مقترح لتغطية متحركة للمطاف حول الكعبة الشريفة بأوقات القيلولة

أ.د. أحمد عماد الدين محمد خضري

هيئة تطوير مكة المكرمة والمشاعر المقدسة

a.e.khodari@hotmail.com

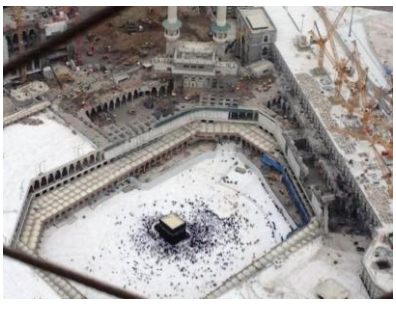
1-مقدمة:

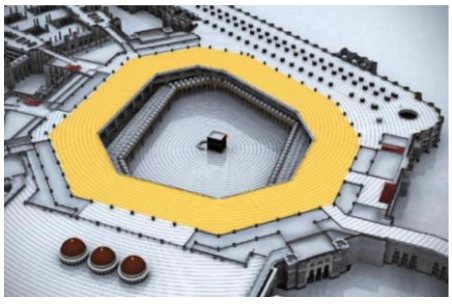
يتزامن شيوع إستخدام التغطيات المنتفخة بالهواء لتغطية مساحات مفتوحة واسعة البحور بدون مرتكزات تتوسط الفراغ بمشروعات معمارية معاصرة بكثير من دول العالم مثل أمريكا و كندا و إسترليا و المملكة العربية السعودية مع تلك الجهود الحثيثة المباركة لأولى الأمر والمكللة إنشاء الله بالنجاح الدائم و التوفيق في عمليات توسيع صحن المطاف حول الكعبة المشرفة (شكل رقم ١). مما يؤكد بالأحرى، ضرورة الإلتفات إلى مثل هذه التقنيات و محاولة تطبيق أفضل المتوافق منها على المشروعات الجارية لتوسعة المطاف حول الكعبة الشريفة لمضاعفة كفاءته وإستمرارية قدراته الإستيعابية لإستقبال الطائفين نهارا و ليلا وذلك بالتوازى وعدم التعارض مع جهود قافلة التطوير والتنفيذ الجارية بالحرم.

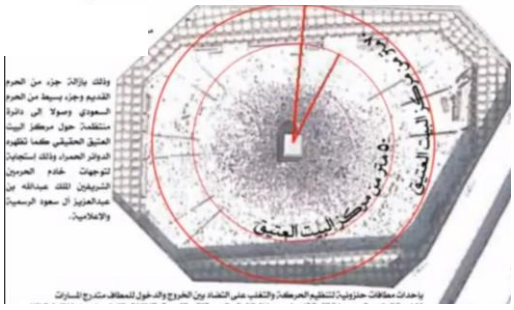
و تحاول الورقة طرح مقترحا متوافقا لتطبيق هذه التقنية لتغطية صحن الطواف قى محاولة للفت الأنظار إلى حتمية وجوب القيام بدراسة مستفيضة و دقيقة لتقنين الإستفادة التصميمية منها في تغطية الصحن حول الكعبة الشريفة.

و من ثم تعتبر تقنية تغطية الفراغات واسعة البحور بدون أى مرتكزات مثل ملاعب كرة القدم و أبنية المعارض و عنابر إيواء الطائرات ...ألخ من نوع الوسائد الهوائية (Inflatable air structure) كوسيلة تقنية حديثة شاع إستخدامها بنجاح و كفاءة متميزة فى كثير من دول العالم المتقدم. و لا شك أن هذا النمط من التغطية يتميز بخفة وزنه وقدرته الفائقة على عزل درجات حرارة الشمس نهارا ومنع إنتقال البرودة مساءا إلى داخل الفراغ. و يأتى أيضا عامل إنخفاض تكاليف شراء منظومة التغطية الهوائية من الشركات المتخصصة العالمية المنتجة عاملا جاذبا آخر لإقتناء مثل هذه التغطية. و يضاف إلى هذه المميزات التكاليف المنخفضة نسبيا للنظم الإنشائية المطلوبة لحمل مثل هذا النوع من التغطية بالإضافة إلى السرعة المتناهية للإنشاء فى غضون أسابيع معدودة و بدون إزعاج لنوع النشاط القائم بالفراغ المراد تغطيته أو الحسابات الإنشائية المعقدة لمراجعة الإضافة لمثل هذه التغطية. و تنفرد هذه التقنية بالقدرة و السهولة و المرونة الكاملة فى نقلها و إعادة توطينها بأى موقع آخر مستقبلا مع الإستدامة لمقاومة العوامل الجوية لسنوات مديدة.

شكل (1) : مساحة المطاف الجارى إزالتها 1434هـ:







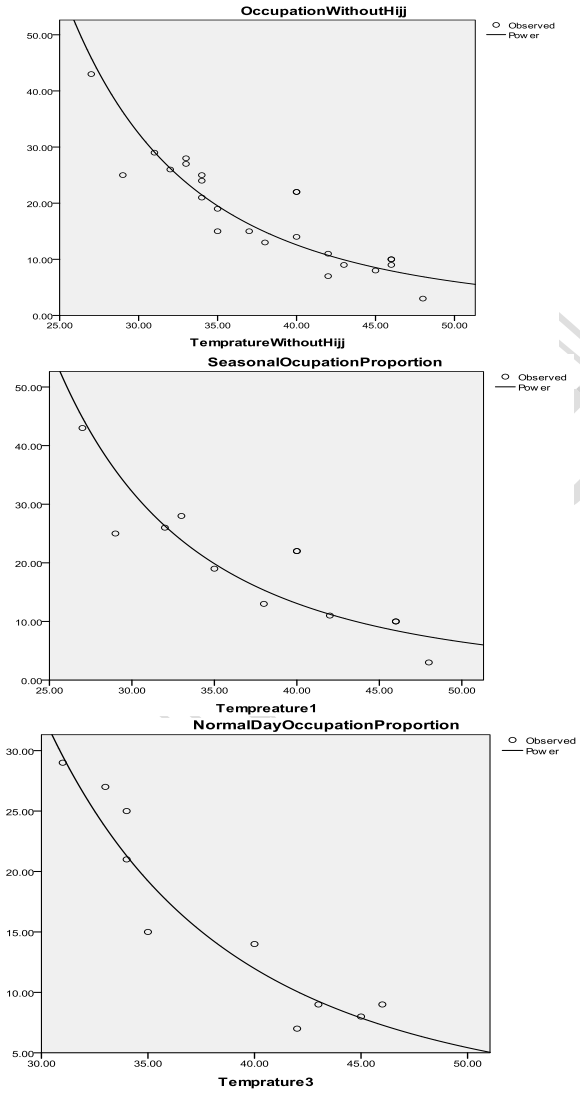
المصدر : توسعة مطاف الحرم الشريف ١٤٣٤هـ.

