مجلة جامعة تشرين للبحوث والدراسات العلمية _ سلسلة العلوم الهندسية المجلد (36) العدد (3) 2014
Tishreen University Journal for Research and Scientific Studies - Engineering Sciences Series Vol. (36) No. (3) 2014

التغطيات الغشائية الحديثة ومعايير استخدامها في المنشآت ذات الفراغات الواسعة (المصطلح ، التطور ،الخصائص وتقييم الأداء)

الدكتور رمزي الشيخ*
الدكتورة ميرنا نصره**
سيسيل قناب***

(تاريخ الإيداع 18 / 2 / 2014. قُبِل للنشر في 14/ 5 / 2014)

□ ملخّص □

ازدادت الحاجة إلى استخدام مواد بناء حديثة تدعم الجمل الإنشائية للمباني وذلك نتيجةً للتطور العلمي والتقني الذي شمل مختلف أساليب الإنشاء من جهة، واستمراراً للسعي الدائم لتحقيق مبدأ الاستدامة في المنشآت المعمارية من جهة أخرى، وذلك بتعزيز كفاءة هذه المباني على ترشيد الطاقة والقدرة على إنتاج طاقات بديلة، إضافة إلى الاستفادة من مواد البناء الحديثة في التقليل من التكاليف وضمان سهولة التنفيذ والصيانة لدورها في التقليل من تلوث الطبيعة واستنزاف مواردها.

يتناول البحث رصدا للتغطيات الغشائية الحديثة المستخدمة في المنشآت الفراغية وتطورها، بالتركيز على التغطيات الغشائية التي ظهرت اواخر القرن العشرين وأوائل القرن الواحد والعشرين، بدءاً من التطرق إلى تعريف ماهية الأنسجة الغشائية المستخدمة في تغطية الفراغات الواسعة، وأنواعها، وأسس اختيارها، ومعرفة ميزات هذه المواد، ومن ثم تطبيق ذلك في دراسة تحليلية لبعض المباني ذات التغطيات الغشائية الحديثة بهدف تقييم أداء هذا النوع من التغطية في تحقيق الجودة الوظيفية والجمالية للمبنى .

أشار البحث إلى أهمية مواد البناء الحديثة المطورة في التقليل من استهلاك الطاقة والموارد الطبيعية، ودور هذه المواد في رفع كفاءة الأداء الوظيفي للمنشآت ومساهمتها في تعزيز البنية الجمالية الحديثة لمختلف أنواع المباني، مع التأكيد على ضرورة تطويع هذه التجربة ومعرفة طريقة الاستخدام الأمثل لخدمة المباني والمنشآت المختلفة الأنواع.

الكلمات المفتاحية :المنشآت الغشائية، التغطيات المعمارية الخفيفة الوزن، المرونة المعمارية

*مدرس مساعد – قسم التصميم المعماري– كلية الهندسة المعمارية – جامعة تشرين – سورية.
**مدرس – قسم تاريخ ونظريات العمارة– كلية الهندسة المعمارية – جامعة تشرين – سورية.
***طالبة دراسات عليا(ماجستير) – كلية الهندسة المعمارية – جامعة تشرين – سورية.

مجلة جامعة تشرين للبحوث والدراسات العلمية _ سلسلة العلوم الهندسية المجلد (36) العدد (3) 2014
Tishreen University Journal for Research and Scientific Studies - Engineering Sciences Series Vol. (36) No. (3) 2014

Modern membrane coverings and their usage standards in long span structures

Dr. Ramzi Al Cheikh *
Dr. Mina Nassra**
Cecile Kannab***

(Received 18 / 2 / 2014. Accepted 14 / 5 / 2014)

□ ABSTRACT □

The need has increased to use modern building materials to support the construction formulations of buildings as a result of progresses that spanned the various construction styles and sustainability efforts of the architectural construction; these efforts aimed at increasing buildingsefficiency, savingand producing alternative power sources, reducing costs and ensuring the ease of implementation and maintenance due to their role in reducing the pollution of nature and resource waste.

The purpose of this research is to observe the modern shell encasements of the vacuum construction and their progress between the end of 20th century and the beginning of 21th century, byaddressing the shell fabricsdefinition, their types, selection criteria, materialsspecification; and perform an analytical study of some modern shell encasement buildings to evaluatethis encasement type in terms of functionality and innovation.

The research has concluded the importance of the modified, modern building materials in saving power and natural resources, increasing the efficiency of the functional performance, contributing to the modern, innovative structure of the various buildingtypes, and emphasizing the importance of adapting this experience and reaching the optimum utilization waysin various buildings and construction structurestypes.

Key Word : Membrane structures, light weight roofing, Architecture flexibility

***Assistant Professor, Department of Architecture Design, Tishreen University, Lattakia, Syria.**
**** Assistant Professor, Tishreen University, Lattakia, Syria.**
***** Postgraduate Student, Department of Architecture Design, Tishreen University, Lattakia, Syria.**

مقدمة :

انتشرت التغطيات الغشائية في العصر الحديث بعد التطور العلمي والتقني، كما أصبح استبدال الأساليب الإنشائية التقليدية ومواد البناء القديمة من أولى الاهتمامات في عمارة العصر الحديث، لما في ذلك من سهولة في التنفيذ و خفض التكلفة الاقتصادية للمنشأ، إضافة إلى زيادة جودة أدائها الوظيفي والجمالي، وقد ارتبط استخدام هذا النوع من التغطيات الغشائية باختيار نوع مادة التغطية المناسبة للجوانب التقنية والوظيفية والجمالية للمبنى.

يتناول البحث دراسةً تشمل المواد المرنة الحديثة التي تدخل في صناعة التغطيات الغشائية، ودراسة مكونات كل مادة للتعرف على خصائصها التي تسهم في زيادة كفاءة الأداء الوظيفي، والجمالي والاقتصادي لهذه المواد وذلك من تحليل بعض المنشآت ذات التغطية الغشائية.

أهمية البحث وأهدافه:

أهمية البحث :

أصبحت مواكبة عملية البناء والعمران للتطور العلمي والتقني ضرورة ملحة بحيث تضمن عدم زيادة التكلفة الاقتصادية للبناء، لذلك لابد من تسليط الضوء على التجارب المعمارية الحديثة المتعلقة بالتغطيات الخفيفة الوزن لمعرفة الطريقة المثلى للاستفادة منها في رفع كفاءة أداء المنشآت على الأصعدة الوظيفية والاقتصادية والجمالية.

هدف البحث :

يهدف البحث إلى التعرف على أنواع التغطيات الغشائية الحديثة المستخدمة في الفراغات المعمارية، وذلك لرصد إيجابياتها وسلبياتها، ولمعرفة أسباب اختيارها ودوافع استخدامها بدلاً من التغطيات التقليدية، إضافة إلى كونها بداية لدراسات تهتم بتطويع هذه التجربة في تطوير أداء مختلف أنواع المنشآت.

منهجية البحث:

اعتمد البحث المنهجَ الوصفيَّ في دراسة الجانب النظري المتضمن تعريفاً للتغطيات الغشائية الحديثة، مع أنواعها المختلفة وميزاتها، ومن ثم التركيز عل معايير استخدام الأنسجة الغشائية المناسبة.

كما تم اعتماد المنهج التحليلي في الدراسة التطبيقية، وتحليل أمثلة من المنشآت ذات التغطية الغشائية وذلك لتقييم كفاءة أدائها الوظيفي، والجمالي، والاقتصادي والبيئي، ومدى تأثير التغطيات الغشائية على تطوير أداء المنشأ.

1-الدراسة النظرية:

1-1 التغطية الغشائية ، المصطلح والمفهوم :

الأغشية[1]هي مجموعة من مواد مختلفة من الأنسجة واللدائن والخيوط التي تتميز بالمرونة العالية، وخفة الوزن، والسماكة القليلة مقابل المساحة، وقد أدخلت هذه النسج في صناعة تغطية الفراغات المعمارية.

كلمة "نسيج" في اللغة اليونانية مشتقة من مصطلح وهو (Texere, textilis)،أما في اللغة اللاتينية فتأتي كلمة "نسيج" من الكلمة اللاتينية /فابريكا/ التي يدل على أعمال الغزل والنسيج.

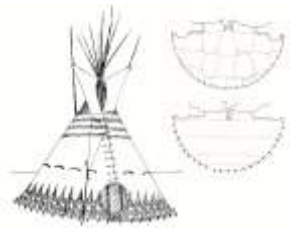
تتركب هذه الأنسجة من ألياف حيوانية ونباتية وصناعية للدائن مرنة وخفيفة الوزن، وقد تم التركيز في البحث على التغطيات الغشائية التي تعتمد في تكوينها على مواد ولدائن مصنعة.

