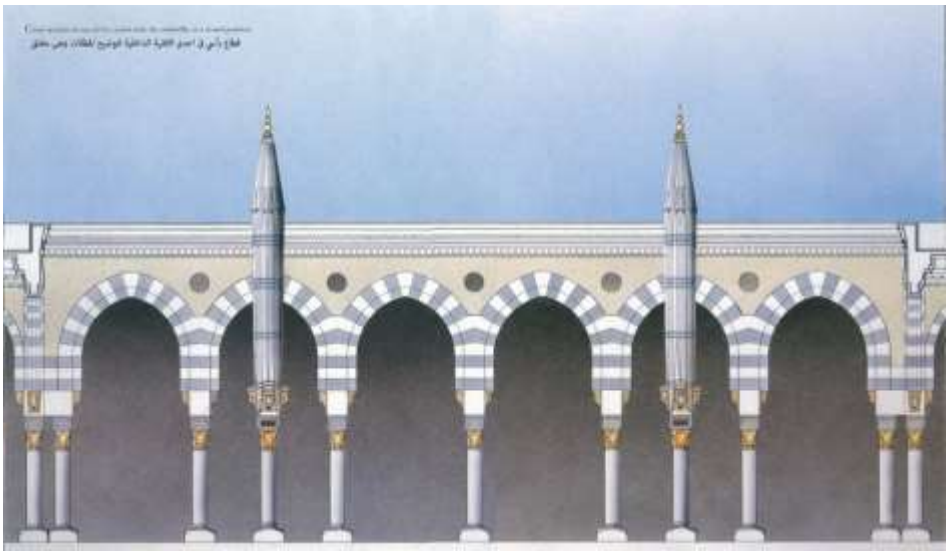


الشكل رقم (12) منظور للفناء الداخلي للمسجد النبوي موضحاً المظلات التي تغطيه في أوقات الذروة.
Source: The Architecture of the Prophet's Holy Mosque Al Madinah – Dr.Muhammad Kamal Ismail-Hazar- page 180

المنارة للاستشارات
www.manaraa.com

الشكل رقم (13-أ) قطاع عرضي للمظلات المتحركة، وهنا يظهر مدى ملائمة شكل المظلات وعناصرها مع تصميم الأعمدة والحيزات الداخلية للحرم النبوي، ومن هنا نرى اهتمام المصممين برفع من جودة وجمال التصميم الداخلي الذي يربط كل العناصر الحيز الداخلي، وبجعله في أبهى صوره.

Source: The Architecture of the Prophet's Holy Mosque Al Madinah - page 180



الشكل رقم (13-ب) قطاع عرضي للمظلات المغلقة في الحصوة السعودية ولكن في هذا القطاع تظهر المظلات وهي مغلقة، والتي تظهر مدى اهتمام المصمم بجعلها كأنها جزء من المكان في حالة إغلاقها، ويظهر ذلك في الخطوط والألوان الموجودة على المظلة من الأعلى، وتشابهت الألوان المحايدة في المظلة مع الألوان الخاصة بالحيز الداخلي للحرم النبوي.

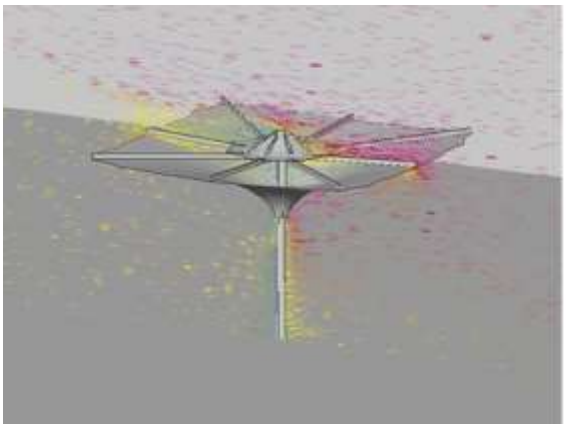
Source: The Architecture of the Prophet's Holy Mosque Al Madinah – Dr.Muhammad Kamal Ismail-Hazar- page 178-179

وقد أجريت تجارب عديدة على مجسمات للمظلة فيما يسمى بنفق الرياح لتعريضه لتيارات الرياح التي تحاكي الواقع وباستخدام الكمبيوتر، كما في **الشكل رقم (14-أ)** مما ساعد على تحديد سماكات وأبعاد عناصر ووحدات المظلات كما هو موضح في تطبيقات الكمبيوتر في **الشكل رقم (14-ب)**، وصممت المظلات لتتحمل سرعة رياح تصل إلى 97 ميلاً في الساعة في كلتا حالتي الفتح والإغلاق. ولمنع حدوث تمزق للمظلات أثناء عملية الفتح والغلق، زود النظام بجهاز مراقبة سرعة الرياح ، ويضمن إيقافها عندما تتجاوز السرعة 22.5 ميلاً في الساعة[1].

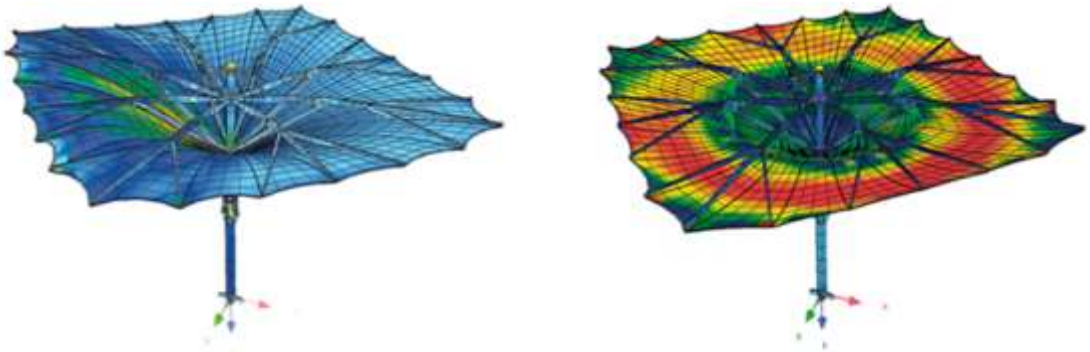
المنارة للاستشارات
www.manaraa.com

وقد قامت الشركة المصممة اس ال SL Design والمسؤولة عن تلك المظلات ، بعمل العديد من الاختبارات لدراسة البنية الكاملة للمظلات بشكل أولي كنموذج تحت الأحمال المطبقة وحتى يمكن محاكاة تسلسلات الطي الخاصة بها[2]، كما هو موضح في **الشكل رقم (15-أ) و (15-ب)**

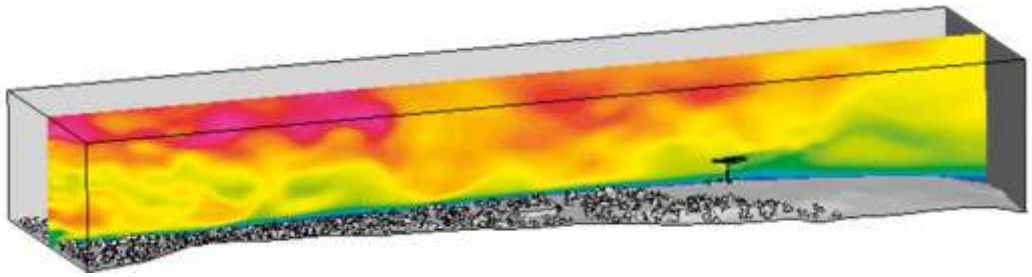
الشكل رقم (14-أ) صورة لنفق الرياح أثناء عمل الدراسة المحاكية للواقع.



الشكل رقم (14-ب) صورة لإحدى برامج الكمبيوتر التي يدرس فيها تأثير الرياح على المظلة



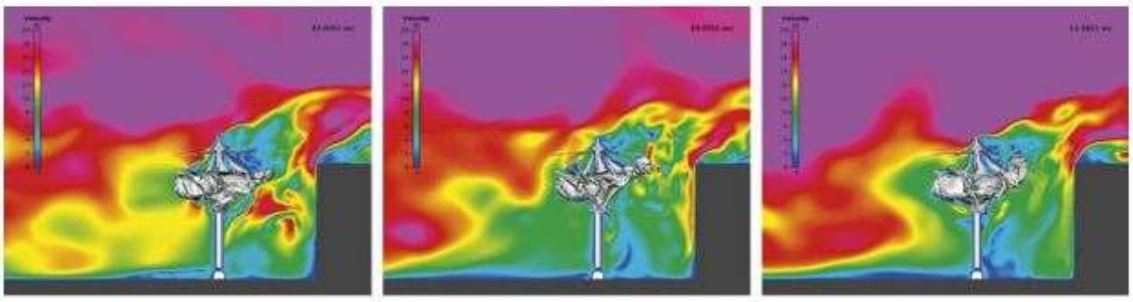
الشكل رقم (15-أ) مقارنة تأثير درجات الحرارة على كل ألياف ونسيج المظلة عن طريق تكنولوجيا الكمبيوتر وتطبيقاته التي تحاكي الواقع.