2-1 - أبعاد المشكلة:

تمثل اشكالية عزوف كثير من الحجاج والمعتمرين وسكان مكة المكرمة من الطائفين حول الحرم الشريف لإتمام الطواف في أوقات القيلولة (من العاشرة صباحا إلى الرابعة بعد الظهر) وخاصة بمواسم الحج صيفا ظاهرة سلبية بالمقارنة للأحجام الملحوظة من التكاثف والتزاحم لهذه الاعداد بباقي أوقات اليوم. و بالتالى يتسبب زحام الطائفين المؤجل لأوقات إنخفاض الحرارة في تفاقم ظاهرة قصور إستيعاب مساحة الطواف حول الحرم لهذه الأعداد المُأجلة لشعيرة الطواف وخاصة عند التوقع بتضاعف أعدادها بالعقود القادمة. فقد أثبت الرصد الميداني والصور الفضائية والإحصائيات و الصور المأخوذة تلفزيونيا و بيانات الطقس اليومية السعودية مباشرة من الحرم بتوقيتات مختلفة طوال اليوم أن ما يقرب من ٧٢% إلى ٧٨% من نسبة مساحة المطاف حول الكعبة الشريفة تبقى فارغة بدون طائفين خلال فترات القيلولة خلال أيام العام العادية. أما في فترات مواسم الحج (فيما عدا طواف فرائض النسك بالحج) تنخفض نسبة المساحة الفضاء إلى ما يقرب من ٣٠% إلى ٣٥%. ملحق رقم (١) يبين عينة للمعلومات المستقاه من المصادر السعودية المحلية المذكورة أنفا. و نظرا لضيق الوقت المتاح قبل النشر فإنه لابد من التأكيد على أن مزيدا من رصد و تسجيل الحالات مطلوبا لتقنين نتائج التحليل الإحصائى لمستويات أدق وأصوب.

شكل رقم (٢) يستعرض ثلاث نتائج للتحليل الإحصائى لعينات من البيانات المرصودة سواء لعلاقة إنحناء (Power Relationship) لنسب الإشغال وقت القيلولة للطائفين بأيام العام والمعتمرين بمواسم العمرة أو فقط بمواسم العمرة أو للطائفين منفرديين بأيام العام العادية و بين درجات حرارة الجو لحظة تقدير نسبة الإشغال.

شكل (٢): نتائج التحليل الإحصائى للعلاقة بين التغير فى درجات الحرارة وقت القيلولة خلال أيام العام و بمواسم العمرة و نسب الإشغال النهارية لساحة المطاف حول الكعبة المشرفة عامى ١٤٣٣-١٤٣٤ هـ:



علاقة نسب الإشغال وقت القيلولة للطائفين بأيام العام والمعتمرين بموسم العمرة و بين درجات حرارة الجو:

Dependent Variable: All Occupation Without Hijj

Equation	Model Summary					Parameter Estimates	
	R Square	F	df1	df2	Sig.	Constant	b1
Power	.763	70.711	1	22	.000	2369317.394	-3.293-

The independent variable is Temprature Without Hijj.

علاقة نسب الإشغال وقت القيلولة للطائفين بموسم العمرة فقط وبين درجات حرارة الجو:

Dependent Variable: Seasonal Occupation Proportion

Equation	Model Summary					Parameter Estimates	
	R Square	F	df1	df2	Sig.	Constant	b1
Power	.703	23.717	1	10	.001	1364922.018	-3.133-

The independent variable is Tempreature1.

علاقة نسب الإشغال وقت القيلولة للطائفين بأيام العام و بين درجات حرارة الجو:

Proportion Occupation Day Normal Dependent Variable:

Equation	Model Summary					Parameter Estimates	
	R Square	F	df1	df2	Sig.	Constant	b1
Power	.884	60.876	1	8	.000	5710588.192	-3.545-

The independent variable is Temprature3.

بالإشارة إلى نتائج التحليل الإحصائى المرفق يتضح أن هناك علاقة قوية و إيجابية بين التفاوت فى درجات حرارة الجو و نسبة الإشغال لفراغ صحن المطاف فى أوقات القيلولة مما يملى ضرورة الأخذ فى الإعتبار فاعليات هذه الظاهرة عند التخطيط لأى توسعات لصحن الطواف مستقبليا. فهناك علاقة عكسية بين تناقص أعداد الطائفين و إرتفاع درجة حرارة الجو.

3-1- الفرضية:

لو أنه تم تغطية المطاف و تكييف هواء فراغه أثناء أوقات القيلولة نهارا لتم القضاء تقريبا على ظاهرة التكدس المتكررة الحالية للطائفين كل مساء، وذلك بتشجيع الطائفين للطواف طول ساعا ت النهار. و من ثم يمكن القضاء على مشكلة ضيق سعة المطاف مساءا لإستيعاب الطائفين و كذلك فراغه النسبى الغير مستغل طوال ساعات القيلولة. و إن جهود أى توسعة فقط لمساحة المطاف بأى نسبة دون تغطية و تكييف معظمه لن تجدى بعد عدة سنوات قليلة نظرا لتضاعف الأعداد. حيث سيظل تكرر ظاهرة عزوف الطائفين عن الطواف خلال ساعات القيلولة مستمرا إلا فى حالة تغطية معظم صحن المطاف و تكييفه فستحل - إن شاء الله - مشكلة التزاحم مساءا لعدة عقود قادمة.

١-٤- الهدف من الدراسة:

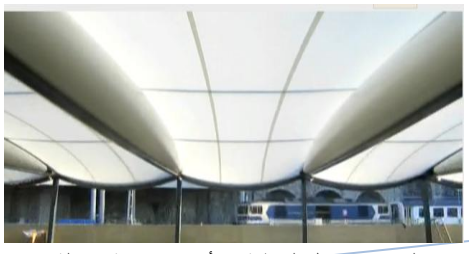
زيادة أعداد الطائفين حول الكعبة المشرفة أثناء ساعات القيلولة.

١-٥- الأدبيات والأمثلة السابقة المتوافقة مع فكرة التغطية المقترحة:

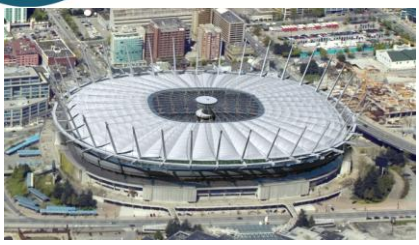
تلقى مشروعات التغطية بإستخدام الوسائد الهوائية (Inflatable fabric air support engineering – Pneumatic architecture) للإستعمالات ذات البحور الواسعة ترحيبا و إقبالا متزايدا و مضطردا فى كثير من دول العالم. فقد تم إفتتاح أحدث تغطية بإستخدام هذه التقنية لإستاد "فانكوفر" بكندا لكرة القدم ببحر حر بدون مرتكزات بلغ ٢٦١ مترا.