[1]Textile in architecture(master's thesis), TerhiKristiinaKuusisto

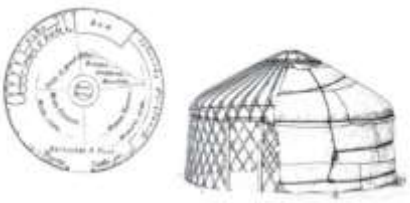
2-1 تطور التغطيات الغشائية عبر الفترات الزمنية المختلفة [2] [7] [2] [1] :

1-2-1التغطيات الغشائية قبل الميلاد :

بدأ استخدام التغطيات الغشائية في العمارة قبل الميلاد بتشكيلات بسيطة جدا كالخيمة، كالمساكن التي ظهرت في منغوليا وبعض المناطق في جنوب إفريقيا وأمريكا الشمالية، كما هو مبين في الشكلين(1)(2)، وكانت المادة الأساسية لصناعة الخيم هي جلود الحيوانات.



الشكل (1) خيمة Tipi التي استخدمها السكان الأصليين في أميركا الشمالية[2]



الشكل (2) خيمة Yort التي استخدمت في آسيا الوسطى من سيبيريا ومنغوليا وإيران [2]

2-2-1التغطيات الغشائية في القرن الميلادي قبل الثورة الصناعية:

تطورت المنشآت ذات التغطية الغشائية في بداية القرن الأول الميلادي، فأدخلت بعض المواد الكيماوية إلى الأنسجة القماشية المستخدمة في تغطية هذه المنشآت، كما في مظلات المدرج المبني على غرار الكولوسيوم في روما

ومن ثم كان لها دور كبير في تطوير الهندسة المعمارية فانتشرت في أوروبا، ، وخاصة في عصر النهضة والباروك، ومن أهم هذه المنشآت في هذه الفترة خيمة الملك الإنكليزي تيودور هنري الثامن 1520م

الشكل (3) خيمة الملك الإنكليزي تيودور هنري الثامن1520 م [2]

الشكل (4) مدرج شبيه بالكولوسيوم روما /70-82 م/ [2]

3-2-1التغطيات الغشائية في الفترة ما بين القرن العشرين والقرن الواحد والعشرين :

أخذت التغطيات الغشائية وقتا طويلا كي تحقق غايتها في اكتساب خصائص تميزها كتقليل التكلفة وتأمين خفة الوزن وسهولة الإنشاء والصيانة.

فتمّ في منتصف القرن العشرين استخدام ألياف ولدائن جديدة، صنعت من مواد متطورة تفوق خصائصها خصائص الألياف الطبيعية، فاستخدم السليلوز[3] المكون من الألياف المتجددة التي أصبحت متاحة اقتصاديا في القرن العشرين وفي أولها الحرير الصناعي، ثم تبعتها الألياف الصناعية وفي مقدمتها النايلون الذي وُجِدَ عام 1939م.

---

[2] ترتبط هذه الفقرة بالمراجع [7][2] [1]

[3] السيليلوز هي مواد نباتية كربوهيدارتية مؤلفة من كربون وهيدروجين وأوكسجين

أما في فترة ما قبل الحرب العالمية الثانية فقد استخدمت هذه الأغشية في المنشآت المنفوخة، والخيامية والكابلية من قبل العديد من المعماريين مثل فراي أوتو[4]F، واشتهر العديد من المصممين المعماريين اللذين دعموا هذا الاتجاه المعماري الذي اشتهر بالتغطيات الغشائية، من أشهر أعمال أوتو الجناح الألماني في معرض أكسبو في اليابان.

وديفيد جيجر[5] David Geiger الذي أدخل التغطية الغشائية إلى عمارة أميركا، وهورست بيرجر[6] Horst Berger الذي طور اتجاه التغطيات الغشائية.

إننا نلاحظ أن المنشآت ذات التغطية الغشائية لم تنتشر بسرعة بعد معرض اكسبو في اليابان[7]، بالرغم من أنها ناجحة، ولكن بعد الثمانينيات أُدركت فوائدها وميزاتها ، واجتاحت العالم لقدرتها على تمرير ضوء النهار، خفة الوزن، قلة التكاليف, والتشكيلات الجمالية، مما أدى الى تسارع انتشار هذا النوع من المنشآت.

الشكل (5) الجناح الألماني في معرض اكسبو – فراي أوتو /1967م / [11]

الشكل (6) مدينة الألعاب الأولمبية ميونيخ فراي أوتو/ 1972 م / [11]

الشكل (7) القبة الألفية – انكلترا ريتشارد روجرز/1996/[11]

1-2-3-1 أنواع التغطيات الغشائية المستخدمة في عمارة العصر الحديث :

يُعَدُّ الغزل والنسيج المادةَ الخامسةَ المستخدمة في الهندسة المعمارية بعد الأخشاب، والألواح الحجرية والمعدنية والزجاج.

عولجت هذه المواد تستخدم كتغطيات غشائية لتلبي الأغراض المعمارية، ولتصبح أكثر قوة وملائمة بما يتناسب وخدمة الحيز المعماري وكفاءة أدائه، وهذا ما تميز به العصر الحديث من ظهور للمواد الجديدة التي ساهمت في تشكيل الأنسجة الغشائية، والتي أصبحت الأكثر استخداما في تغطية الفراغات المعمارية الواسعة كالمواد البلاستيكية المغلفة بالبوليستر، والألياف الزجاجية ETFE[8]، PVC[9], PTFE[10] ، التي أدت إلى زيادة مرونة هذه المواد، إضافة إلى معالجتها بإضافات أو تغليفها بمواد تساعد على مقاومة العوامل الخارجية وعلى تسهيل عملية تطويع المادة النسيجية لخدمة العملية التصميمية.

---

[4] فراي أوتو معماري وإنشائي ألماني ولد عام 1925م، من أهم أعماله مدينة ميونيخ الرياضية.

[5] ديفيد جيجر مهندس أمريكي ولد عام 1935م، وهو أول من اخترع المنشآت الغشائية المنفوخة في أمريكا،أهم أعماله الجناح الأمريكي في معرض اكسبو في اليابان.

[6] هورست بيرغر مهندس إنشائي ألماني ولد عام 1928م، اشتهر بتصاميمه للتغطيات الغشائية، من أهم أعماله مطار الملك عبد العزيز.

[7] يُعَدُّ معرض إكسبو العالمي معرضاً عالميا خاصا لعرض الإنجازات والإبداعات البشرية الحديثة، وفي عام 1967 أقيم هذا المعرض في مدينة أوساكا ثاني أهم المدن اليابانية، تميزت أجنحة هذا المعرض بتشكيلاتها المعمارية الحديثة وأهمها الجناح الألماني.

[8] ETFE هي رقائق بلاستيكية مكونة من مواد ولدائن (ايثيلين، تيترا، فلورو،إيثيلين).

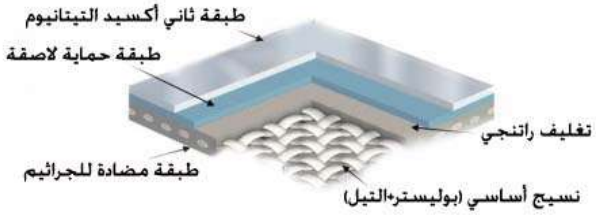
[9] PVC هو نسيج مكون من مواد ولدائن (بولي، فينيل ، كلورايد).

[10] PTFE هو نسيج مكون من مواد ولدائن (بولي، تيترا، فلورو،إيثيلين).

أهم المواد المستخدمة في تغطية الفراغات المعمارية[11]:

- **Poly-vinyl-chloride) PVC)(بولي– فينيل– كلورايد:**

يتميز PVC بقدرته العالية على تحمل القوى المطبقة عليه وبقدرته على الشد، إضافة إلى درجة المرونة العالية التي يتميز بها، إضافة لكونه من المواد غير المكلفة، يُعَدُّ من أكثر المواد انتشارا في العالم، عمره الافتراضي يتراوح ما بين 15–20 سنة، وبالتالي يستخدم في المنشآت الطويلة الأمد والمؤقتة أيضا.