الشكل رقم (15-ب) دراسات تحليلية لدراسة المؤثرات الجوية عبر تطبيقات خاصة بالكمبيوتر وتأثيرها على العناصر بالمظلة
Source: https://sl-rasch.de/wp-content/uploads/2016/01/ae19.jpg

وهذا يتيح لهم أيضا تعديل ومقارنة الأشكال المختلفة والهياكل بكفاءة عالية كما في **الشكل رقم (16-أ)**. ويقوم المصممون بتطوير ، ومعايرة ، والتحقق من نماذج الكمبيوتر المرنة الرقمية التي تحاكي وتحلل سلوك المرونة الهوائية للأنظمة التي تشوه بقوة في ظروف الرياح الطبيعية[1]، كما في **الشكل رقم (16-ب).**

المنارة للاستشارات
www.manaraa.com



الشكل رقم (16-أ) مقارنة تأثير درجات الحرارة وسرعة الرياح على المظلة في ثلاث حالات مختلفة.

الشكل رقم (16-ب) نموذج الدراسة المنفذ لمحاكاة الواقع ولتحليل سلوك مرونة الهواء والمتصل بأجهزة الكمبيوتر، قبل تنفيذ المشروع على أرض الواقع.

Source: https://sl-rasch.de/wp-content/uploads/2016/01/WC-1024x521.jpg

وعندما تكون درجات حرارة الهواء في الظل يمكن أن تتجاوز 45 درجة مئوية ، فإن عناصر التحكم في المظلات تقترن بنظام تكييف الهواء في المبنى. تقوم منافذ الهواء الموجودة في القاعدة ومنتصف عمود المظلة بتوزيع الهواء البارد دون ضوضاء في منطقة واسعة ، بحيث يتم تبريد رباعي الزوايا بالكامل بالتساوي وبفعالية، وقد رُكب في أعمدة المظلات مجموعة 436 مروحة رذاذ موزعة على ساحات المسجد، وتحتوي كل مروحة على 16 فتحة للرذاذ صممت بطريقة تمنع تساقط الماء عند إيقاف التشغيل. وتهدف المروحة لترطيب الجو الخارجي في ساحات المسجد النبوي الشريف تحت المظلات من خلال امتصاص الطاقة الحرارية في الهواء. ويعد مشروع ترطيب الساحات من أضخم مشاريع الترطيب في العالم، خاصة أن مناخ المدينة المنورة يعد حارا وجافا، واختير هذا النظام باعتباره الأمثل لترطيب الهواء الخارجي. ويحتاج النظام لما مجموعه 200 لتر مياه معالجة في الساعة عند كل عمود كما في **الشكل رقم (17)** .ومن المهم ذكره أنه تشابهت كثيراً الأعمدة الداخلية والخارجية في طريقة عملها وبنائها ولكن اختلفت قليلاً في التكسيات الخاصة بالعمود، حيث أن عمود المظلات الداخلية هو يشبه كثيراً الأعمدة الداخلية حيث كسى العمود بالرخام الكرارة . بينما المظلات الخارجية كسيت أعمدتها برخام الروزا البرتقالي، لكي يتماشا مع المبنى الخارجي والتكسيات الخارجية للمسجد.

الشكل رقم (17) صورة للمروحة المثبتة على أعمدة المظلات المسجد النبوي المصدر: تصوير الباحثة 2018

1-1-1-3 الجوائز

حاز مشروع مظلات المسجد النبوي الذي يغطي ساحات المسجد النبوي وتشرف عليه الرئاسة العامة لشؤون المسجد الحرام والمسجد النبوي على جائزة عبد اللطيف الفوزان لعمارة المساجد في دورتها الأولى المقامة في عام 1435م هـ الموافق 2014م.[2]

المنارة للاستشارات
www.manaraa.com

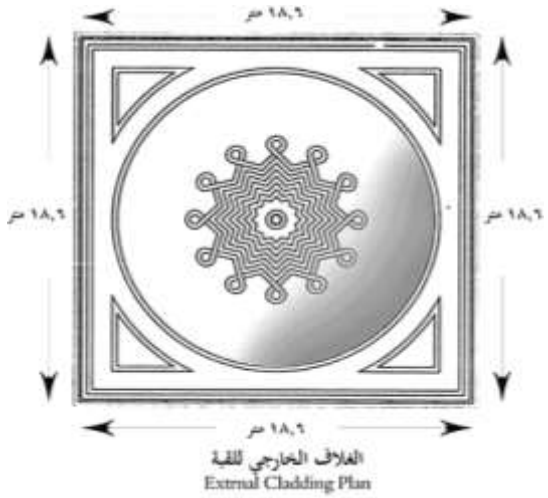
2-1-1 ثانياً: الأسقف المتحركة أو القباب المنزلقة:

القباب هي إنشاءات هندسية معمارية مقوسة(منحنية) الشكل ليس لها نهايات أو زوايا هندسية، وهي تغلف مساحات كبيرة دون الحاجة لوجود أعمدة داعمة، وعلى الرغم من سماكتها القليلة إلا أنها تعد من الإنشاءات القوية في عصرنا الحالي. وهذا التصميم يسمح لأشعة الشمس بالمرور عبر الفراغات البينية بين الأقواس وإنارة القبة دون إضعاف البناء.

وللقبة في المسجد النبوي دور جمالي رائع لا تكاد العين تخطوه من الوهلة الأولى، فإذا ضممنا القبة إلى المئذنة-وهما متلازمتان في المساجد-تكونت أمامنا صورة جمالية عظيمة تضفي على المسجد توزاناً في الشكل يرتاح إليه الناظر، وما ذلك إلا دليل واضح على تمكن المهندسين المسلمين من رسم لوحة متكاملة للمسجد تشكل إبداعاً معمارياً يطغى على الكتلة الحجرية الجاحدة المتمثلة في الكتلة المكونة للمسجد، وإذا كانت القبة خارج المسجد توحي وكأنها متجهة إلى أسفل رمز لتواضع المؤمن بين يديه ربه، فإنها من الداخل تعطي انطباعاً عكسياً يعبر عن التصاعد والحركة الرأسية لأعلى، حتى يكون المؤمن وهو يعيش جو العبادة عملياً داخل المسجد محاطاً لاتجاه و الارتقاء والسمو والتعال، وبذلك تكون القبة في المسجد أكثر من ظاهرة معمارية استخدمت لأهداف عدة، إنها رمز لقبة السماء العليا التي ترنو نحوها الأبصار، وتتحرك باتجاهها القلوب في مزيج من الأمل والخوف والحب والإجلال.

تطوير القباب:

فإضافة إلى الدور الجمالي في كسر جمود المبنى الكبير في بيت الصلاة وتخفيف حدة الكتل الضخمة الصامتة فللقبة فوق ذلك دور مهم في إيصال الإنارة إلى قلب بيت الصلاة عن طريق الشمس المتغلغلة من النوافذ الكثيرة المحيطة بعنق القبة، حتى قيل: إن نوافذ قباب المسجد صممت لندخل الشمس كل يوم من طاقة في القبة حسب مطالع شروقها أو غروبها على مدار السنة.... وبذلك كان قلب المسجد مضاء دائماً ومتسماً بالوضوح عكس معابد الأديان الأخرى[1]._ومع الإنارة يأتي دور التهوية فعندما تغطي القبة بيت الصلاة بالمسجد تسحب الهواء الساخن الذي يرتفع إلى الأعلى، فيخرج من النوافذ المطلة على الناحية المشمسة، أما النوافذ من الناحية المظللة فيدخل إليها الهواء الرطب البارد مما يفسح المجال أمام التيارات الهوائية والاستفادة من حركة الهواء من خلال نوافذ القباب. ولا يفوتنا أن ننوه إلى دور القبة في تضخيم الصوت في بيت الصلاة [2].



الشكل رقم (18) مسقط عام لمقاسات القبة المتحركة في المسجد النبوي في توسعة الملك فهد في القرن الواحد والعشرين

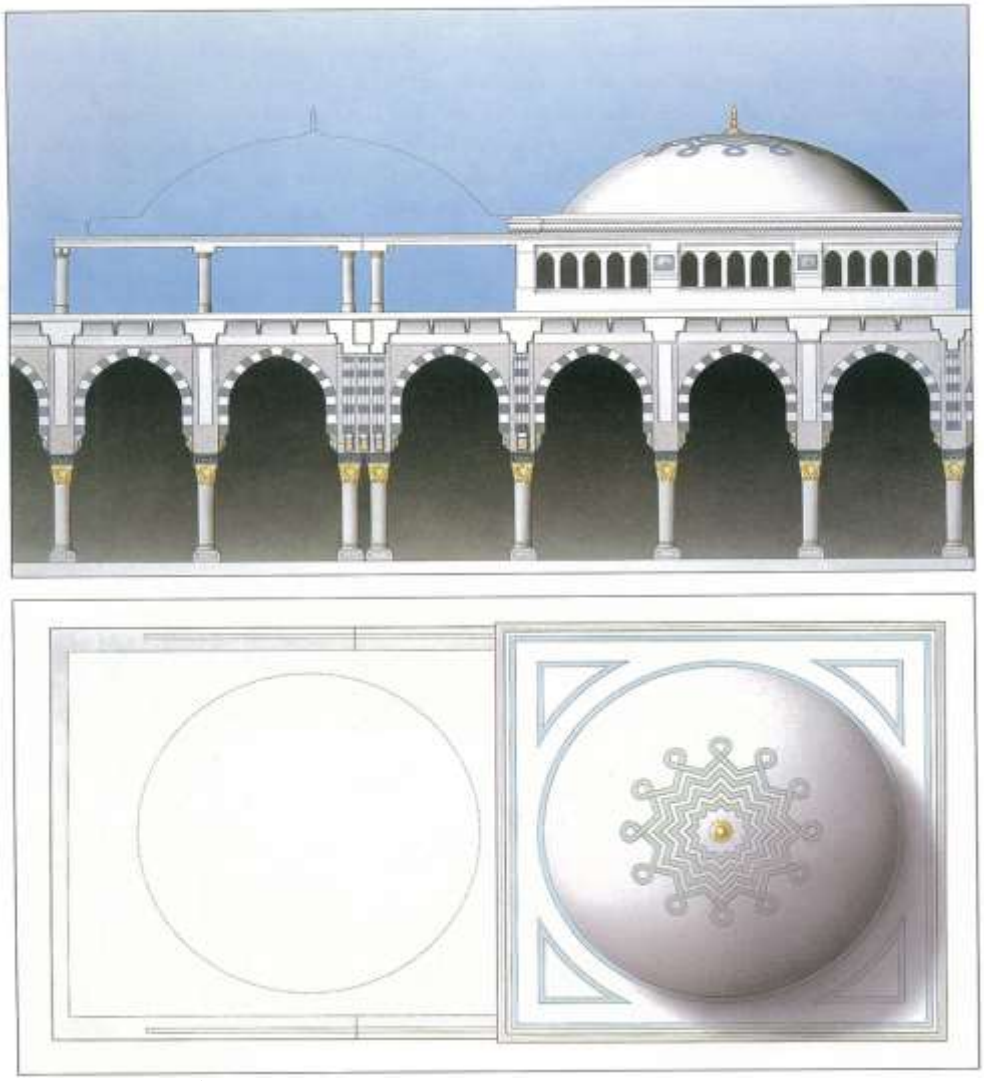
Source: Robotics and Automation in the Construction of the Sliding Domes of King Fahd's Extension of the Prophet's Holy Mosque in Madinah, Kingdom of Saudi Arabia- Khalid A.H. Bakr M. Binladin, Fuad A. Rihani- CIVIL engineering Department-king Saud Universe- page 187.