ونظرا لضيق المساحة المسموح بها للنشر فسيتم عرض نماذج مصورة لأمثلة تم تنفيدها عالميا تعطي تصورا وبعدا واقعيا لتوظيف التغطيات المدعومة بضغط الهواء المحتبس في انشاء اشكال وأنماط مختلفة من تغطيات الهواء. ويلاحظ قدره هذه التقنية الحديثة خفيفة الوزن في امتداد أنابيب ووسائد الهواء إلى عشرات الأمتار الطويلة والتي تصل في بعض النماذج للتغطيات إلى أكثر من ١٢٠ مترا. شكل رقم (٣) يوضح بعض النماذج للتغطيات وإنشاء محتوى فراغي كامل من الوسائد المنتفخة بالهواء ذات البحور الواسعة.

شكل (٣) : نماذج عالمية لإستخدام التغطية بالوسائد الهوائية المنتفخة أو تشكيل فراغي كامل بهذه التقنية من حوائط وأسقف هوائية:



التنوع في شكل التغطية من أنابيب هوائية متصلة



BC place Stadium For Football, Vancouver, Canada

Buildings in hurricane-prone

إمكانية إمتداد الأنابيب الهوائية لعشرات الأمتار بدون أى مرتكزات بالوسط مع توفير عنصر الأمان للمنشأ.

تغطية بكابلات مشدودة إلى أعمدة بمحيط المبنى بطول ٢٦١ مترا

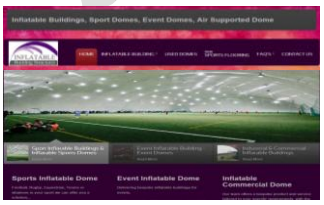
BC place Stadium For Football, Vancouver, Canada

تغطية كاملة لملعب رياضى و مدرجاته بالعاصمة طوكيو - اليابان

حركة انتفاخ التغطية بالاتجاه الطولي لأحد المنشآت الحديثة بالمملكة البريطانية

مراحل إنشاء التغطية النسيجية من طبقة واحدة والأعمدة والكابلات الحاملة لها.

المحتوى الهوائى المنتفخ المشيد بحفل إستقبال سمو نائب أمير المنطقة الشرقية.



نموذجين لتغطية ملعب كرة قدم بالنسيج الهوائى

الأعمدة الحديدية المثبته بدائر مبانى الإستاد الرياضى لحمل نظام إنشاء نسيج

Shelter-Rite

PVC coated polyester fabric (for air-supported structures)
An air-supported structure utilizes an architectural fabric skin that is inflated by internal air pressure. Because there is no internal frame, the structure consists of only a fabric skin and a blower...

٢- منهجية الدراسة و التحليل :

سيتبع البحث منهجية الإستقصاء و الإستنباط (Deductive and Inductive approachs) فى رصد و دراسة و تحليل هذه الظاهرة و إثبات الفرضية المطروحة. و تتلخص النهجية المقترحة للدراسة فى التسلسل التحليلى الآتى:

٢-١- رصد حركة الطائفين بصحن المطاف خلال ساعات القيلولة بأوقات العام و المواسم و تحليلها إحصائيا و طرح الإشكالية.
٢-٢- موجز للإيجابيات و السلبيات للمحاولة السابقة للباحث لحماية الطائفين حول الحرم الشريف .
٢-٣- استعراض بعض المقترحات السابقة لتغطية المطاف واسقف الحرم.
٢-٤- مقترح الدراسة الحالية لحل المشكلة و التفاصيل التقنية للمقترح ووصفه.
٢-٥- التقويم المتأنى لإيجابيات توافق بعض المقترحات السابقة لتغطية المطاف واسقف الحرم و المقترح الحالى بتطبيق مصفوفة درجة تحقيق الأهداف الأدائية و معاييره الرقمية الأدائية(Goals achievement matrix) للإستفادة من الإيجابيات بالمقترحات السابقة لتغطية الحرم و صحن الطواف بإستخدام المعايير الدارجة بالمرجعيات العلمية مثل الكفاءة Efficiency، القدرة Capability , الملائمة Adaptability , المرونة Flexibility- الجدوى الحل المقترح Feasibility, التأثيرات الجانبية

Externalities.عرض نتائج التقويم. جدول رقم (١) يوضح نموذجا لتقويم الدراسة الحالية للمقترحات المطروحة طبقا لخصائص معيار الكفاءة. و يمكن الإطلاع على نتائج باقى التقويم للمعايير الأخرى.

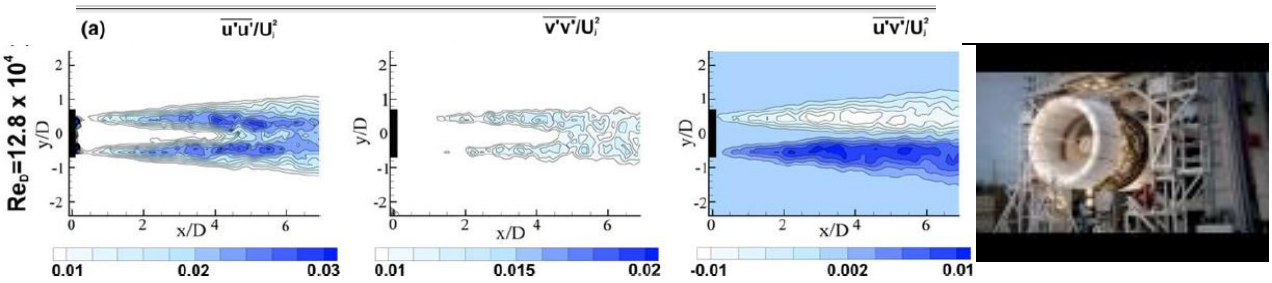
تطبيق المنهجية المقترحة على مسار العمل والدراسة :

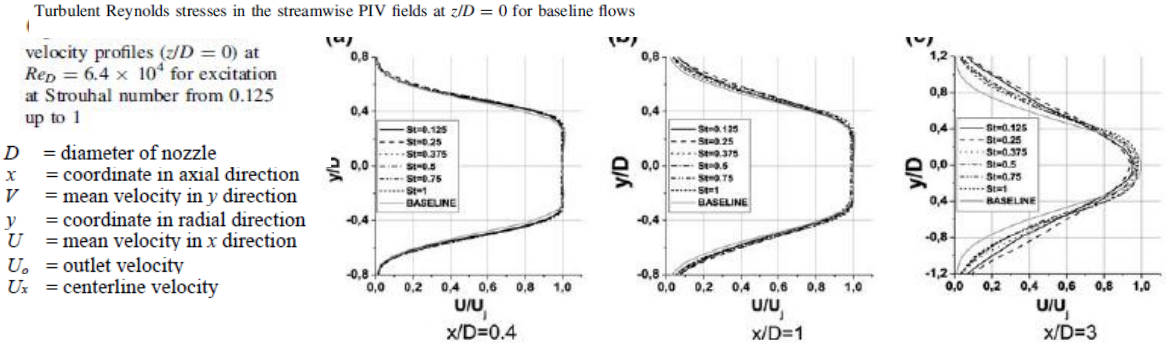
٢-١- دراسة و تحليل نتائج رصد حركة الطائفين و مشكلة عدم إستغلال الطاقة الإستيعابية الفيزيقية لصحن المطاف خلال ساعات الذروة. و قد تم إستعراضها أنفا و موضحة بشكل رقم (٢) و عينة من بيانات الرصد بملحق رقم (١).