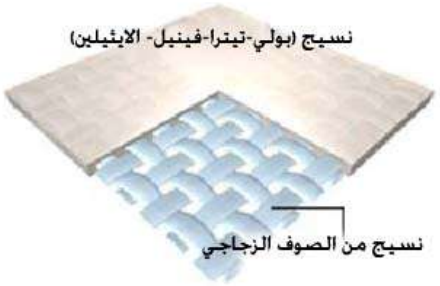


الشكل (8) طبقات مادة PVC [11]

يتكونPVC من ملدنات بنسبة 30–50 %، وهذا ما يجعل امكانية تعرضه لالتقاط الأوساخ أكبر، وقد تمت معالجة هذه المشكلة بإضافة طبقة ثاني أوكسيد التيتانيوم، إضافة لطبقة حماية من البكتريا تمركزت ما بين طبقة ثاني أوكسيد التيتانيوم و طبقة PVC، مما جعل هذه التغطية سهلة التنظيف ومقاومة للأوساخ.

- **poly-tetra-fluoro –ethylene) PTFE)(بولي – تيترا– فلورو إيثيلين):**

PTFE هي مادة بديلة عن PVC، لونها أبيض، وقوة الشد مشابهة لقوة شد السيليكون الصناعي، ويتم استخدامها غالبا على شكل غشاء مضاعف يقدر وزن الطبقة بـــ 1,5كغ/م2، أما الطبقة المضاعفة فيقدر بـــ 3,5كغ/م2.



الشكل (9) طبقات مادة PTFE [11]

تُعَدُّ PTFE من المواد مرتفعة التكلفة و من ثم لا تستخدم إلا في المشاريع المهمة.

كما توصف PTFE بقلة المرونة وصعوبة الثني، وبعدم قابليتها للطباعة عليها، ومن جهة أخرى فقد أكسبتها مادة Teflon مقاومة للتلوث و سهولة التنظيف، وعمرها الافتراضي يتراوح بين 25–30سنة.

- **(ethylene-tetra-fluoro-ethylene)ETFE (إيثيلين – تيترا– فلورو إيثيلين:**

لا تُعد مادة ETFE من الأنسجة وإنما هي رقائق بلاستيكية، ذات شفافية عالية مما يسمح باستخدامها في المنشآت التي تتطلب مستوى عالٍ من الإضاءة، إضافة إلى خاصية المرونة العالية وقوة الشد الجيدة.

تتميزETFE بنفاذية عالية تصل إلى 95%، وتبلغ سماكة الغشاء أقل من 0,3ملم، ولكنها تتصف بقوتها ومتانتها

الشكل (10) طبقات مادة ETFE [11]

[11] **ترتبط هذه الفقرة بالمراجع** [5] [4] [3] [2]

يستخدمETFE في المنشآت المنفوخة، إما بطبقة غشائية واحدة أو طبقتين أو ثلاثة، ويمتد العمر الافتراضي لهذا الغشاء لـــ30 سنة، وتغطي هذه المادة مجازات أقل من المجازات التي يغطيها البوليستر الصناعي، كما يُتجنب استخدامها في المنشآت التي تتلقى حمولات عالية الوزن.

1-2-3-2ميزات التغطيات الغشائية الحديثة :

تتميز التغطيات الغشائية الحديثة بعدة صفات جعلت من استخدامها حاجة ملحة لرفع أداء المنشأ على صعيدي الوظيفة والتكوين الحجمي، وتتلخص هذه الميزات بـــ:

- القدرة على تغطية الفراغات ذات المجازات الواسعة.
- يعد معظمها صديق للبيئة .
- تتميز بشفافيتها العالية ومن ثم تأمين الإضاءة الطبيعية.
- القدرة العالية على عكس الإشعاعات الحرارية غير المرغوبة.
- تعدد أشكالها وإمكانيات تشكيلها.
- سهولة الصيانة وقلة تكاليفها.
- مرونة التركيب.

1-2-3-3 معايير اختيار النسيج المناسب لتغطية المنشآت المعمارية [11] [7] [2]:

تحدد معايير نوعية النسيج المناسبة لكل منشأ بحسب وظيفته، والبيئة المحيطة، والمعايير الجمالية المطلوبة وغيرها، ومن ثم تم تقييم التغطية الغشائية وفق أربعة بنود أساسية :

- أولا: على صعيد الخصائص الأساسية للتغطية الغشائية.
- ثانيا: على صعيد تكلفة الأغشية.
- ثالثا: على صعيد القضايا البيئية.
- رابعا: على صعيد نوعية النسيج وتجميعه وصيانته.

أولا- الخصائص الأساسية للتغطية الغشائية :

يتميز كل نسيج غشائي بخصائص معينة، منها ما يتعلق ببنيته الفيزيائية، وخصائص تتعلق بالمناخ، وطريقة التعامل مع المؤثرات الخارجية، ومنه ما يتعلق بالتشكيلات والانطباعات البصرية.

سيتم استعراض خصائصه الأساسية وفق هذه النقاط المذكورة:

<u>الخصائص الفيزيائية للتغطية الغشائية:</u>

- **قوة الشد والتحمل :**

التغطيات الغشائية ذات قدرة على تحمل قوى الرياح والثلوج والحمولات الحية، إضافة إلى قدرتها على تأمين ثبات هيكل المنشأ.

وعند تصميم التغطيات الغشائية لابد من معرفة قيمة الإجهاد المسبق وقوة الشد التي تحددها طريقة التصنيع والربط لأجزاء التغطية الغشائية، كل هذا لتحقيق مواصفات للغشاء تتحمل الحمولات المطبقة عليها من ثلوج، ورياح، وزلازل وغيرها.

- **مقاومة الالتواء والارتداد الميكانيكي:**

إن الصناعة والنقل والتركيب والصيانة للتغطيات أعمال تتطلب أن تكون المواد المكونة لها مقاومة للالتواء إلى حد ما لتلبي المتطلبات الإنشائية التي تضمن استقرار المنشأ والتي من الواجب تحقيقها ضمن هذه المنشآت، وقد تميز غشاء PTFE والبوليستر البلاستيكي المغلف بالألياف الزجاجية بقدرته على الالتواء أكثر من غيره من التغطيات الغشائية.

- **الوزن:**

يُعَدُّ وزن التغطيات الغشائية منخفضا مقارنة بوزن مواد البناء الأخرى، وهذا ما ساعد في استخدامها لتغطية المنشآت ذات الفراغات الواسعة، الأوزان القادرة على تحملها تتراوح ما بين 1,5-2Kg في المتر المربع.

- **المتانة:**

للتغطيات الغشائية بنية قادرة على تحمل الأشعة فوق البنفسجية، وتتميز بقابليتها للطي والنقل، وتؤثر هذه الخاصية في تحديد العمر الافتراضي للنسيج ، فمثلا يبلغ العمر الافتراضي لمادة PVC ما بين 15–25 سنة، أما مادة PTFE المغلفة بالألياف الزجاجية فتدوم 25–30 سنة، ومادة ETFE فيقدر عمرها الافتراضي بـــ 30 سنة.

<u>خصائص التغطية الغشائية تجاه العوامل المناخية والمؤثرات الخارجية:</u>

- **الطقس ودرجات الحرارة :**

تم تصميم الأغشية المستخدمة في تغطية الفراغات المعمارية بحيث تتصف بالمقاومة للمطر، وللرياح وللأشعة فوق البنفسجية، وبالقدرة على تحمل درجات الحرارة المختلفة مع الأخذ بعين الاعتبار عدم ملائمة استخدام هذه التغطيات الغشائية في درجات حرارة أقل من 5 درجات مئوية، عندها قد تصبح غير قابلة للثبات في المناخات التي تقل فيها درجة الحرارة عن الصفر كما في مادة PVC .

- **الخصائص الحرارية والصوتية ومقاومتها للمواد الكيميائية:**

في البداية لم تكن المنشآت ذات التغطيات الغشائية تتمتع بخاصية العزل الصوتي ، إذ كانت الترددات الصوتية تنتشر داخل الفراغ وتسبب حادثة الصدى، كما أن طبيعة الشكل المنحني الذي أخذته تلك المنشآت أدى إلى زيادة التأثير السلبي للصدى، كذلك من ناحية العزل الحراري فهي لم تكن قادرة على التحكم بدرجات الحرارة للفراغ الداخلي بشكل كافٍ، فتم تعديل التغطيات الغشائية حيث أصبحت عديدة الطبقات، فحلت مشكلة الصدى بامتصاص الغشاء المضاعف للترددات الصوتية بشكل أكبر، إضافة إلى استخدام غشاء مثقب يسمح بخروج الأصوات وعدم ارتدادها.