توصيف القباب المتحركة في المسجد النبوي الشريف في القرن الواحد والعشرين:

غطيت الأفنية الداخلية بسبع وعشرين قبة متحركة تزود فراغ المسجد بالإضاءة والتهوية الطبيعيتين.

حيث تسمح بدخول الضوء والهواء الطلق بالفتح جزئياً أو كلياً لكامل مساحة الفناء بأبعاد 18X18م كما في **الشكل رقم (18)** ويبلغ بعد قاعدة القبة المربعة 18.6م، ومساحتها 346م^2، ونصف قطرها الداخلي 7.35م، ويبلغ ارتفاعها عن مستوى أرض المسجد 16.65م، وارتفاعها عن مستوى سطح المسجد 3.55م، ووزنها كاملة 80طناً[3]، كما هو موضحاً في **الشكل رقم (19).**

المنارة للاستشارات
www.manaraa.com



الشكل رقم (19) مسقط رأسي وأفقي لقبة المسجد النبوي في توسعة الملك فهد موضحاً عليها المقاسات.

Source: The Architecture Of The Prophet's Holy Mosque Al Madinah – Dr.Muhammad Kamal Ismail-Hazar- page 188

الشكل رقم (20) الزخارف على القباب المتحركة من الخارج .

Source:https://www.dropbox.com/sh/wwbgavw3vq5tiez/AADBsWpnA4mtdV69fRXu5nk5a?dl=0&preview=26.jpg

2-2-1-1 التصميم والبناء:

يتكون جسم القبة من العناصر الآتية:

-غلاف خارجي من السيراميك ومزخرف بالعناصر

بالخطوط الزخرفية الهندسية، وهو نمط زخرفي إسلامي معروف ومرتكزة على أعلى نقطة بها ومكررة بلون أزرق على خلفية بيضاء، ويلاحظ أيضاً أن بها تشابهاً كبيراً بين تلك الخطوط الهندسية الموجودة على القباب والمئذنة فتشابهت تلك الخطوط التشكيلية وتشاركت في النمط المتميز لعمارة القرن الواحد والعشرين للمسجد النبوي وكما هو موضح في **الشكل رقم (20).**

-هيكل فولاذي.

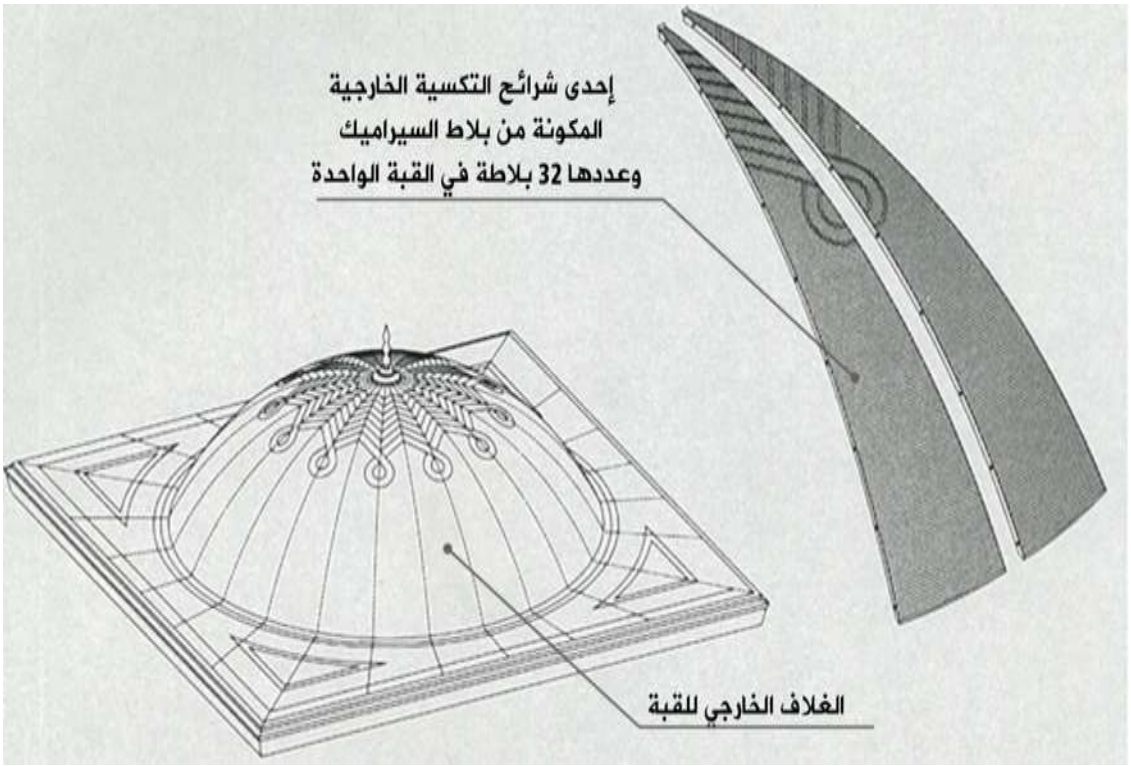
-غلاف داخلي من الخشب المزخرف كما سيأتي شرحه لاحقاً.

- مواد عزل حراري ورطوبة بسمك 20سم

- نظام تحريك آلي على قضبان حديدية.

المنارة للاستشارات
www.manaraa.com

يتكون الغلاف الخارجي للقبة من 32 شريحة مقوسة متساوية الأبعاد، ومصنعة بالكامل في ألمانيا. تتكون كل شريحة من بلاط السيراميك سداسي الشكل مثبت بغراء من مادة الإيبوكسي على طبقة من الألياف الكربونية[1]. كما في **الشكل رقم (21)**



الشكل رقم (21) منظور للقبة المتحركة وموضحاً عليها تفصيلية لبلاطتين من أصل 32 بلاطة من أجزاءها للغلاف الخارجي الخاص بالقبة.
Source: The Architecture Of The Prophet's Holy Mosque Al Madinah – Dr.Muhammad Kamal Ismail-Hazar- page 192

وتتلخص عملية تصنيع الغلاف الخارجي في الخطوات التالية:

-تقسيم الغلاف إلى شرائح مماثلة.

-استخدام الحاسوب لتوزيع بلاطات السيراميك بأشكال هندسية محددة.

-استخدام ربوت (Robot) يعمل بالحاسب الآلي لتصنيع القالب المستخدم في تصنيع الغلاف وتحديد موقع كل بلاطة.

-توزيع البلاط على القالب بالشكل والألوان المطلوبة.

-تغطية البلاط بألياف الكربون وصمغ الإيبوكسي مع وضع دعائم للغلاف.