٢-٢- الخلفية لجهد الدراسات السابقة للباحث لحماية الطائفين من أشعة الشمس:

إنه جدير بالذكر أن الفكرة المقترحة قد بدأت بمحاولة من الباحث لتكوين مظلة هوائية نفاثة علوية على إرتفاع ٢٢ مترا من سطح المطاف شبه أفقية المستوى مكشوفة للسماء بدون أى عوائق فيزيقية يبث هواءها المضغوط السريع الحركة مجموعة من قاذفات الهواء النفاث (Turblance jet Deffusers) مثبته بدائر أعلى المبانى التى تحف المطاف. ثم تباعا ، يتم تكييف الهواء المحتبس أسفل هذه الستارة الهوائية شبه الأفقية كما بشكل رقم (٤) الذى يوضح النواة للفكرة الأولى. وقد قام الباحث بالتعاون مع مجموعة متخصصة من مهندسى ميكانيكا محركات الطائرات النفاثة و تكييف الهواء و مراجعة أساتذة الطيران بجامعة الملك عبد العزيز و أسفرت الدراسة عن صعوبة تنفيذ هذا المقترح الإبتدائى لعدم القدرة على السيطرة على مستويات الضوضاء الناجمة عن هذه القاذفات النفاثة (Jet Diffusers) حسابيا بالإضافة إلى إرتفاع تكاليف التشغيل و الصيانة. و بتوفيق من الله تم تطوير الفكر إلى الإقتراح المطروح.

شكل (٤) : الفكرة السابقة لتغطية ساحة المطاف بستارة من الهواء النفاث المقذوف من القاذفات المثبته فوق مبانى عقود الرواق:



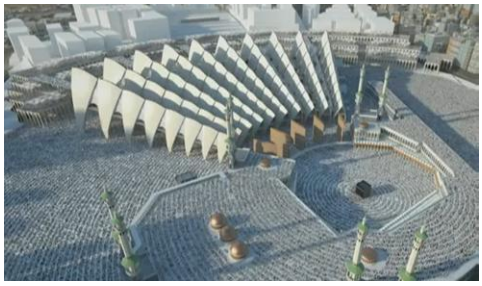


٢-٣- استعراض بعض المقترحات السابقة المتوافقة لتغطية المطاف واسقف الحرم:

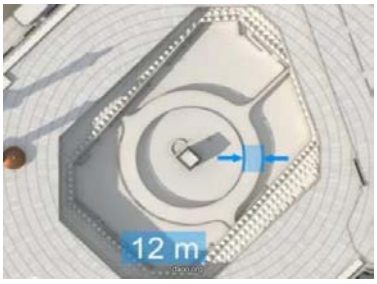
هناك محاولات جادة وفاعلة من قبل كثير من المجتهدين والمتخصصين لطرح فكر متقدم لتغطية المطاف حول الكعبة الشريفة وكذلك تغطية سقف الأروقة التي تحف صحن المطاف أعلى الدور الثالث لمباني أروقة الحرم الشريف. و سيتم إستعراض جدوها الفاعل و خصائصها المتوافقة عمليا بإقتضاب دون ذكر أحياناهوية المقترح. شكل رقم (5) يوضح لقطات بانورامية لعين الطائر لأمثلة لهذه المحاولات سواء لتغطية مساحة المطاف فقط أو تغطية المطاف وسقف الرواق المحيط بصحن المطاف.

شكل (5) : أمثلة لمحاولة سابقة لتغطية صحن المطاف حول الكعبة وسقف الأورقة حوله :

مقترح تغطية بأربع مظلات متحركة ضخمة



مقترح شركة أتكنس "Atkins" الإنجليزية لتغطية سطح الحرم



مقترح لتغطية سطح الحرم بمجموعات من المظلات المتحركة.

مقترح فرنسى لتغطية مباني الحرم و جزء من المطاف

٢-٤- تفاصيل مقترح الدراسة الحالية لحل المشكلة و الخصائص التقنية للحل:

تتمحور الفكرة المطروحة بالورقة لمحاولة لتغطية معظم صحن المطاف فيما عدا مساحة مركزية محدودة دائرية قطر ٣٤ متر حول مركزالكعبة المشرفة (شكل رقم 6) و ذلك بنشر سقف هوائى بالونى (Air structural flatable roof) من نسيج "الفيبر جلاس و البولى إستر" (polymers) المغطى أحيانا بالتفلن (Teflon) و يتحرك يوميا أوتوماتيكيا بضغط الهواء ليمتد فوق المطاف بإتجاه الكعبة الشريفة. و التغطية شفافة و مطبوع علي بعض أجزائها زخارف إسلامية شفافة المظهر. والتغطية مانعة لإنتقال الحرارة و الحريق (شكل رقم7). كذلك يمكن دراسة امكانية أن يزود السطح العلوى للسقف المتحرك بخلايا ضوئية/كهربائية (Photo- cell) مرنة التركيب و الثنى قادرة على إمتصاص الطاقة الشمسية و تحويلها لطاقة كهربائية (أحمد خضرى ١٤٣٠هـ) تساعد فى خفض تكاليف إستهلاك الطاقة الكهربائية اليومى (Running cost) لأجهزة تكييف الهواء. و تتميز الفكرة بعدم الحاجة إنشائيا إلى و جود دعامات رأسية أو مرتكزات داخل صحن الطواف و تعتمد فقط على كابلات من الصلب المجدول تم حسلب مقطعه المناسب الحامل بسمك ٠,٨سم (شكل رقم 8) مشدود أعلى صحن الطواف كابلان لكل مخروط هوائى (عدد 20 مخروط هوائى شكل رقم 9) لحمله و توجيه حركته إنبساطا و إنكماشا نحو الكعبة عند ملئه بالهواء. و كما سيذكر لاحقا أنه يمكن تقديم مقترحين متشابهين مشتقيين من نفس فكرة التغطية أحدهما يغطى صحن المطاف فقط والثاني تمتد تغطيته من حول الكعبة الشريفة حتى نهاية سطح الأورقة التي تحف صحن المطاف. و يتكون قطاع كل مخروط هوائى (من عدد 20 مخروط) من قطاع نسيجى بيضاوى الشكل بعرض 33 مترا عند الجدار الخلفى للمخروط عند إتصاله بالجدار و ذلك للبديل الأول و يزداد طوله فى العمق في حالة البديل الثانى نظرا لإمتداده إلى الخلف لمسافة أبعد عن الكعبة المشرفة. أما المسافة عند إتصاله بالكابل الحلقى حول الكعبة على بعد نصف قطر 17 مترا من مركزها (لكلا البديلين) فيكون بعرض قدره ٥ مترا تقريبا. و يمتد إلى أسفل النسيج للشكل البيضاوى المكون كأحد وحدات التغطية بكل مخروط هوائى ليشكل دكت (فراغ إنبوبى ممتد بطول المخروط فى إتجاه الكعبة يفتح من أسفله بجريليات لخروج الهواء المكييف لهبوط الهواء البارد على أعلى رؤس الطائفين وقت القيلولة) دائرى بقطر مناسب محسوب طبقا لنصيب

المخروط من حجم فراغ المطاف المطلوب تكييفه. شكل رقم (10) يوضح قطاع رأسى بالمخروط و دكت التكييف و أماكن الكابلات الحاملة للنسيج المنتفخ المخروطى البيضاوى الشكل و بسمك 8 مم (ملحق رقم 2 يوضح حسابات قطاعات الكابلات المطلوبة). و الكابلات لضم التغطية المخروطية داخل الفرغ المخصص لها سواء أسفل سطح الأروقة أو أعلى السطح لكلا البديلين.