أما فيما يخص العزل الحراري فيقوم الغشاء المضاعف بدورين اثنين، إذ تقوم الطبقة الخارجية بتحمل القوى المطبقة أما الداخلية فتقوم بدور العزل ، ويجب أن يكون الفراغ بينهما لا يقل عن 30–35 سم .

- **خصائص متعلقة بالحريق :**

تتميز الأسطح الغشائية بخاصية مقاومة الحريق واللهب، إذ إن الألياف الزجاجية التي تغطي الأغشية تتكون من مواد غير قابلة للاحتراق، أما البوليستر فهو مادة مقاومة للاشتعال، وتأتي أهمية هذه الخاصية بحسب طبيعة استعمال هذه التغطيات الغشائية ضمن المنشأ بحسب الوظيفة التي شيد من أجلها، ففي المنشآت الغشائية الدائمة تُدرس معايير الأمان في حالات الحريق لقياس مقاومة الغشاء للحريق وقابلية الاشتعال، والضبابية والدخان ، وذلك

لتحديد كيفية معالجة أي طارئ قد يحدث للمنشأ في حالات الحريق، وهذا ما يميز المنشآت ذات التغطيات الغشائية عن المنشآت المبنية بالطريقة التقليدية.

وتميزت المنشآت ذات تغطيات الـــ PVC عن مثيلتها من التغطيات الغشائية الحديثة بالنسبة لمسألة التعامل مع حوادث الحريق لأنها تحترق احتراقاً كاملاً في ثوانٍ ولا تسبب أضراراً فهي لا تنقل الحريق ولا تسبب دخاناً.

- **خصائص التنظيف والصيانة /Cleaning:**

عانت المنشآت ذات التغطيات الغشائية من مشكلة الإمكانية والسهولة في التنظيف؛ إذا ليس من السهل معالجة الأذى أو التلوث الذي يصيب التغطيات الغشائية من مواد PTFE,PVC، ETFE، على عكس السهولة في تنظيف الزجاج من كافة الأوساخ دون أن يتأذى .

عولجت مشكلة التنظيف للتغطيات الغشائية معالجة كاملة باستخدام مادة الفلورين التي تساعد على التخلص الذاتي من الأوساخ والمؤثرات الخارجية، وهذا انعكس على أعمال الصيانة أيضاً لأنها موازية لأعمال التنظيف، فيمكن تصميم المنشأ بحيث يقلل من التأثيرات الناتجة عن العوامل البيئية والآثار الناتجة عن المواد الكيماوية المستخدمة في التنظيف ومن ثم التقليل من أعمال الصيانة.

<u>خصائص التغطية الغشائية المتعلقة بالتأثيرات البصرية :</u>

- **خصائص الإضاءة :**

يتطلب كل منشأ درجة إضاءة معينة بحسب وظيفته، وتبعاً لهذه الوظيفة يتم تحديد نوع التغطية الغشائية المناسبة وفقاً لملائمة هذا الغشاء لتحقيق درجة الإضاءة المطلوبة فيه، فتؤمن هذه التغطيات الغشائية شفافية عالية تسمح بمرور أشعة الشمس وضوء النهار إلى الفراغ الداخلي بدرجات متفاوتة حسب نوعية الغشاء .

فمثلا ETFE ذات شفافية تصل إلى 95% بحيث تسمح بدخول الإضاءة، وكذلك PTFE المغلفة بالألياف الزجاجية فلها شفافية تصل إلى 70%، فيؤدي هنا لون المادة دوراً في درجة امتصاص الضوء فقد تصل النسبة إلى 25 %.

الشكل (11) نفاذية التغطيات الغشائية لأشعة الشمس والإضاءة الطبيعية[11][10]

- **اللون :**

تتميز أغلب التغطيات الغشائية بقابلية التلوين وهذه الخاصية تؤدي دوراً مهماً في التحكم بنفوذية الغشاء الضوئية بحسب نسبة حاجة هذه المنشآت إلى الضوء ، فمثلا PVC هي المادة الأكثر تنوعا في مجال الألوان ومن ثم توسيع إطار الاختيار ، بالنسبة لـــ ETFE تمكن الطباعة عليها، أما PTFE المغلفة بالألياف الزجاجية فهي غير قابلة للطباعة عليها، و لكنها متوفرة بألوان مختلفة، ومن ثم فإن لهذه الألوان دوراً كبيراً في تشكيل البنية البصرية من جهة، وفي التحكم بالخواص الحرارية للتغطية الغشائية من جهة أخرى.

الشكل (12) مادة ETFE [10] **الشكل(13)** مادة ePTFE[10] **الشكل (14)** مادةPVC[10] **الشكل (15)**مادة HDPE[10]

ثانيا– تكلفة الأغشية :

لا تعبر تكلفة التغطية في المنشآت ذات التغطيات الغشائية عن التكلفة النهائية لعملية البناء، ولمعرفة ذلك لابد من معرفة تفاصيل عديدة تختص بالإنشائية الأساسية، والوصلات، والأغشية، إضافة إلى كل عمل متخصص يدخل في هذه المعالجة.

من ناحية أخرى تجب معرفة الخصائص المتعلقة بصنع القرار، وينصح أن تكون التقديرات الأولية هي جزء من التصميم، إضافة إلى ضرورة الاستعانة بفريق عمل مختلف الاختصاصات للإشراف على عملية وضع التقديرات وتطبيقها على العملية التصميمية.

ثالثا– القضايا البيئية :

تتميز التغطيات الغشائية باستخدام الحد الأدنى من الموارد، كما إن انخفاض وزن الأغشية يقلل من التكاليف النهائية، فمثلا يتميز ETFE بإمكانية إعادة تدويره بالكامل، ويمكن تدوير PVC المغلف بالألياف الزجاجية بشكل جزئي، أما PTFE الطويل الأمد فله ضمانة بإعادة شرائه وإعادة تدوير خصائصه التي تتطور باستمرار.

رابعا – نوعية النسيج وتجميعه وصيانته :

تسعى الشركات المصنعة للتغطيات الغشائية إلى تنفيذ الفحوصات اللازمة تنفيذاً دورياً ودائماً التي تشمل الناحيتين الفيزيائية والميكانيكية لخصائص تلك الأغشية والنسج، إضافة الى دراسة طرق تجميع بعضها مع بعض سواء بالخياطة أو اللحام، ومن ثم مراقبة جودة التعبئة والتغليف والنقل، وهذا كله ساهم بشكل أساسي في تأمين درجة ضمان الجودة المطلوبة.

1-2-3-4 أنواع المنشآت التي تستخدم التغطيات الغشائية الحديثة [10]:

استخدمت التغطيات الغشائية في العديد من المنشآت المعمارية ذات الاحتياجات الوظيفية، والاقتصادية والجمالية المختلفة.

كما تم استخدام التغطية الغشائية في الدراسة الإنشائية للمنشأ إلى جانب نظام إنشائي آخر، فنلاحظ استخدام التغطيات الغشائية مع الصواري والشدادات الفولاذية، ومن ناحية أخرى استخدمت التغطيات الغشائية مع الإطارات والجوائز الفولاذية والخشبية، إلى جانب استخدامها كعنصر أساسي ووحيد كما في المنشآت المنفوخة.

يتم اختيار الجملة الإنشائية يتم بحسب الاحتياجات الوظيفية والجمالية المطلوبة، فالنظام الإنشائي المستخدم في المنشآت الدائمة يختلف عن النظام الإنشائي المستخدم في النظام المؤقت، و النظام الإنشائي في المنشآت التي تتطلب إعطاء انطباعات بصرية عامة، مختلفة عن النظام الإنشائي المستخدم في المنشآت التي تتطلب إعطاء تشكيل بصري محدد لوظيفة محددة .

لقد حددت أنواع المنشآت التي تستخدم التغطيات الغشائية بحسب الجملة الإنشائية المستخدمة إلى ستة أنواع :

1–منشآت الإطارات المدعومة، الشكل(17) 2–المنشآت الممتدة، الشكل (18) 3–المنشآت الكابلية، الشكل(19)

4- منشآت القباب والتشكيلات الحرة، الشكل(20) 5- المنشآت المدعومة بالهواء، الشكل (21)
6- المنشآت المنفوخة بالهواء

الشكل (16) الإطارات المدعومة

الشكل (17) المنشآت الممتدة

الشكل (18) المنشآت الكابلية

الشكل (19) القباب والتشكيلات الحرة

الشكل (20) المنشآت المدعومة بالهواء

الشكل (21) المنشآت المنفوخة

1-2-3-5 مقارنة بين نماذج وأنواع التغطيات الغشائية الحديثة[10]:

تميزت التغطيات الغشائية بميزات وصفات عديدة اختلفت فيما بينها بحسب مادة صنع الغشاء، والعمر الافتراضي، والشفافية، وقوة الشد، ومقاومة الحريق و سهولة الشحن والتركيب.