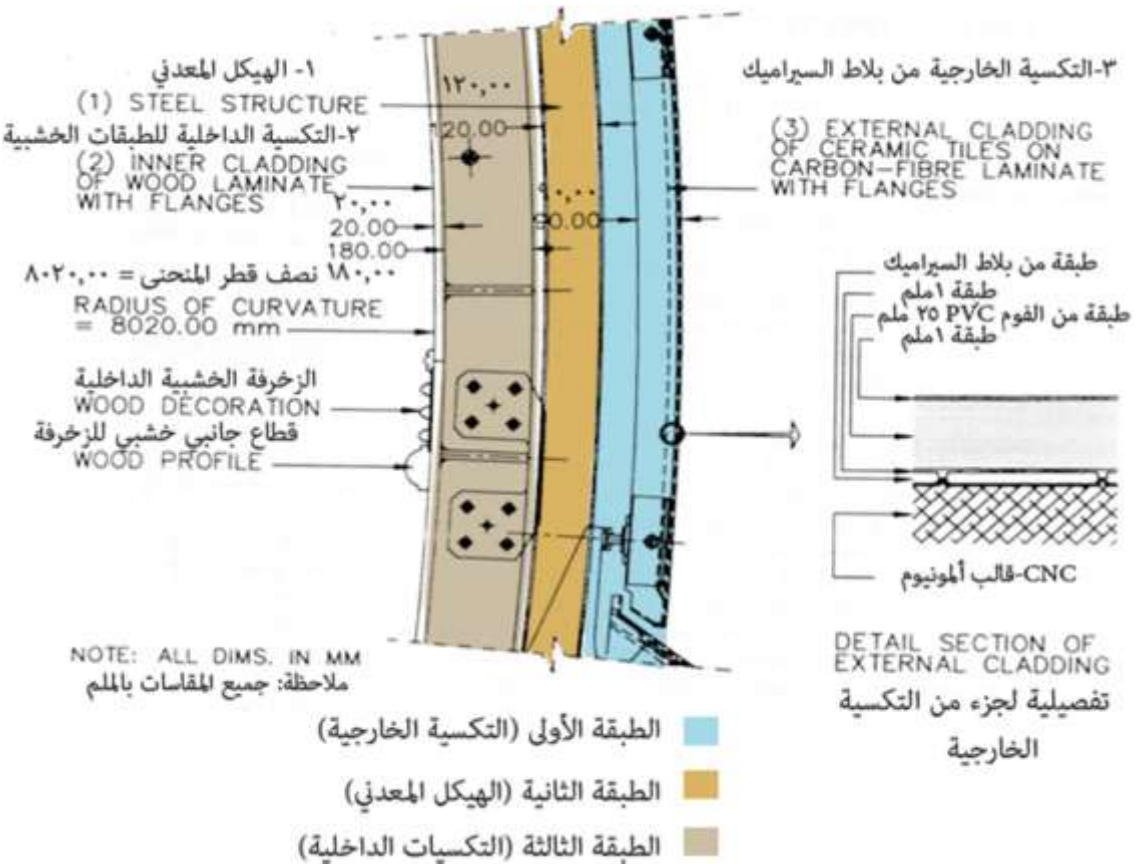
-وضع الغلاف في فرن خاص للحصول على الصلابة المطلوبة.

-شحن الشرائح وتجميعها في الموقع.

يحمل القبة هيكل فولاذي يتكون من 24 دعامة منصفة للدائرة، وثلاث حلقات من الجسور الفولاذية. ويعمل الهيكل على تغطية كامل المساحة ويحمل التغطيات الداخلية والخارجية وطبقات العزل، وتبلغ زنته أربعين طناً [1].

وفي **الشكل رقم (22)** قطاع رأسي موضحاً عليه الطبقات الثلاث لجسم القبة المتحركة في المسجد النبوي الشريف، وملحقاً كذلك **الشكل رقم (23)** رسومات تفصيلية ومساقط أفقية لتلك الكسوة.

المنارة للاستشارات
www.manaraa.com

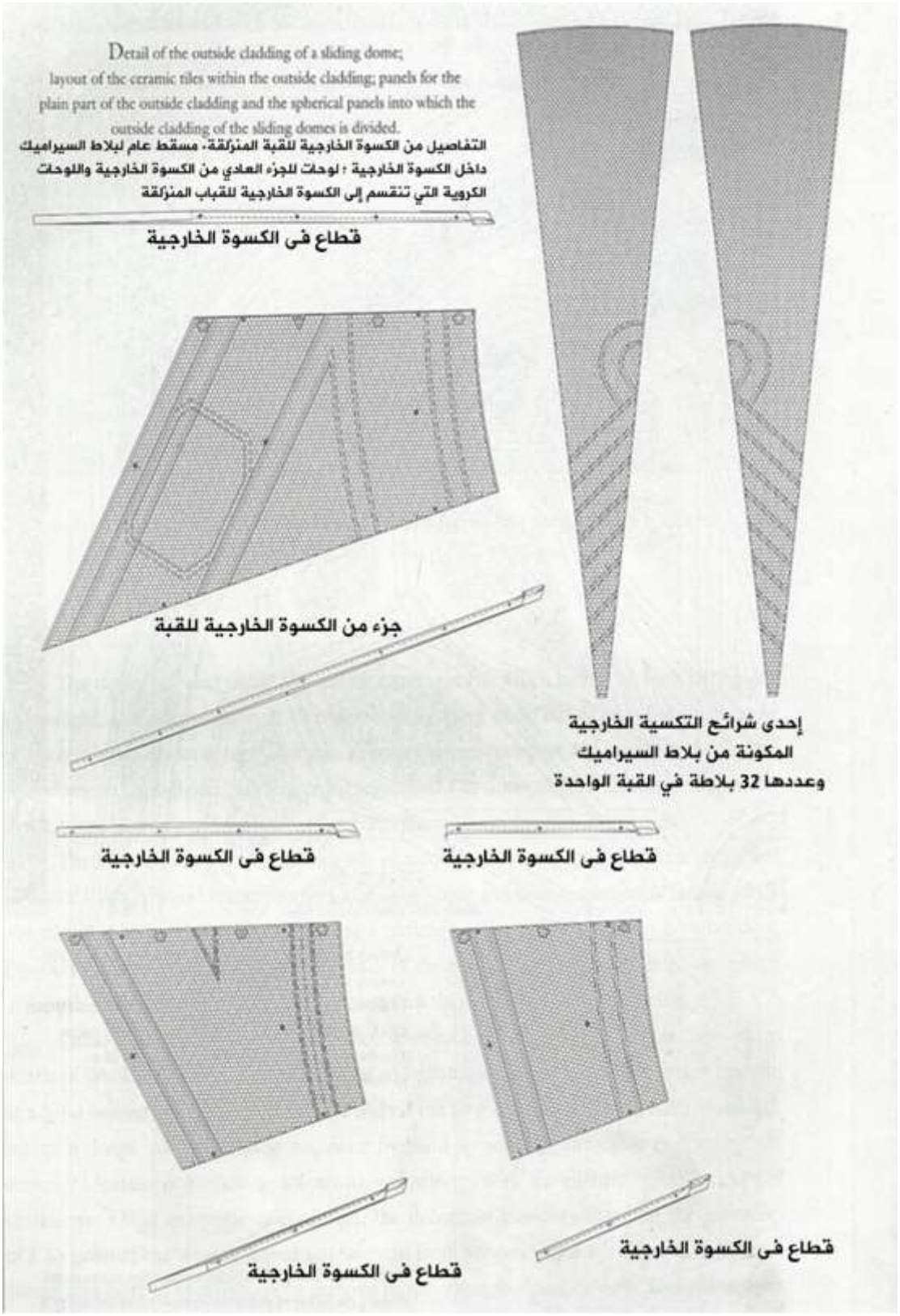


الشكل رقم (22) قطاع رأسي وتفصيلية لأحد طبقات القبة المتحركة.

Source: Robotics and Automation in the Construction of the Sliding Domes of King Fahd's Extension of the Prophet's Holy Mosque in Madinah, Kingdom of Saudi Arabia- Khalid A.H. Bakr M. Binladin, Fuad A. Rihani- CIVIL engineering Department-king Saud Universe- page 183