ويتم تحقيق ذلك بأى من البديلين المقترحين كالآتى والمشتقيين من نفس الفكرة و لكن على إرتفاع مختلف من مستوى سطح المطاف:

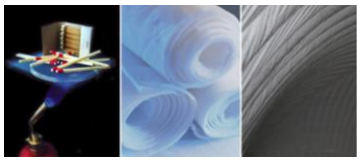
1- **البديل الأول** مقترح يتم تثبيته على إرتفاع ما يقرب من 21 متر و يبلغ نصف قطر التغطية 106 مترا: و ذلك لحمل و نقل حركة السقف الهوائى المتحرك إنبساطا و إنكماشا لتوجيه حركة نسيج السقف المتحرك ليصل إلى الكابل الدائرى حول الحرم و الذى يبعد عن مركز الكعبة المشرفة دائريا بنصف قطر 17 مترا. و بالتبعية يمكن تغطية الصحن خلال زمن القيلولة ثم جمع التغطية بالكامل إنكماشا بعد انكسار حرارة الشمس حسب الرغبة يوميا. و يمكن جمع السقف الهوائى المجزء إلى عدد من المخاريط المنفصلة بعد تفريغه من الهواء كاملا داخل فراغات أفقية مستطيلة الأبعاد مخصصة لتجميعه بأعلى أروقة المبانى ذات العقود التى تحف صحن الطواف و بفراغ مخصص لجمعها أوتوماتيكيا (فراغ التخزين بإرتفاع حوالى ١,٥ مترا شكل رقم 12) أسفل سقف السطح العلوى لروق صحن الطواف. و يتم سحبه كهربائيا بكابل أوسط رفيع يمر داخل كل مخروط من السقف الهوائى بعد تفريغه ليجمع داخل الفراغ المخصص له. ثم تغلق أبواب منزلقة صغيرة أوتوماتيكية الحركة لفراغ تخزين لكل مخروط منفصل عن جاره من نسيج السقف وهى موزعة بدائر جميع مبانى الرواق و يمكن عمل زخارف على هذه الأبواب تتوافق وتتناسق مع ما حولها بحيث لا تظهر للمتأمل أى خامة من نسيج السقف الهوائى. و يلاحظ أن السقف الهوائى مكون من عدد من المخاريط المنفصلة إنشائيا لتسمح بمرور و بتصريف مياه المطر و عدم إحتجازها فوق السطح وكذلك مقاومة تيارات سحب و ضغط الهواء التى تعمل على سحب السقف الهوائى إلى أعلى أو الضغط عليه لأسفل. شكلى رقمى(9 ,10) البديل الأول.

2-**البديل الثانى** مقترح يتم تثبيته على إرتفاع ما يقرب من 32 متر من سطح المطاف و يبلغ نصف قطر التغطية 140 مترا: و بنفس مواصفات و ديناميكية البديل الأول غير أنه يمتد أفقيا فوق سطح الأروقة المحيطة بالمطاف ليغطيها على إرتفاع ٨ أمتار و يسمح للطائف أو الجالس فوق أسطح الأروقة بالرؤيا و التفاعل المتواصل مع ما يحدث بصحن المطاف أسفله. و يتم جمع نسيج التغطية داخل فراغ بدائر الأروقة مجهز مثبت على أعمدة بنهاية دائر رواق العقود حول الكعبة المشرفة و أبواب مزخرفة تغلق و تفتح أوتوماتيكيا . شكل رقم (١٢) البديل الثانى.

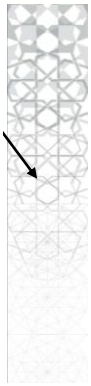
و مما هو جدير بالذكر أن الناظر إلى أعلى لن يرى الكبلات الممددة فوقه على إرتفاع مايقرب من 21 مترا للبديل الأول و 32 مترا للبديل الثانى حيث أن الضوء نهارا و إنعدامه ليلا لن يساعده على ملاحظته (راجع نظريات تأثير الضوء اليونانية القديمة على تآكل بدن الأعمدة الدورى بمعبد البارثونون الإغريقى بهضبة الأكربول بأثينا- اليونان). أو بكلمات مختصرة لن ترى العيون وجود هذه الكابلات الرفيعة بوضوح فى سماء المطاف. و يتميز هذا المقترح بسرعة التنفيذ القصوى و إنخفاض التكلفة للإنشاء و عدم الإحتياج للعمالة الماهرة النادرة و إقصاء و قوف الطيور فوق المنشأ مع إفساح التواصل الكامل كل ليلة للتمتع برؤية سماء الخالق دون وجود فاصل دائم.

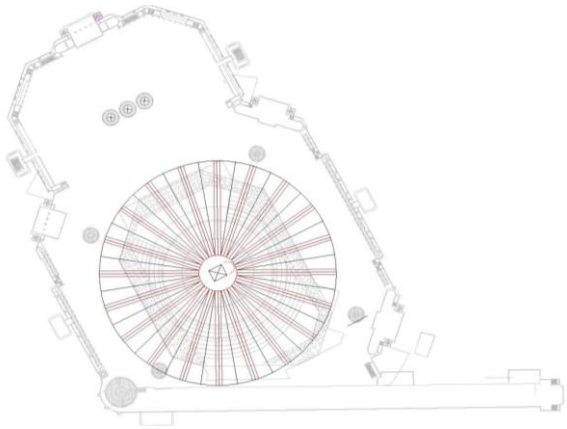
شكل (6): موقع التغطية الهوائية المقترحة طبق لحدود توسعة الحرم لعام 1434هـ.