الجدول (1) يوضح مقارنة بين مواد التغطيات الغشائية المختلفة

	PVC(PVDF)	PTFE	ePTFE	HDPE
العمر الإفتراضي	١٥-٢٠ سنة	٢٥-٣٠ سنة	٣٠سنة	٥-٨ سنوات
نفاذيتها للضوء	الصفر-٢٥٪	الصفر-٢٥٪	٢٠ - ٤٠ ٪	٤٥ - ٩٥ ٪
متانة النسيج	٢٠٠-٨٠٠ lb/in	٣٠٠-٩٠٠ lb/in	٣٠٠-٤٠٠ lb/in	٣٠٠< lb/in
اللون ومقاومة الأشعة فوق البنفسجية	متعددة الألوان ومقاومة للأشعة فوق البنفسجية	لونها أبيض ومقاومة للأشعة فوق البنفسجية	يمكن الطباعة عليها ومقومة للأشعة فوق البنفسجية	متعددة الألوان ومقاومة للأشعة فوق البنفسجية
مقاومة الحريق	جيدة جدا	نتازة وغير قابلة للاحتراق	نتازة وغير قابلة للاحتراق	غير قابلة للاحتراق
النقل والتركيب	قابل للتحرك وسريع التشييد	يتحرك دحرجة ويشيد تدريجيا	قابلة للثني تدريجيا وهي أسرع من PTFE في التشييد	قابل للتحرك مع احتمال إعادة التشييد

2-1الدراسة التحليلية:

تتأثر العملية التصميمية للمنشأ بعدة عوامل منها الوظيفة المطلوب تحقيقها في المنشأ، والبيئة المحيطة، والبنية الاقتصادية والاجتماعية، والخبرات العلمية والتقنية، والأنظمة الإنشائية ومواد البناء المتوافرة وغيرها.

ولمعرفة أهمية التغطيات الغشائية ودورها في رفع أداء المنشأ لابد من دراسة تأثير هذا النوع من التغطيات على مختلف مكونات البنية المعمارية للمنشأ، لذلك سيتم التركيز في الدراسة التحليلية على دراسة تأثير التغطية الغشائية على أربعة جوانب أساسية مكونة للمنشأ وتحدد كفاءة أدائه:

- أولا :على صعيد الخصائص الوظيفية الأساسية للتغطية الغشائية.

- ثانيا : على صعيد تكلفة الأغشية وطريقة التشييد.

– ثالثا : على صعيد القضايا البيئية وسلوك الأغشية تجاه العوامل الجوية.

- رابعا : على صعيد البنية الحجمية للنسيج وتجميعه.

2-2 مبررات اختيار النماذج المعمارية المدروسة:

تناولت الدراسة التحليلية أربعة أمثلة لمنشآت عالمية، تتميز هذه المنشآت بالتغطية الغشائية، وهي :

/Eden Garden – UK/–

/Sails in the Desert –Australia /–

/Good Shepherd Lutheran church –USA /–

/ San Diego Conventions Centers-USA/–

تم اختيار هذه الأمثلة وفق اعتبارات محددة هي :

- المنشآت المدروسة لها متطلبات وظيفية مختلفة (تعليمية ثقافية، سياحية، دينية، خدمية).

- اختلاف البيئة المعمارية لكل منشأ من المنشآت المدروسة.

- كل منشأ يتميز ببنية إنشائية ثنائية، فبالإضافة إلى التغطية الغشائية التي تمثل العنصر الإنشائي الأول توجد جملة إنشائية إضافية، فنلاحظ وجود التغطية الغشائية مع عناصر إنشائية مثل (الجوائز الشبكية، والكابلات والشدادات، والجوائز والدعامات الخشبية والبيتونية).

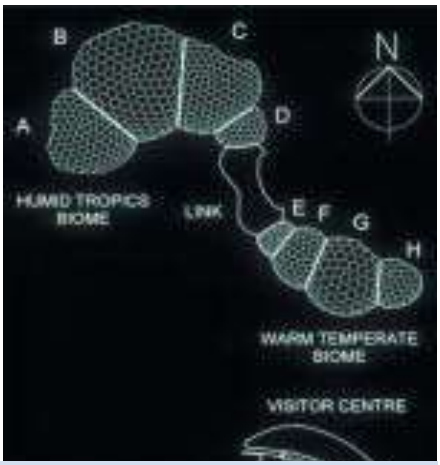
- تعتبر النماذج المدروسة علامة فارقة للمنشآت ذات التغطيات الغشائية في مكان وجودها والفترة الزمنية التي أنشئت بها.

- تميز الأداء الوظيفي والجمالي للمنشآت المدروسة.

2-3 تحليل الأمثلة:

2-3-1 تحليل مشروع جنة عدن /Eden Garden – UK/ [9] [8] :

يعد هذا المشروع مركزاً إحيائياً تثقيفياً سياحياً ، تم إنجازه في المملكة المتحدة، والهدف منه توطيد علاقة الإنسان بالنباتات إذ ليس له أهداف ربحية، بالإضافة إلى الدورين الترفيهي والتعليمي للتواصل مع الجمهور، وهذا المنشأ تطلب استخدام أجود مستويات التصميم المعماري والإنشائي لتوفير إحساس بالإبداع، والإثارة والإلهام.



الشكل (22) موقع الدفيئات الثلاث [9]

وقد وضعت أربع أفكار رئيسية:

- التفاف قباب المنشأ بحيث تواجه جهة الجنوب حتى يمكن الاستفادة القصوى من تخزين الحرارة، كما هو مبين بالشكل(24).
- جعل المنشأ يحقق أقصى قدر من الضوء وأشعة الشمس وتقلل من فقدان الحرارة من خلال النسيج.
- التحكم في المناخ الداخلي لتتناسب مع الاحتياجات المتزايدة للنباتات، مطابقة درجة الحرارة والرطوبة مع الضوء المتاح .
- إعادة التدوير والمعالجة لمياه الأمطار والمياه الجوفية في حفرة، والتقليل من استخدام المياه الجديدة من الخارج.

الفكرة التصميمية والتحقق منها :

ركزت الفكرة التصميمية على خلق فراغ معماري ضمن شروط صارمة للهيكل، وقد شكل ذلك تحديا حقيقياً من عدة نواحٍ، وهي :

- خلق أكبر منشأة إحيائية في العالم[12]، إذ تبلغ مساحته 240م *110م.
- خلق فراغ واسع دون الاستعانة بعناصر إنشائية حاملة داخلية.
- تمرير اكبر قدر من الإضاءة الخارجية إلى الفراغ الداخلي.
- تلبية الحاجة إلى بنية معمارية قابلة للتنقل لتحقيق الشروط البيئية المناسبة للنباتات.
- خلق بنية خفيفة الوزن ومن ثم التلاؤم وطبيعة التربة المختلفة الخواص مع تقليل الحاجة لمعالجتها.
- دورها التعليمي والترفيهي، وتحقيق ما يسمى بالعمارة المستدامة.

تحليل تأثير التغطية الغشائية على أداء المنشأ:

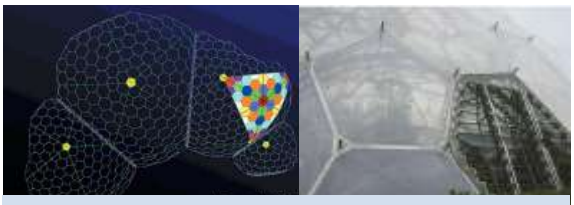
- **<u>على صعيد الخصائص الوظيفية الأساسية للتغطية الغشائية</u>**

تميز هيكل المنشأ بقدرته على تأمين فراغات واسعة دون وجود أعمدة لتغطيته بالوسائد الهوائية، هذا ما سهل وظيفة المنشأ التي تعتمد على الرؤية الواضحة للنباتات المعروضة، كما أن الشكل الكروي يساعد على توازن الرؤية لكافة العناصر، من ناحية أخرى تساعد هذه الإنشائية على تغيير وظيفة المنشأ وعلى استبدالها.

كما إن هذا النوع من الإنشاءات يساعد على دخول أشعة الشمس بسبب الشفافية العالية للمواد المستخدمة هذا ما يتوافق مع طبيعة المنشأ الإحيائية .