بتصرف من الدارس

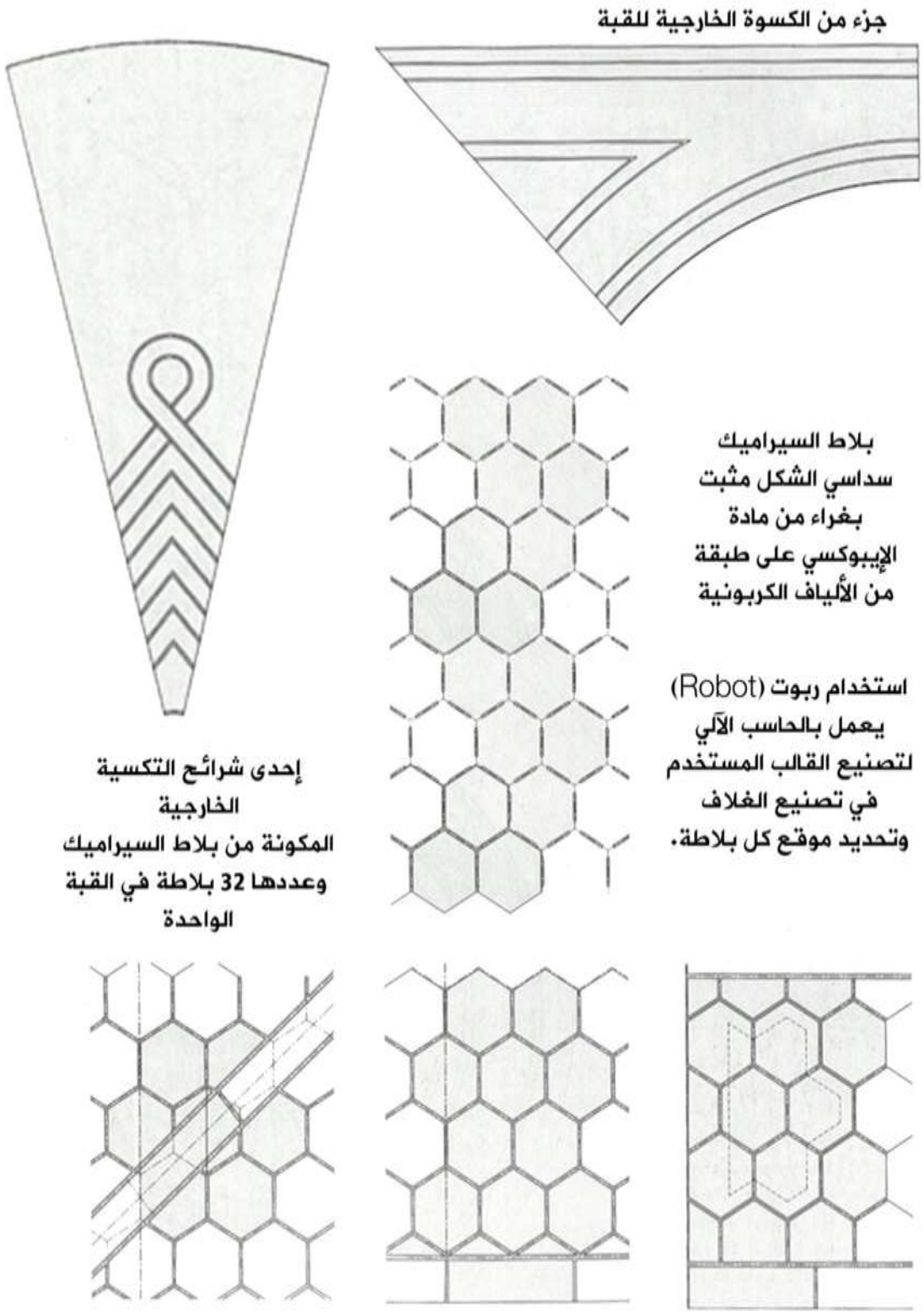
المنارة للاستشارات
www.manaraa.com



الشكل رقم (23-أ) رسومات تفصيلية (Working) للكسوة الخارجية للقبة المتحركة في القرن الواحد والعشرين.

Source: The Architecture of the Prophet's Holy Mosque Al Madinah – Dr. Muhammad Kamal Ismail-Hazar- page 194

المنارة للاستشارات
www.manaraa.com

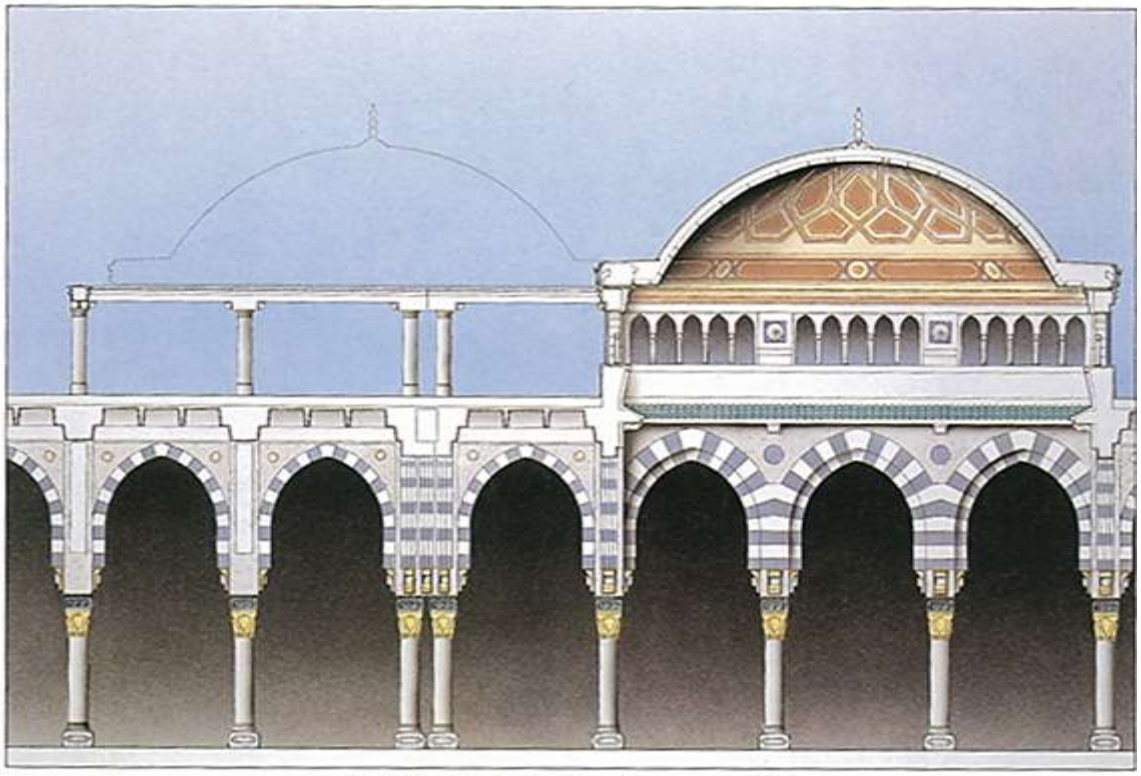


الشكل رقم (23-ب) يتبع رسومات تفصيلية (Shop drawing) للكسوة الخارجية للقبة المتحركة في القرن الواحد والعشرين.

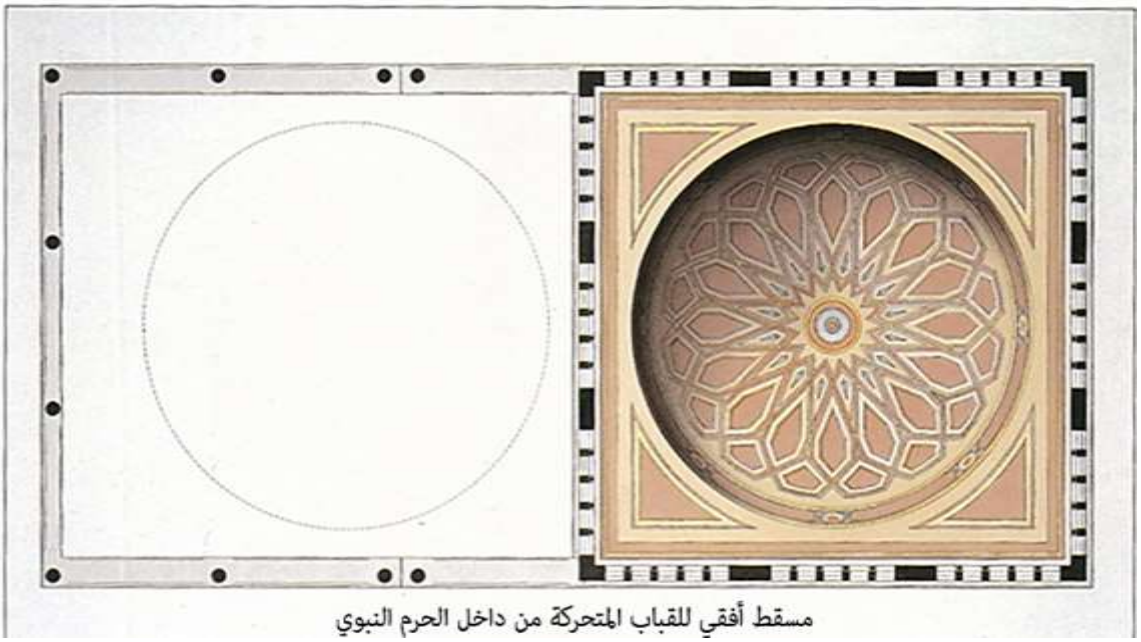
Source: The Architecture of the Prophet's Holy Mosque Al Madinah – Dr. Muhammad Kamal Ismail-Hazar- page 195

المنارة للاستشارات
www.manaraa.com

يتكون السطح الداخلي للقبة كما هو في **الشكل رقم (24)**، من طبقات رقيقة من خشب القيقيب الرقيق بسمك 20 ملم مثبتة على بعضها بغراء من مادة الإيبوكسي، وتتكون من 16 شريحة متساوية الأبعاد لتسهيل نقلها من المصنع إلى الموقع للتثبت. وغطت حواف شرائح جميع القباب بقطع خشبية من خشب الأرز المغربي مكونة من زخارف نباتية



واجهة أمامية توضح قطاع داخلي للقباب المتحركة في الحرم النبوي



مسقط أفقي للقباب المتحركة من داخل الحرم النبوي

الشكل رقم (24) تفصيلية لمسقط أفقي وقطاع رأسي للوحدات الزخرفية لزخارف الأسقف المتحركة في المسجد النبوي

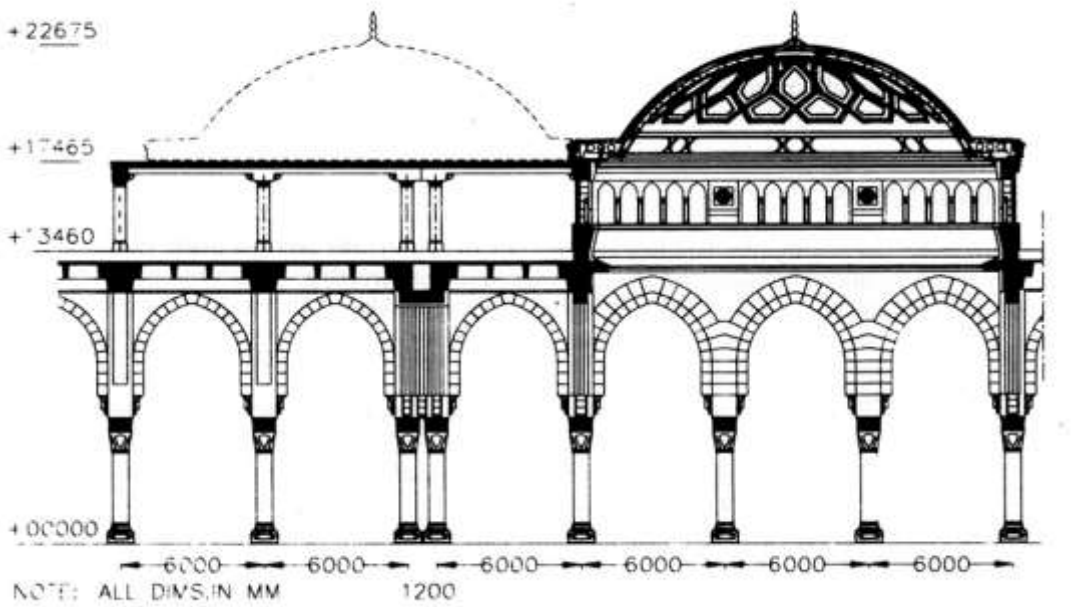
Source: The Architecture of the Prophet's Holy Mosque Al Madinah - Hazar- page189