شكل (7): نسيج البولى إستر المستخدم فى الأسقف الهوائية الغير قابل للإشتعال



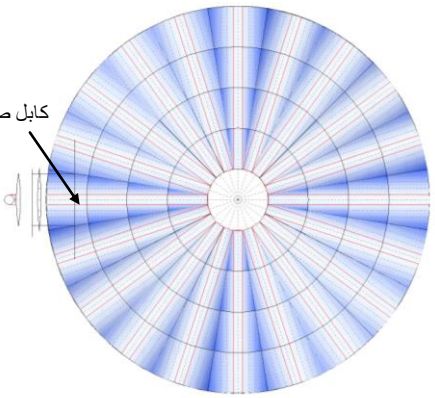
نموذج لزخرفة نسيج التغطية



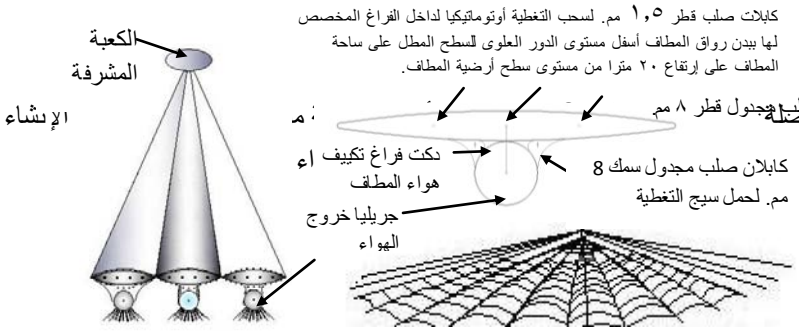


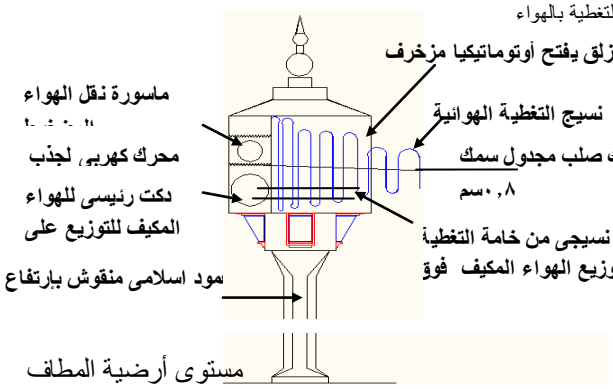
شكل (8): يوضح الفكرة الإنشائية المبدئية

Cable beam arrangement in a circular plan.



شكل (9): صورة للتغطية





شكل (11): قطاع ر حول أسى لمكونات الدكت

الدائرى صحن المطاف سواء داخل

أعلى جدار العقود أو أعلى السطح

العلوى لصفوف العقود حول

المطاف :

عمود

_____

_____

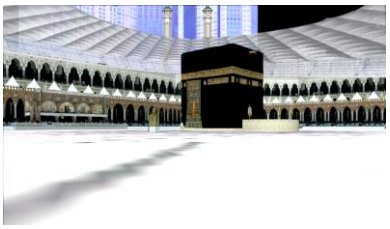
٢-٥- التقويم لإيجابيات توافق بعض المقترحات السابقة لتغطية المطاف واسقف الحرم و المقترح الحالى:

جدول رقم (1) يستعرض الخصائص و أهم الملامح للثلاث مقترحات السابقة لتغطية ساحة المطاف و مقترح الدراسة الحالى أيضا رقم أربع بالجدول. و يقدم تقويما رقميا لخصائصها و مدى تتطابقها مع متطلبات و طبيعة الحركة على مسار الطواف. و مما هو جدير بالذكر أن معظم هذه المقترحات قد إنصب على زيادة الكفاءة المساحية الإستيعابية للمطاف بدون النظر إلى تأثير عامل الحرارة نهارا على رغبة الطائفين للطواف مساءا

و بالتالى تكاثفهم بغض النظر إلى إستغلال الطاقة الإستيعابية للمطاف المهدرة نهارا. و إعتمد التقويم على تطبيق الطريقة العلمية المعروفة لدرجة إنجازالأهداف العامة و الأدائية (Goals achievement matrix) طبقا لمجموعات من المعايير القابلة للقياس (Quntative criteria) رقميا. ولضيق مساحة النشر تم إستعراض نتائج التقويم لأحد المعايير الرئيسة المذكورة عاليه و يمكن تواصل القارىء مع الباحث للإطلاع على مستندات التقويم للمعايير الأخرى.

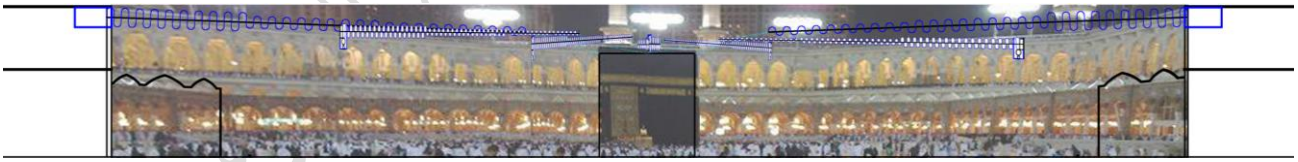
شكل (12) : تصور عام لشكل التغطية الهوائية الجزئية للمطاف حول الكعبة المشرفة و قت القيلولة و كشفها مساءا بعد إنحصار حرارة الشمس يوميا.

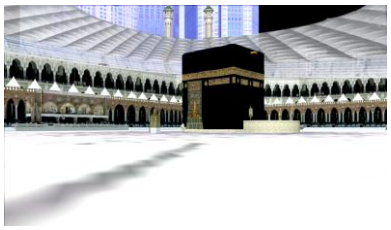
البديل الأول: تثبيت التغطية على إرتفاع ٢١ مترا من سطح المطاف لتغطية صحن المطاف فقط.



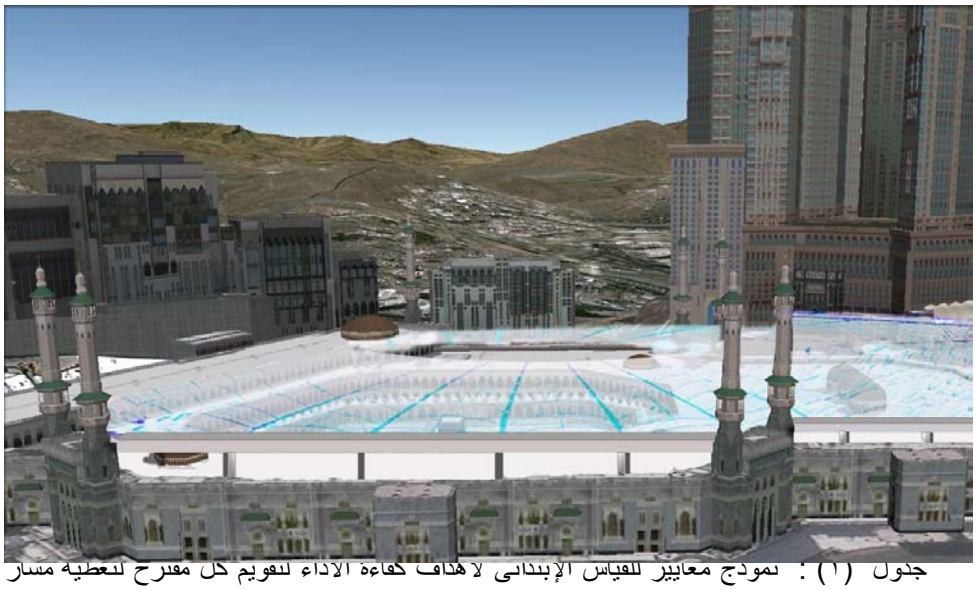
مظهر مطلة الرؤيا للتغطية المقترحة من داخل صحن المطاف.