<u>على صعيد تكلفة الأغشية وطريقة التشييد:</u>

تميزت تغطية هذا المنشأ بمعايير إنشائية عالية الأداء، إذ كانت الوسائد الهوائية ذات مساحات كبيرة إذا ما قورنت بالتغطيات الزجاجية، بالإضافة إلى أنها أقل وزنا من التغطيات الزجاجية، ومن ثم في حالة الوسائد الهوائية تكون عمليات الصيانة، والتنظيف، والتركيب، و النقل أسهل.



الشكل (23) الهيكل الإنشائي والوسائد الهوائية [9]

في هذا المنشأ تم اختيار نظام الوسائد الهوائية، سداسية وخماسية ومثلثية، كما هو موضح في الشكل(25)، وهذه الوسائد مصنوعة من طبقتين من (ETFE) وهي رقيقة جدا، وهذه الطبقات تسمح بمرور الضوء المرئي بنسبة (94-97%) والأشعة فوق البنفسجية بنسبة (83-88%).

يستند الغشاء على هيكل إطاري، ويقدر الوزن الكامل للنظام الغشائي بـــ15 كغ/م2 وهو قليل بالمقارنة بوزن الزجاج، كما يتميز بخواص عازلة للحرارة. أما عملية تنظيفه من الأوساخ فسهلة عن طريق مياه الأمطار، كما إن مواد الغشاء لا تتأثر بالأشعة فوق البنفسجية.

يُعَدُّ هذا النظام صديقاً للبيئة على الرغم من المكونات الخام المستخدمة التي تشمل الموارد الطبيعية مثل النفط والغاز والمعادن الأخرى، ولكن بكميات صغيرة نسبيا.

[12] **وتشمل ثلاثة مناطق إحيائية وهي : المنطقة المدارية الرطبة، المنطقة المعتدلة الدافئة، المنطقة المعتدلة .**

وعملية التصنيع لا تعتمد على استخدام كميات كبيرة من المواد المضافة على عكس المواد البلاستيكية، أما بالنسبة لاستهلاك الطاقة داخل المنشأ فيعوضها انتقال الضوء للفراغ الداخلي ومن ثم يخفض تكاليف الإضاءة الاصطناعية.

- **<u>على صعيد القضايا البيئية وسلوك الأغشية تجاه العوامل الجوية:</u>**

تتميز التغطية بالشفافية العالية التي تمكن من تأمين الإضاءة الكافية، كما تتميز بقدرتها على تخزين كميات كافية من الحرارة بواسطة طبقات التغطية كما هو موضح في الشكل (26)، وهذا ما يضمن حرارة مناسبة للنباتات وخاصة في الشتاء.

تم تزويد المنشأ بمرشات لحاجة النبات إلى رطوبة معينة كما هو موضح في الشكل (27)، كما زود المنشأ بمضخات هوائية لتأمين التهوية المناسبة والتحكم بمسار التيارات الهوائية بما يناسب نمو النباتات.

الشكل (24) دخول أشعة الشمس والتيارات الحرارية داخل المنشأ[9]

الشكل (25) مضخات التهوية [9]

<u>على صعيد البنية الحجمية للنسيج وتجميعه:</u>

سمح هذا النوع من التغطية بدخول ضوء النهار بنسب معينة مما خلق جوا داخليا مميزا في النهار، وفي الليل أضفت الإضاءة الاصطناعية الداخلية انطباعات بصرية رائعة للمنشأ من الخارج.

وهذه التغطية أمنت مرونة كافية لتنوع الأشكال ومن ثم تأمين الانسيابية اللازمة لتتناسب مع البيئة المحيطة، كما هو موضح في الشكل(28).

الشكل (26) تلاؤم الكتلة المعمارية مع البيئة المحيطة [12]

الشكل (27) الموقع العام للمجمع [7]

الشكل (28) التشكيل الخارجي للمجمع [7]

2-3-2المجمع السياحي الصحراوي في استراليا / Sails in the Desert – Yulara , Australia /
1984/

يضم هذا المجمع تجمعين ، الأول هو سكن السكان الأصليين والثاني فندق للضيوف مع الخدمات والمنشآت الرياضية والترفيهية

الفكرة التصميمية :

- صمم المجمع على شكل أفعى أو ما يشبه الكثبان الرملية كما هو في الشكل(29)، وذلك تماشياً مع البيئة المناخية ذات الحرارة القاسية والجفاف، إذ يبلغ معدل الأمطار أقل من 250 ملم، ودرجات الحرارة تصل إلى 50°، وكان لابد من استغلال الطاقة الشمسية لتوليد الطاقات البديلة.
- استخدمت في تغطية المنشأ مواد خفيفة الوزن ونسيج نصف شفاف PVC، و ذلك حتى يتجاوب مع الظروف المناخية، ولعكس أشعة الشمس الضارة.
- استخدمت المظلات الغشائية لتظليل أماكن عامة مثل المطاعم ومداخل الفنادق، أما المنطقة الخارجية للتجمع فتمت حمايتها بواسطة تشكيلات شراعية، كما هو موضح بالشكل(30).
- حملت هذه المظلات بكابلات فولاذية، بالإضافة إلى تدعيمها بزوايا لزيادة ثباتها وقوتها ولتنقل الحمولات إلى الأرض.

الشكل (29) مظلة مدخل الفندق [7]

الشكل (30) مظلات المناطق الخارجية [7]

تحليل تأثير التغطية الغشائية على أداء المنشأ:

- **على صعيد الخصائص الوظيفية الأساسية للتغطية الغشائية**

استخدمت مادة PVC في تغطية فراغات معمارية متنوعة مثل مداخل الفندق والمطعم وذلك لتظليل هذه الفراغات وحمايتها من أشعة الشمس، وقد استخدم هذا النوع من التغطية ليتناسب مع طبيعة البيئة المحيطة، يوضح الشكل(31)(32) المظلات الشراعية.

- **على صعيد تكلفة الأغشية وطريقة التشييد :**

ثبتت التغطيات الغشائية بواسطة كابلات فولاذية تتصل بصواري مثبتة بقواعد خرسانية مما يضمن استقرارها وثباتها في وجه قوى الرياح، إضافة إلى أن PVC هو غشاء مقاوم للمؤثرات الحرارية والعوامل الجوية.

استخدم هذا النوع من التغطيات لسهولة التركيب والاستبدال وهذا يتناسب مع طبيعة الفعالات المتغيرة في هذا المشروع، ومن ثم قلة تكاليف الصيانة والنقل والتركيب.

- **على صعيد القضايا البيئية وسلوك الأغشية تجاه العوامل الجوية:**

تميزت التغطيات الغشائية PVC بقدرتها على عكس أشعة الشمس ومن ثم تظليل كافة الفراغات التي تغطيها، فاستخدمت طبقة مفردة من PVC لتغطية الممرات الخارجية لأنها بحاجة للتظليل، أما الفراغات مثل المطعم ومنطقة التسوق فاستخدمت التغطيات المزدوجة الطبقات لتحقيق التوازن الحراري وترطيب الجو الصحراوي القاسي.

- **على صعيد البنية الحجمية للنسيج وتجميعه:**

اتخذت التغطيات الغشائية أشكالاً متنوعة بما تتناسب مع وظيفة الفعالية التي يتم تغطيتها، كما إن التشكيل العام للتغطيات الغشائية استمد من طبيعة البيئة الصحراوية إذ اتخذت شكل الكثبان الرملية و الأشرعة.

2-3-3كنيسة الراعي الصالح اللوثرية في الولايات المتحدة الأمريكية

Good Shepherd Lutheran church -USA /

بنيت هذه الكنيسة عام 1982م، في مدينة Fresno في الولايات المتحدة الأمريكية، وكان الغرض الأساس لبناء هذه الكنيسة إضافة لأداء الطقوس الدينية للسكان تجسيدُ المبدأ الأساسي للدين المسيحي وهو الثالوث المقدس (الأب و الابن والروح القدس) كما هو موضح بالشكل(33).

الفكرة التصميمية :

سعى المعماريون في تصميم الكنيسة للمحافظة على العادات والتقاليد، مع إضفاء لمسة معمارية وإنشائية مميزة تتناسب والبيئة الاجتماعية الاقتصادية والدينية للمنطقة.

استخدمت التغطيات الغشائية في هذه الكنيسة، وكانت المرة الأولى التي تستخدم فيها التغطيات الغشائية في الكنائس، وإن تأخرت الكنيسة بقرار القبول بإدخال التقنيات الحديثة والتكنولوجيا في بناء منشأة لها صفة دينية وتقليدية.