المنارة للاستشارات
www.manaraa.com

وهندسية محفورة بمساحة 160م^2 ، وكما غطيت مساحة 100م^2 من السطح الداخلي للقباب بورق الذهب الذي تبلغ زنته 2.5كجم لكل قبة تضاف إليه قطع من حجر الأمازونيت الكيني مركب داخل أطر ذهبية ،وكما هو في **الشكل رقم (25).** [1].

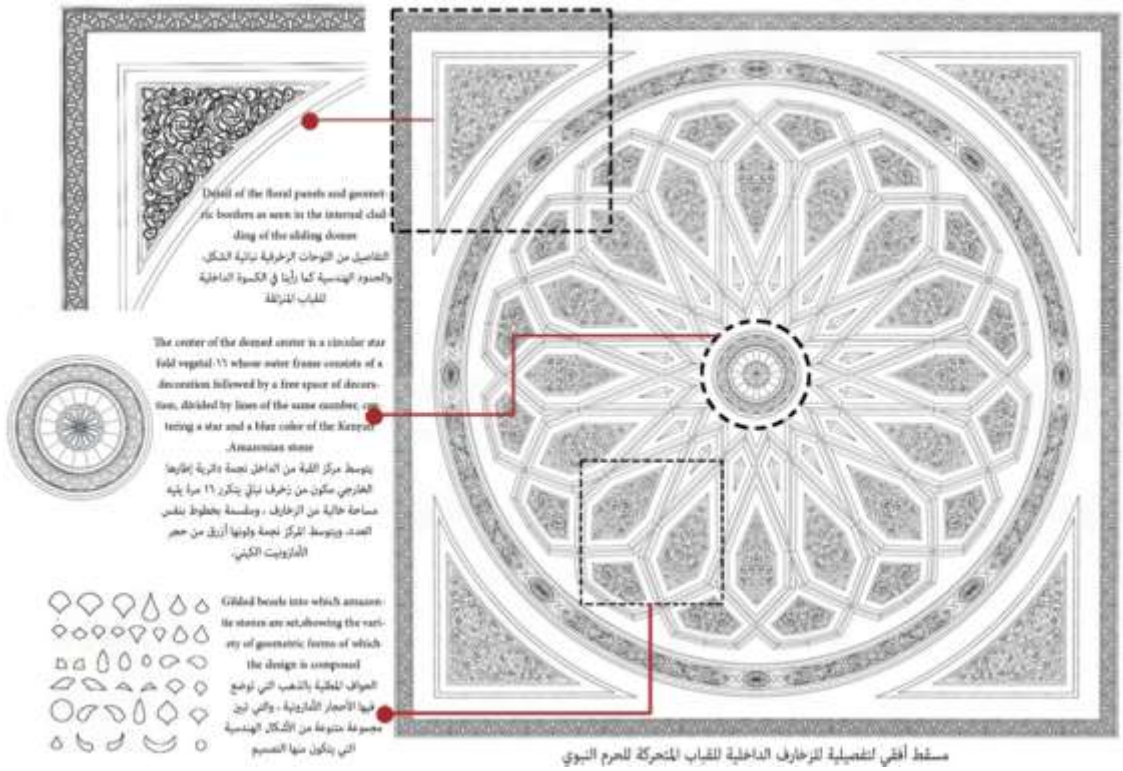
الشكل رقم (25) الزخارف على القباب المتحركة من الخارج.
Source:https://www.dropbox.com/sh/wwbgavw3vq5tiez/AADBsWpnA4mtdV69fRXu5nk5a?dl=0&preview=26.jpg

و تعد القباب المتحركة من أغنى عناصر المسجد بالزخارف حيث تغطى كامل سطحها من الداخل، كما هو في **الشكل رقم (26)**،و تبدأ هذه الزخارف بحزام يمتد على طول أضلاع المربع ويتكون من خطوط هندسية متقاطعة ، وهو نمط زخرفي إسلامي معروف. يلي ذلك المثلث المحصور بين الحزام المذكور ومحيط دائرة القبة، والذي يتكون من زخارف نباتية. يتوسط القبة شكل هندسي مكون من نجمة كبيرة لها 16 رأس مدبب. يتوسط هذه النجمة دائرة إطارها الخارجي مكون من زخرف نباتي يتكرر 16 مرة ، يليه مساحة خالية من الزخارف ومقسمة بخطوط بنفس العدد، ويتوسط المركز النجمة[2]، وكما هو موضحاً في **الشكل رقم (27)**.



الشكل رقم (26) تفصيلية لقطاع رأسي للقباب المتحركة من داخل الحرم النبوي ويغطي سطحها بالكامل بالزخارف الإسلامية.
Source: Robotics and Automation in the Construction of the Sliding Domes of King Fahd's Extension of the Prophet's Holy Mosque in Madinah, Kingdom of Saudi Arabia- Khalid A.H. Bakr M. Binladin, Fuad A. Rihani- CIVIL engineering Department-king Saud Universe- page 181.

المنارة للاستشارات
www.manaraa.com



الشكل رقم (27) صورة وتفصيلية لمسقط أفقي وقطاع رأسي للوحدات الزخرفية لزخارف الأسقف المتحركة في المسجد النبوي
Source: The Architecture of the Prophet's Holy Mosque Al Madinah - Hazar- page189

المنارة للاستشارات
www.manaraa.com

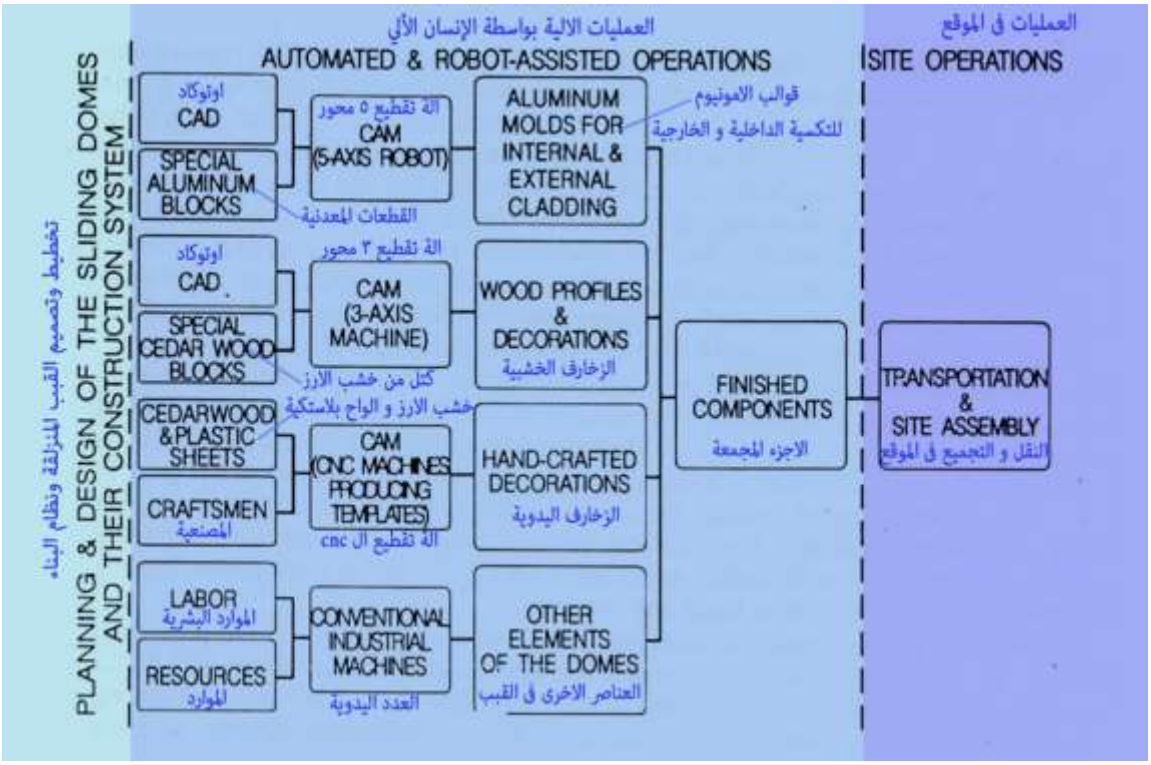
1-1-2-3 تخطيط وتصميم حركة القباب المنزلقة:

لقد روعي في مبنى الحرم النبوي التصميم والحرف المعمارية المختلفة والتي تعود إلى تطور ذلك على مدار القرون وعمليات الإنتاج الصناعي الحديث، والتي حلت محل الإنتاج التقليدي، واهتمت كذلك بالحرف التقليدية وأشارت أيضاً إلى الاهتمام بمجال الزخرفة مع نهاية القرن العشرين وبداية القرن الواحد والعشرين. واهتم المصممون في تطوير واستخدام التطبيقات الجديدة وتحقيق المزايا العديدة

من خلال التصميم والبناء والعمارة بواسطة الحاسب الآلي والتي تضاعف حجم الإنتاج من 10 إلى 15% إلى جانب الوفرة الكبيرة في التكلفة وتحقيق الأمن والأمان في الجودة.