قطاع رأسي بصحن المطاف يوضح





مظهر مطلة الرؤيا للتغطية المقترحة
٨ أمتار من مستوى السطح
من داخل صحن المطاف.



قطاع رأسي بصحن المطاف يوضح

جدول (١) : نموذج معايير للقياس الإبتدائى لاهداف كفاءة الاداء لتقويم كل مقترح لتغطية مسار الطواف حول الكعبة المشرفة أو سطح مبانى

معيار التقييم	الرقم	الأهداف الأدائية	معيار القياس الرقمي	وزن* المعيار ١ إلى ١٠	كيفية قياس المعيار رقميا لدرجة تحقيق أي معيار تحسب كنسبة إلى أحسن إنجاز للموقع لنفس المعيار: الأول	الثاني	الثالث	الرابع	المجموعة المستفيدة من تحقيق الهدف الأدائي
١- الكفاءة Efficiency	١-١	الاستفادة المطلقة من الإمكانيات التنموية المقامة و الجارى تطويرها بالموقع في التكامل مع المتطلبات الفنية للمقترح.	١/ (إجمالى المسطحات الأفقية اللازمة لتثبيت المقترح بكتلة مبانى التوسعة الجديدة)× (إجمالى المكعبات الرأسية اللازمة لتثبيت المقترح).	٨	٦	٢	٤	٨	ج
	١-٢	تجنب الازعاج أو تقويض نوع النشاط الجارى بالمطاف.	١/ أى معوقات رأسية للمقترح بصحن المطاف مقاس مسقطها بالمتر المربع.	٨	٢	٢	٢	٨	أ ، ب ، ج
	١-٣	عدم جود أى مرتكزات حاملة للتغطية بمسار الطائفين حول الحرم بعد التوسعات الجارية.	متوسط بعد المرتكزات المسافة بالأمتار من مركز الكعبة الشريفة/ (عدد المرتكزات بصحن الطواف × مساحتها).	٩	٤,٥	٢,٢٥	٠	٦,٧٥	أ ، ب ، ج
	١-٤	سهولة توافق و دمج الفكرة تصميميا و تنفيذيا مع ما هو جارى تنفيذه من تصاميم حالية.	١/ مجموع الأمتار المكعبة للقطع والردم بالأرضيات أو إحداث تجاويف بالحوائط القائمة.	٧	٣,٥	٣,٥	٠	٠	ج
	١-٥	المحافظة على المظهر المعمارى و التناسق بين كتلة بناء الحرم من الداخل و الخارج و الكيان المضاف للتغطية.	قسمة واحد صحيح على مجموع مكعبات الكيانات المطلوب توطينها داخل مبانى كتل الأروقة و الصحن حول البيت العتيق لكل بديل.	٧	٣,٥	٠	٠	٧	ج
	١-٦	إتاحة الفرصة للتهوية و الإنارة الطبيعية للمطاف و المكون العمراني حول الكعبة.	(مجموع المساحات الأفقية و الرأسية بالمتر المربع من المطاف و المعرضة مباشرة للسماء × المدة الزمنية يوميا بالساعات لتعريضها للسماء).	٧	٧	١,٧٥	٣,٥	٧	أ ، ب ، ج
	١-٧	كيان واحد متصل و متجانس بين ما هو قائم و ما هو مضاف.	١/ مجموع مكعبات الكتل المصمتة من المقترح × المسافة الرأسية أو الأفقية بين هذه الكتل و مبانى رواق المطاف و سطحه.	٦	١,٥	٠	٠	٤,٥	ج
	١-٨	ضمان كفاءة الإمكانية التقنية الإقتصادية لتكييف المطاف.	١/ مجموعة متوسطات بعد المسافات بين مخارج التكييف المقترحة بكل بديل أو عدمها (= ٠,٠٠٠١).	١٠	٠	٧,٥	٠	١٠	هـ
	١-٩	السماح بإضافة و تشغيل مرافق البنية السطحية اللازمة لكل مقترح وأعمال الصيانة بكفاءة و بدون تشويه لمظهر مبانى الحرم.	المساحة المطلوب إشغالها لمرور المرافق المقترحة للبديل / متوسط الإشغال اليومى بالطائفين (شخص/متر المربع) بالموقع أو الطابق المخصص لمرور مسار مرافق أنابيب الهواء أو تكييف الهواء.	٨	٤	٦	٠	٨	ج
	١-١٠	تولد إدراكا بصريا متميزا وممتعا لدى الطائفين نتيجة التواصل فى الرؤيا للتطلع إلى السماء.	التدرج فى درجة شفافية (٩٠%) أو عتمة كاملة لخامة التغطية (صفر%) × ١/ عدد ساعات إستمرار الحالة خلال ٢٤ ساعة يوميا.	٩	٢,٢٥	٠	٠	٦,٧٥	أ ، ب
	١-١١	قصر زمن بسط و إنكماش التغطية و عدم إحداث أى ضوضاءلحركتها.	١/ المدة الزمنية المقترحة بكل بديل ×٢ (مرة للبسط و مرة للإنكماش).	٦	٦	٠	٤,٥	٤,٥	ج
	١-١٢	الإستفادة من الإنارة الطبيعية لصحن المطاف طوال ساعات النهار.	شدة الإضاءة المتوقعة من كل نوع تغطية لكل مقترح.	٧	٧	١,٧٥	٣,٥	٧	هـ
	١-١٣	كفاءة سلاسة الحركة الترددية المتعاقبة لجسم التغطية المتحركة وبدون إحداث ضوضاء عند البسط أو الإنكماش.	محاكاة حركة التغطية المقترحة و تقدير الضوضاء المنبعثة نتيجة الخامات المستخدمة.	٥	٥	٠	٣,٧٥	٥	أ ، ب
	١-١٤	انفتاح الرؤيا البانورامية لواجهات مبانى الأروقة المحيطة بالمطاف.	المسافة الرأسية لإرتفاع التغطية عن مستوى سطح المطاف بدون عوائق رأسية.	٧	٥,٢٥	٠	٠	٧	أ ، ب ، ج
	١-١٥	عدم التأثير على كفاءة التواصل العمراني للتوسعة الشمالية و أعمال توسعة المطاف الحالية و بدون إزعاج .	١/ مجموع أحجام المرتكزات الرأسية للمنشآت المطلوبة لإنشاء التغطية المقترحة بالجهة الشمالية للحرم.	٦	٤,٥	١,٥	٣	٤,٥	ج

أ = إنجاز لصالح الطائفين بصحن المطاف.
ب = إنجازكامل لصالح المصلين من السكان الدائمين و المقيمين بمكة المكرمة ومشاريع التطوير.
جـ = إنجاز كامل لصالح أولي الأمر والإدارات المحلية و البعد الفنى للتصميم.
د = إنجاز كامل لصالح السادة المطوفين ووكلاء نقل الحجيج.
هـ= إنجاز كامل لصالح جميع المستفيدين من المشروع .
الهدف أو المعيار المستمر في عمليات التقييم.