الشكل (31) الكتلة الخارجية للكنيسة [7]

تحليل تأثير التغطية الغشائية على أداء المنشأ:

- **على صعيد الخصائص الوظيفية الأساسية للتغطية الغشائية**

استخدمت التغطيات الغشائية في الكنيسة وكان لها دور فعال في تحقيق الوظيفة المطلوبة من هذا المنشأ، فقد ساعدت على تأمين فراغات معمارية واسعة تساعد في خلق الشعور بالعظمة والرهبة المطلوب تحقيقهما في الكنيسة، إضافة إلى عدم وجود عوائق بصرية، وأيضا قدرة الغشاء على تمرير ضوء النهار إلى الداخل مما يساعد على إضاءة الفراغات الداخلية للتأكيد على عظمة الفراغ الداخلي.

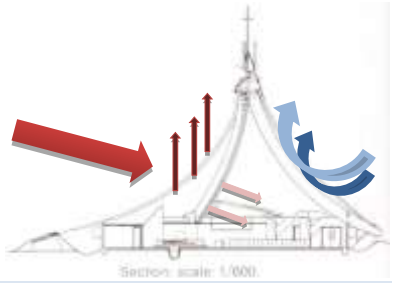
الشكل (32) مسقط الكنيسة المثلثي الشكل [7]

- **على صعيد تكلفة الأغشية وطريقة التشييد :**

سعت الدراسة الإنشائية لتعزيز جوهر قلب المسيحية وهو الثالوث الأقدس (الأب والابن والروح القدس) فالتسقيف مثلثي كما هو واضح في الشكل (34)، إذ استخدم ثلاث جوائز خشبية بشكل تتوزع كل منها من مركز الشكل المثلثي إلى إحدى زوايا المثلث، وتم تثبيت التغطية الغشائية على هذه الجوائز التي استندت على قواعد بيتونية تنقل الحمولات المختلفة إلى التربة.

الشكل (33) يوضح طريقة تثبيت الغشاء على الحائز الخشبي [7]

زودت زوايا التغطية الغشائية بكابلات فولاذية تساعد على تأمين استقرار أكبر للمنشأ، بالإضافة إلىدورها في إضفاء الشكل المطلوب. أما من الناحية الاقتصادية فقد تميزت هذه التغطية برخص تكاليف الإنشاء والصيانة، وهذا ما يتناسب مع طبيعة المنشأ غير الاستثمارية، بالإضافة إلى توفير استهلاك الطاقة من خلال قدرة الغشاء على تمرير الإضاءة إلى الفراغات.



الشكل(34) مقطع في الكنيسة[7]

- **على صعيد القضايا البيئية وسلوك الأغشية تجاه العوامل الجوية:**

تميزت التغطية الغشائية بنفاذية عالية تسمح بمرور الإضاءة الطبيعية وأشعة الشمس، ومن ثم القدرة على اختزان بعض الطاقات الحرارية. كما تميزت التغطية الغشائية بمقاومتها للأحوال الجوية مثل الأمطار والرياح، كما هو مبين بالشكل (36).

- **على صعيد البنية الحجمية للنسيج وتجميعه:**

بالرغم من استخدام مواد مع أسلوب إنشائي غير تقليدي، ولكن كل هذا ساعد على تعزيز المبدأ الديني ألا وهو الثالوث الأقدس من خلال الشكل المثلثي بالإضافة إلى الشكل الشراعي الذي يوحي بالرحلة التي تلي الحياة والموت، هذا من ناحية التكوين الحجمي الخارجي، أما على الصعيد الداخلي فقد تم تحقيق مبدأ العظمة والرهبة بضخامة الفراغ.

الشكل (35) الفراغ الداخلي للكنيسة [7]

2-3-4- مركز اتفاقيات سان دييغو في الولايات المتحدة الأمريكية / San Diego Conventions Centers-USA/

بني مركز اتفاقيات سان دييغو في مدينة سان دييغو عام 1989م في الولايات المتحدة الأمريكية. يتألف هذا المنشأ من مبنى رئيس، ومعارض خارجية وأماكن إقامة الأحداث الخاصة والمميزة، ويتميز بالتغطية الغشائية المشدودة.

الفكرة التصميمية :

أُنشئ هذا المنشأ من أجل إقامة معارض ونشاطات ثقافية وعالمية، وقد تم اعتماد التغطيات الغشائية، وقد بلغ مجاز هذه التغطية 91,5م، وهو يتضمن المعارض الخارجية ومناطق الفعاليات المميزة.

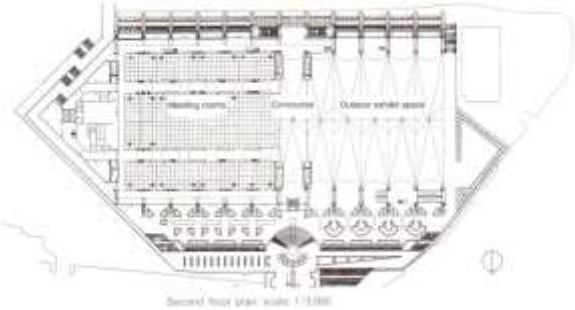
الشكل (36) التشكيل الخارجي [7]

دعمت التغطية الغشائية بصواري فولاذية تؤمن شد التغطية الغشائية وثباتها، تبتعد كل صارية عن الأخرى مسافة 18,3م، ومن ثم يتحقق التشكيل الخيامي المطلوب تحقيقه في التغطية.

تحليل تأثير التغطية الغشائية على أداء المنشأ:

- **على صعيد الخصائص الوظيفية الأساسية للتغطية الغشائية**

في هذا المنشأ تحققت القدرة على تغطية مختلف مساحاتِ الفراغات المعمارية ووظائفها (المعارض، وأماكن الاحتفالات الخاصة والرسمية والمؤتمرات ...).



الشكل (37) مسقط المركز[7]

الشكل (38) تفاصيل العناصر الانشائية [7]

- **<u>على صعيد تكلفة الأغشية وطريقة التشييد:</u>**

تميز النظام الإنشائي بقدرته على تحقيق فكرة إنشاء كتلة معمارية طافية وخفيفة الوزن، وتميز أيضا بأن لكل تشكيل خيامي بنيته الإنشائية المستقلة، لذلك فإن أي حدث طارئ على أي جزء من التغطية لا يؤثر على بقية المنشأ، وهذا يحفظ استقرار المنشأ وديمومته، ومن ثم تقليل تكاليف الصيانة.

- **<u>على صعيد القضايا البيئية وسلوك الأغشية تجاه العوامل الجوية:</u>**

إن التشكيلات الخيامية المستقلة في نظامها الإنشائي يساعد على سهولة تشميس كل قسم بشكل وتهويته جيد، كما يتميز الغشاء بمرونته تجاه الأمطار والقوى المطبقة عليه.

- **<u>على صعيد تكلفة الأغشية وطريقة التشييد:</u>**

تميز النظام الإنشائي بقدرته على تحقيق فكرة إنشاء كتلة معمارية طافية وخفيفة الوزن، وتميز النظام أيضاً بأن لكل تشكيل خيامي بنيته الإنشائية المستقلة، ومن ثم أي حدث طارئ على أي جزء من التغطية لا يؤثر على بقية المنشأ، وهذا يحفظ استقرار المنشأ وديمومته، فتقليل تكاليف الصيانة.

- **<u>على صعيد القضايا البيئية وسلوك الأغشية تجاه العوامل الجوية:</u>**

إن التشكيلات الخيامية المستقلة في نظامها الإنشائي يساعد على سهولة التشميس والتهوية في كل قسم بشكل جيد، كما يتميز الغشاء بمرونته تجاه الأمطار والقوى المطبقة عليه.

<u>على صعيد البنية الحجمية للنسيج وتجميعه:</u>

اتخذت التغطيات الغشائية تشكيلات خيامية تتسم بالرشاقة وقد ناسبت اختلاف الوظائف للمنشأ، ومن ثم اتصفت بالمرونة الشكلية التي تراعي اختلاف الوظائف والتغيرات المستقبلية التي قد تطرأ على المنشأ.

الاستنتاجات والتوصيات :

لقيت التغطيات الغشائية رواجاً وانتشارا واسعاً في أوربا وأمريكا، وكان لها دور واضح في رفع كفاءة الأداء الوظيفي والإنشائي للمنشآت التي نفذت بهذه التقنية إضافة إلى قدرتها على إعطاء تشكيلات فراغية جميلة ومتناسبة مع البيئة المناخية والعمرانية الموجودة فيها، فمثلا نرى:

- تأمين مساحات فراغية كبيرة، وعدم وجود عوائق بصرية أو وظيفية كالأعمدة مما يسمح بتعدد الوظائف.
- القدرة على تغطية مختلف أشكال فراغات المسقط.