وتم استخدام تلك التكنولوجيا في تصميم وبناء مسجد رسول الله محمد صلى الله عليه وسلم، من حيث الاعتماد على الإنسان الآلي في تكوين وبناء الكتل الحجرية والرخامية والجرانيت الصناعي، كما أن تصميم وبناء القبب المتحركة يمثل أهم خصائص هذا المشروع.

حيث اتضحت هذه الأفكار من خلال معالجة هذه الأفكار في تصميم وبناء القبب المتحركة وكما هو موضح في **الشكل رقم (28)**، حيث إنه تم الاعتماد على منهج التصميم والتنفيذ من خلال التكنولوجيا الحديثة في التصميم والقادر على اقتراح التصميمات المعقدة والتعامل مع خطوط التصميم المتلفة والتي تساعد المصمم على التحليل البنائي والتحقق من المزايا المطلوبة في مجال الهندسة والحلول المعمارية والداخلية المناسبة[1]



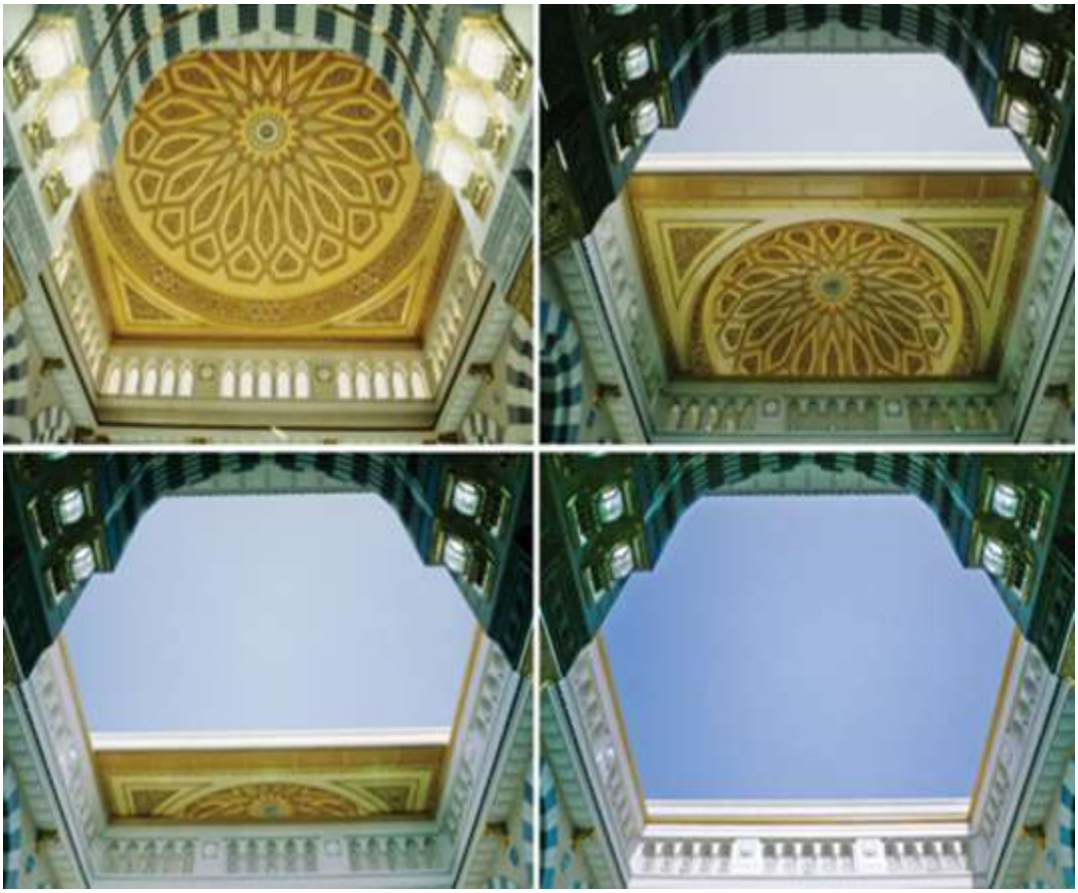
الشكل رقم (28) تخطيط وتصميم القبب المتحركة ونظام البناء بواسطة التكنولوجيا الحديثة.

Source: Robotics and Automation in the Construction of the Sliding Domes of King Fahd's Extension of the Prophet's Holy Mosque in Madinah, Kingdom of Saudi Arabia- Khalid A.H. Bakr M. Binladin, Fuad A. Rihani- CIVIL engineering Department-king Saud Universe- page 183

بتصرف من الدارس

المنارة للاستشارات
www.manaraa.com

ويمثل المستوى الثاني من الشكل على الميكنة أو تشغيل الآلات بواسطة الحاسب الآلي في العملية الإنتاجية التي تحقق العديد من المزايا الإيجابية والتي تكشف عن الدقة المتناهية للقبة والتي استخدم برنامج الأوتوكاد الثلاثي الأبعاد في مساعدة المصمم فيه، وكذلك الشكل المستدير بالقبة والتي اعتمدت على العديد من المعادلات الرياضية التي تتضح من الخصائص الزخرفية الداخلية والخارجية المستخدمة به. ومن خلال دراستنا فإن القباب المتحركة التي يبلغ عددها 27 قبة وتوفر الإضاءة والتهوية الطبيعية، والتي تمثل طفرة في مجال العمارة وحلولاً للحيزات الداخلية في العمارة عامة والمساجد بصفة خاصة كما هو الحال في الحرم النبوي (محل الدراسة)، والتي تسمح بدخول الضوء والهواء بالفتح جزئياً أو كلياً لكامل مساحة الفناء فتقوم بعملية تجديد الهواء داخل المسجد وإضافة تلك الروح المتجددة داخل المكان، وكما هو موضح في **الشكل رقم (29)** صورة للقباب أثناء فتحتها خلال الساعات الأولى من النهار للقيام بعملية تجديد الهواء، ويبلغ بعد قاعدة القبة المربعة 18.6م، ومساحتها 324م^2، ونصف قطرها 7.35م، وارتفاعها عن منسوب أرض المسجد 16.65م، وتبلغ زنها 80طناً.وتتحرك القباب على أربع عجلات من الفولاذ المغطاة بمعدن خارجي للحماية من الصدأ والتآكل. وخصص لكل عجلة محرك كهربائي خاص بها قوته 2.5 كيلو وات يحرك القبة بمفرده في حالة عطل المحركات الأخرى. يتحكم في فتح وغلق القباب عن طريق الحاسوب المركزي القادر على فتحها وإغلاقها معاً او كلاً على حدي، وتستغرق عملية الفتح والإغلاق بالمحركات دقيقة واحدة، أما يدوياً فتستغرق العملية ثلاثين دقيقة.وقد روعي في تصميم القبة أن تتحرك في أسوأ الظروف وبقوة رياح تبلغ 100كم /ساعة[1].



الشكل رقم (29) صورة للقباب المتحركة أثناء عملية الفتح، والتي تحدث خلال اليوم للقيام بعملية تجديد الهواء داخل الحيزات الداخلية للحرم النبوي، والتي تمثل طفرة في مجال العمارة وحلول للحيزات الداخلية في العمارة
المصدر: تصوير الباحثة بتاريخ 2018/08/28.

المنارة للاستشارات
www.manaraa.com

النتائج:

1. أخذ في عين الاعتبار أن تكون الخامات المستعملة في العمارة والتصميم الداخلي للقباب المنزلقة، غير قابلة للتأثر بالتقلبات الجوية بحيث لا تتأثر ألوانها أو خصائصها باستعمال المواد الطبيعية وألوانها الأصلية.
2. استُخدم في العمارة الداخلية للمسجد النبوي أحدث أنواع التكنولوجيا التي تخدم الحيز الداخلي وأحدث الطرق لتشكيل ومواد البناء والتشطيب لعبت دوراً مهماً وهائلاً في تغيير محددات الثابت والمتغير في مفهوم عمارة المساجد المعاصرة.
3. في تصميم المساجد أو توسعتها لا ينبغي تحويل المتغيرات إلى ثوابت وهذا الخطأ يقع فيه كثير من المهتمين بتصميم عمارة المساجد حيث جعلوا من الطرز والأعمدة والأشكال والتقنيات ومواد البناء والمعالجات المناخية والبيئية المقتبسة من مناطق أخرى جعلوا من هذه المتغيرات أو من بعضها ثوابت مما يضيق مفهوم ممارسة المهنة.
4. استخدمت السيمترية لتحافظ على وحدة وشكل التصميم المعماري في العناصر المتحركة، بحيث لا تتأثر العلاقة بين التشكيل والوظيفة التي تقوم بها، فاستخدمت نفس العناصر واتجاهات الخطوط، وأصبح بنيان العناصر المتحركة يقوم على أسس وبذلك يكون متجانساً، وتتوافر فيه عناصر الوحدة وقد كانت البساطة من المعطيات المهمة في تركيب وتصميم جميع الوحدات والعناصر.
5. افتقار المكتبة العربية إلى المراجع الخاصة بالعمارة والعمارة الداخلية للحرم النبوي للتوسعات الحديثة في القرن الواحد والعشرين.