- إمكانية الفك والتركيب والتوسع، مما يساعد في مراعاة التطور والتغيرات المستقبلية.
- متانة مقبولة للتغطية الغشائية تجاه مختلف الأحوال المناخية (المطر ، الرطوبة ، الثلوج ، الرياح ...).
- تحقيق درجة استقرار وثبات مقبولة للمنشآت، مما يجعل إمكانية استخدام هذه التغطيات في أنواع مختلفة من المنشآت سواء بالنسبة لطبيعة وظيفة المنشأ أو العمر (منشآت دائمة أو مؤقتة).
- سهولة التنفيذ و الصيانة بسبب بساطة التركيب وخفة الوزن.
- رخص أسعار هذه التغطيات مقارنة بغيرها من التغطيات ورخص تكاليف الصيانة.
- قدرة هذه التغطيات على توفير الطاقة بسبب تميزها بالعازلية والامتصاص الحراري.
- خلق أجواء لطيفة رطبة بسبب الغلاف المضاعف في المناطق الحارة.
- سهولة دخول أشعة الشمس والتهوية بسبب نفاذية الغلاف والقدرة على التحكم بالفتحات في بنيته.
- تنوع التشكيلات الحجمية للتغطيات الغشائية.
- قدرة التغطيات الغشائية على تحقيق معان و رموز محددة مطلوب وجودها في المنشأ.
- خلق أجواء داخلية معينة من خلال شفافية التغطية الغشائية.
- قدرة التغطيات الغشائية على التأقلم مع تغير المتطلبات الشكلية بسبب التوسع أو التغير المستقبلي لاستخدام المنشأ.

ونظرا للدور الهالمهم الذي تؤديه التغطيات الغشائية في رفع كفاءة أداء المنشأ على الجوانب كافة الوظيفية ، الإنشائية الاقتصادية والجمالية، ودعم العناصر التصميمية، فمن الضروري تطبيق هذا النوع من التغطيات في المنشآت السورية التي تتناسب مع خواصها، ومن ثم تساعد في تطوير البنية التصميمية للمنشآت، وخاصة بسبب حاجة المنشآت السورية إلى إحداث نقلة نوعية لطبيعة المنشآت السائدة التقليدية التي تفتقد عنصر المرونة من ناحية التأقلم مع التطور والتغيرات التي قد تطرأ على المنشأ عبر الزمن، من ناحية أخرى فيجب استثمار طبيعة البيئة المعتدلة في سورية، هذا ما يساعد على تطبيق هذا النوع من التغطيات بسبب القدرة على تحمل قوى الرياح والأمطار والعوامل الجوية الأخرى ، وقد أدخلت مؤخرا إلى سورية بعض المصانع المجهزة للتعامل مع اللدائن المختلفة ، وبالتالي إمكانية توافر هذه المواد بسهولة ومعالجتها، كما إن طبيعة الوظائف فيها لا تتعارض مع تطبيق هذا النوع من التغطيات، لذلك يوصى بـــ :

- القيام بدراسات حول تناسب هذه المواد مع البيئة المناخية والمعمارية والاقتصادية.
- التحقق من توافر خبراء وفنيين قادرين على تطبيق هذا النوع من التغطيات ومعالجته، وعلى إضافة تعديلات لهذا النوع من التغطيات في المنشآت السورية.
- القيام باستبيان حول نوعية المنشآت السورية التي تتناسب مع هذه التغطيات والتي تحددها نوعية الوظيفة، والتكلفة والبنية الشكلية المطلوبة، بالإضافة إلى نوعية المنشأ حسب العمر الافتراضي (دائم أو مؤقت).
- تطوير المعدات والتجهيزات اللازمة لتصنيع هذه التغطيات و معالجتها وتأمين لوازم صيانتها.
- ضرورة تشكيل فريق عمل من مهندسين معماريين و إنشائيين، وفنيين، ومتخصصين في الشؤون المالية لدراسة التكاليف المالية التي تحتاجها أعمال تأمين المعدات اللازمة لتصنيع هذه التغطيات وتشييدها وصيانتها ومقارنتها مع رأس المال المتوفر لهذا النوع من المنشآت. ومن ثم فالضرورة ملحة لمتابعة تطبيق هذا النوع من التغطيات في سورية لما له من دور إيجابي في تطوير المنشآت السورية.

References:

[1] Supartono,FX ; Zhongli,LI ; Xiujiang,W. MEMBRANE STRUCTURE: A MODERN AND AESTHETIC STRUCTURAL SYSTEM. seminar. Indonesia.2011.p(2-7)

[2] Kuusisto ,T.K. Textile in architecture. Master degree, Tampere University of Technology, Finland. 2010. p(21-44)

[3] Tensile Fabric roof structures, PTFE coated Glass cloth- ArchitenLandrell associates limlited

[4] Wilson, A. ETFE: The New Fabric Roof. Interface Magazine. January 2009.P(1-2)

[5] Tanno,S . ETFE foil cushion as an alternative to glass for atriums and rooflights . London. P(357-360)

[6] SCHLAICH,J ; BERGERMANN,R ; SOBEK,W.Tensile Membrane Structures. invited lecture in the lass congress. Madrid .sep 1989. P(1-32)

[7] Tian,D.Membrane Materials and Membrane Structures in Architecture. Master degree,Sheffield University, England. sep 2011.p(1-7)(38-41)(71-81)

[8] Bissegger ,K. The Eden Project. Case Study Spring. 2006

[9] Jones,A ; Hunt, A ; Guthrie, A. Creating the Garden of Eden Engineering the world's largest greenhouse. The Royal Academy of Engineering. January 2003. P(1-22)

[10] Alshaikh R, said N, issa Y. Contemporary vision of architecture that is in harmony with its place. Tishreen University Journal for Research and Scientific Studies - Engineering Sciences Series;2011; 33: 223–241.

[11] Supartono,FX ; Zhongli,LI ; Xiujiang,W. MEMBRANE STRUCTURE: A MODERN AND AESTHETIC STRUCTURAL SYSTEM. seminar. Indonesia.2011.p(2-7)

[12] Safwan AlAssaf, A Conceptual Model for housing Planning Information System, Arab Cities Organization (G.C.A.C.O) 10th, Dubai 3, 1994, 2475-2524.

[13] Kuusisto ,T.K. Textile in architecture. Master degree, Tampere University of Technology, Finland. 2010. p(21-44)

[14] Safwan AlAssaf, Methods of Predicting Housing Requirements for Local Housing Policy in Syria , Beirut Arab University Publication, 1995,137-155.

[15] Tensile Fabric roof structures, PTFE coated Glass cloth- ArchitenLandrell associates limlited

[16] Safwan AlAssaf, Data and Information requirements for Housing Planning, Arab Cities Organization (G.C.A.C.O) 10th, Dubai 3,1994, 2445-2473.

[17] Wilson, A. ETFE: The New Fabric Roof. Interface Magazine. January 2009.P(1-2)

[18] Tanno,S . ETFE foil cushion as an alternative to glass for atriums and rooflights . London. P(357-360)

[19] SCHLAICH,J ; BERGERMANN,R ; SOBEK,W.Tensile Membrane Structures. invited lecture in the lass congress. Madrid .sep 1989. P(1-32)

[20] Tian,D.Membrane Materials and Membrane Structures in Architecture. Master degree,Sheffield University, England. sep 2011.p(1-7)(38-41)(71-81)

[21] Bissegger ,K. The Eden Project. Case Study Spring. 2006

[22] Safwan AlAssaf, Towards Better Climatic Responses in Architectural and Urban Design, College of Architecture, Al Baath University,2002.

[23] Safwan AlAssaf, An Intelligent Spatial Data Base for Strategic Housing Management, International Regional and Planning Studies / Middle East Forum, 1996, 41-61.

[24] Jones,A ; Hunt, A ; Guthrie, A. Creating the Garden of Eden Engineering the world's largest greenhouse. The Royal Academy of Engineering. January 2003. P(1-22)

المواقع الإلكترونية

1- 7/6/2013 <www.thecontinuingarchitect.com>
2- 7/6/2013 <www.tensinet.com>
3- 7/6/2013http://www.cornwall-calling.co.uk/eden-project-cornwall.ht