التوصيات:

1. التركيز على الثوابت الخاصة بعمارة المساجد والتمشي مع روح العصر حتى نحافظ على استمرارية القيم المنبعثة من العقيدة وترك المجال للإبداع في المستجدات التي لا تمس الثوابت.
2. العمل على إنشاء مراكز البحوث والدراسات المعمارية وذلك لتوثيق الأعمال الخاصة بالتوسعات المعمارية الحالية، ودراستها بمنهجية علمية مع تحليل كافة العناصر المعمارية الداخلة في التصميم ومواد البناء، لتسهل عمليات التوسعة المتعاقبة ووضع مناهج خاصة بالتوسعة.
3. اعتبار أن الحرم النبوي من أوائل الموسعات القيمة في أحدث الوسائل التكنولوجية في معالجة نظم التحكم البيئي عند تصميم المساجد، وذلك لم بتعارض مع مفهوم الثوابت.
4. دعم المسار التعليمي والاهتمام بعمل مسابقات دولية ومحلية لإيجاد – وسائل وتكنولوجيا حديثة – تسهم في رفع كفاءة العمارة الداخلية للمساجد-بصفة عامة-والعمارة الداخلية للحرمين الشرفين بصفة خاصة.
5. العمل على إثراء المكتبة العربية بالمراجع القيمة والمعمارية الخاصة بتوسعة الحرم النبوي في القرن الواحد والعشرين.

المصادر والمراجع:

أولا: المراجع العربية:

أ-الكتب:

1. حامد عباس- **قصة التوسعة الكبرى** - مجموعة بن لادن - مكتبة الملك فهد الوطنية - الطبعة الأولى -1995م - 1416 هـ
2. زينهم، محمد –**عمارة المساجد (الثوابت والمتغيرات بين التطوير والترميم)** مطبعة دون بوسكو-القاهرة-2006م.

المنارة للاستشارات
www.manaraa.com

3. وزارة المالية السعودية-**مشروع خادم الحرمين الشريفين للتوسعة الكبرى للمسجد النبوي الشريف** – إتحاد المهندسين الإستشاريين – مجموعة وثائق وتقارير رسمية وصور عن المشاريع- الطبعة الأولى – مكة المكرمة- 1977م.

جـ-الرسائل العلمية:

4. رسائل الماجستير:

5. هبة رجب محمد خير الله- **التصميم الداخلي للمساجد من خلال المتغيرات البيئية والتكنولوجية**-رسالة ماجستير غير منشورة – كلية الفنون الحميلة –جامعة إسكندرية – 2006م

6. رسائل الدكتوراه:

7. شيرين محمد إسماعيل-**المعايير التكنولوجية والتصميمية للمسجد النبوي الشريف وأثر ذلك على التصميم الداخلي للمساجد** -رسالة دكتوراه في الفنون التطبيقية –قسم التصميم الداخلي والأثاث -جامعة حلوان- 2011

د-التقارير والأوراق البحثية والندوات والمؤتمرات:

8. **التقنية في مشاريع خادم الحرمين الشريفين الملك فهد بن عبد العزيز آل سعود لتوسعة الحرمين الشريفين.** المؤتمر الهندسي السعودي الرابع- كلية الهندسة – جامعة الملك عبد العزيز – جدة – المملكة العربية السعودية -1995م

9. الحصين، محمد بن عبد الرحمن –**الصفات والخصائص المعمارية لتوسعة خادم الحرمين الشريفين للمسجد النبوي الشريف** –النشر العلمي والمطابع " جامعة الملك سعود بن عبد العزيز- الطبعة الأولى –الرياض – 1423هـ

10.كمال إسماعيل، محمد–**مشروعات الملك فهد بن عبد العزيز لعمارة وتوسعة الحرمين الشريفين**-أطروحات مستكتبه، ندوة عمارة المسجد-كلية العمارة والتخطيط – جامعة الملك سعود- 1999م

د-المجلات والدوريات:

11.الشهري، محمد بن هزاع -**توسعة المسجد النبوي الشريف في العهد السعودي الزاهر**-كتاب مجلة جامعة أم القرى – المكتبة الشاملة الحديثة– العدد 23-1413هـ

12.عاشور، محمد أيمن -**التقنيات الحديثة في مشروع توسعة الحرم النبوي**- مجلة المدينة- العدد 3-1998م

هـ-ملفات صوتية وإذاعية:

13.**لقاء تليفزيوني** – أ/سعود بن مساعد الصاعدي –مدير إدارة الأبواب بالوكالة العامة لرئاسة شؤون الحرمين – المملكة العربية السعودية – المدينة المنورة – بتاريخ 2018/11/26م.

14.**لقاء تليفزيوني**–خميس الزهراني (المعد)-لقاء مع أ/فهد الحكيم (مدير المشروع بالمسجد النبوي) -قناة العربية – المملكة العربية السعودية – المدينة المنورة – بتاريخ 2012/08/12م

ثانياً: المراجع الأجنبية:

أ. الكتب والأبحاث:

15. Khalid A.H. Bakr M. Binladin, Fuad A. Rihani- **Robotics and Automation in the Construction of the Sliding Domes of King Fahd's Extension of the Prophet's Holy Mosque in Madinah, Kingdom of Saudi Arabia-**CIVIL engineering Department-king Saud Universe-

المنارة للاستشارات
www.manaraa.com

ثالثاً: شبكة المعلومات الدولية:

5- https://sl-rasch.de/portfolio/advanced-engineering/
6- http://www.ksu.edu.sa/kfs-website/source/39.htm
7- : http://www.ksagate.co/madina/index.php/ar/post-detail

---

(1) ابراهيم انيس وآخرون -المعجم الوسيط -مجمع اللغة العربية، -مطابع دار المعارف بمصر- ط1972،2-1973-ص245
(2) عاشور، محمد أيمن -التقنيات الحديثة في مشروع توسعة الحرم النبوي-مجلة مدينة-العدد 3-1998م-ص39.
(*) **محمود بدو راش(1943):** صاحب تصميم القباب المتحركة ، والمظلات الآلية ، حصل على درجة الدكتوراه سنة 1980م من جامعة شتوجارت حول موضوع مدن الخيام المخصصة للحجاج ، وفي عام 1991م أسس مكتبه الخاص SL اس ال ، وقد شارك بدو راش المعماري فراي أتو في مجموعة كبيرة من أعماله مثل دراسات الأسقف المتحركة للأستادات والمنشآت الشدية في عدد من المشاريع.

(1) الحصين، محمد بن عبد الرحمن –الصفات والخصائص المعمارية لتوسعة خادم الحرمين الشريفين للمسجد النبوي الشريف - صـــ 86
(1) Damluji,Salma(editor)-The Architecture of the Prophet's Holy Mosque- London- Hazar publishing Int- 1998- p2.55
(1) الحصين، محمد بن عبد الرحمن –الصفات والخصائص المعمارية لتوسعة خادم الحرمين الشريفين للمسجد النبوي الشريف - صـــ 64
(1) الحصين، محمد بن عبد الرحمن –الصفات والخصائص المعمارية لتوسعة خادم الحرمين الشريفين للمسجد النبوي الشريف - صـــ 65
(2) https://sl-rasch.de/portfolio/advanced-engineering/

(1) https://sl-rasch.de/portfolio/advanced-engineering/
(2)https://ar.m.wikipedia.org/wiki/%D9%85%D8%B8%D9%84%D8%A7%D8%AA_%D8%A7%D9%84%D9%85%D8%B3%D8%AC%D8%AF_%D8%A7%D9%84%D9%86%D8%A8%D9%88%D9%8A

(1) القماش، محمد علي محمد- القباب. مفردات العمارة الجينية والمدنية-مكتبة النهضة المصرية – 2009م ص15.
(2) خليل، عماد الدين- تحليل التاريخ الإسلامي –إطار عام – دار الثقافة العربية – الدوحة – قطر- 2007م-ص35.
(3) الحصين، محمد بن عبد الرحمن –الصفات والخصائص المعمارية لتوسعة خادم الحرمين الشريفين للمسجد النبوي الشريف - صـــ 59-60
(1) الحصين، محمد بن عبد الرحمن –الصفات والخصائص المعمارية لتوسعة خادم الحرمين الشريفين للمسجد النبوي الشريف - صـــ 59-60
(1) المرجع السابق –ص60
(1) الحصين، محمد بن عبد الرحمن –الصفات والخصائص المعمارية لتوسعة خادم الحرمين الشريفين للمسجد النبوي الشريف - صـــ 44-45
(2)Damluji, Salma(editor)-The Architecture of the Prophet's Holy Mosque- London- Hazar publishing Int- 1998- pp82-311.
(1) Robotics and Automation in the Construction of the Sliding Domes of King Fahd's Extension of the Prophet's Holy Mosque in Madinah, Kingdom of Saudi Arabia- Khalid A.H. Bakr M. Binladin, Fuad A. Rihani- CIVIL engineering Department-king Saud Universe- page 183
(1) محمد أيمن عاشور-التقنيات الحديثة في مشروع توسعة الحرم النبوي-ص41.

المنارة للاستشارات
www.manaraa.com