• تم تحديد قيمة وزن المعيار النسبى عن طريق مجموعة من الخبراء لكل معيار تقويم بعد التحقق من درجة تحقيقه للفائدة المطلقة لكل مجموعة من المستفيدين إستفادة مباشرة لإنشاء التغطية

إنجاز كامل ١٠٠% للمقترح المقدم للهدف الأدائى المنشود.
إنجاز بنسبة ٧٥% للمقترح المقدم للهدف الأدائى المنشود.
إنجاز بنسبة صفر% للمقترح المقدم للهدف الأدائى المنشود.
إنجاز بنسبة ٥٠% للمقترح المقدم للهدف الأدائى المنشود.
إنجاز بنسبة ٢٥% للمقترح المقدم للهدف الأدائى المنشود.
خصائص المقترح لا تظهر أى علاقة لإختبار المقترح مع المعيار المذكور.

فرز الأهداف التي تحقق غايات كل مجموعة مستفيدة من إنشاء مقترح تغطية المطاف زمن القيلولة:

أ	١٤،١١،١٠،٦،٣،٢	د	---
ب	١٤،١١،١٠،٦،٣،٢	هـ	١٢،٨
ج	١٥،١٤،١١،٩،٧،٦،٥،٤،٣،٢،١		

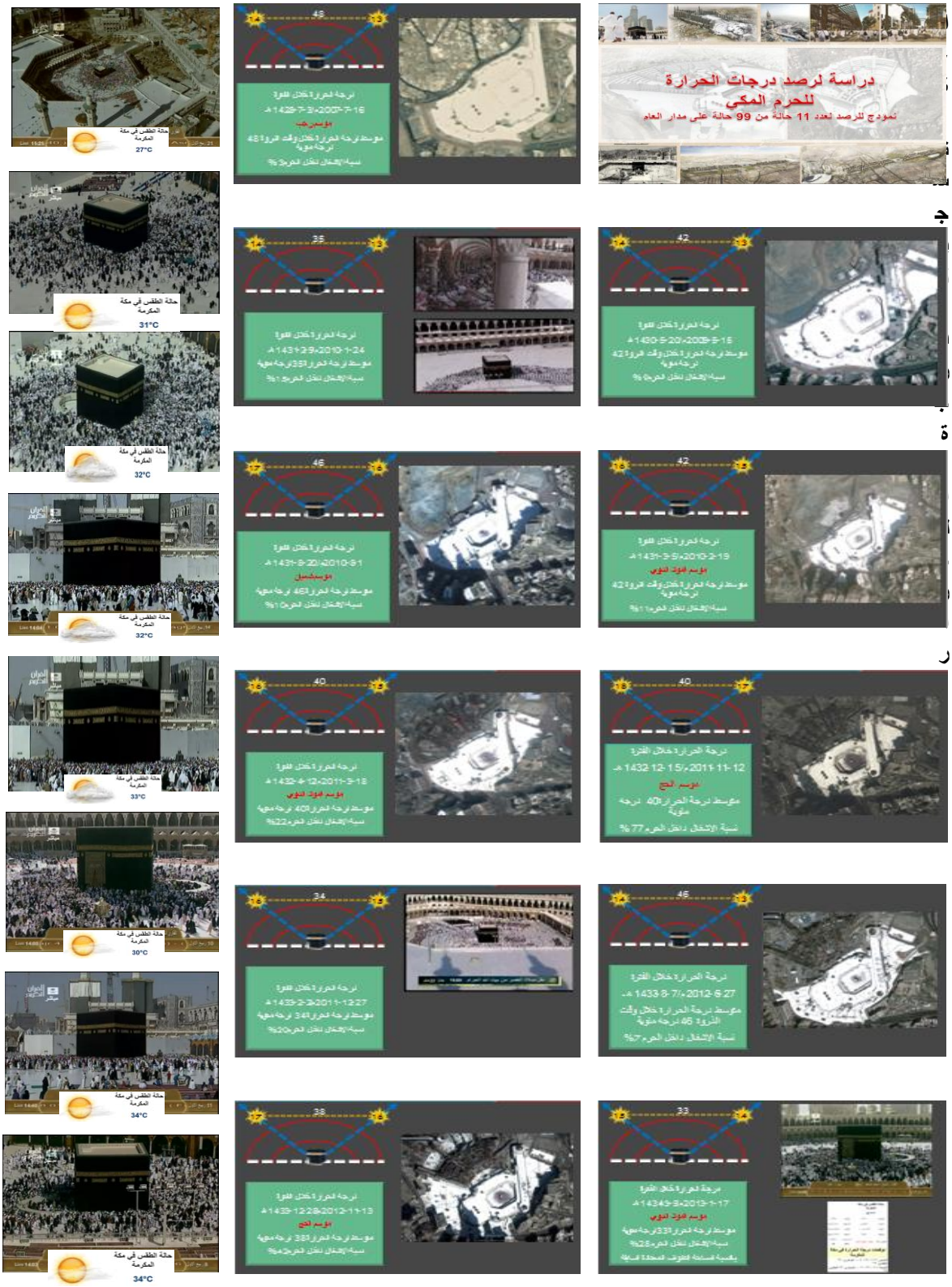
عرض نتائج التقويم لبعض المقترحات السابقة:

أسفرت نتائج التقويم لكل خصائص فكرة مطروحة مقترحة للتغطية من الثلاث بدائل محل التقويم عدم إكتمال فاعلية التغطية و إيجابياتها بما يتوافق مع المتطلبات العملية و التشغيلية للمطاف و أسطح مبانى الحرم الشريف. هذا بالإضافة إلى إهمال بعض المقترحات لجانب الإهتمام بتغطية صحن المطاف لتوظيف المتروك من مساحته الإستيعابية الكبيرة نهارا فى عدم الإستفادة منها. وقد حقق المقترح الرابع بالتقويم فاعليات إيجابية و درجات إنجاز متميزة تتوافق و الإحتياجات العملية و الوظيفية لشعيرة الطواف حول الكعبة الشريفة مما يحث على دراسة فكرته و مكوناته المعمارية/الإنشائية و الإستفادة منها فى صياغة منظومة متكاملة لتغطية صحن الطواف و سطح أروقة الحرم العلوية .

٣- النتائج و التوصيات:

بعد مراجعة نتائج الرصد الميدانى التى قام بها الباحث و فريق من الأخصائيين لحصر أعداد الطائفين بصحن المطاف حول الكعبة الشريفة خلال ساعات القيلولة بأيام مواسم العمرة و الحج و عينات بأيام العام العادية تبين حتمية التوصية بضرورة إنشاء نظام تغطية مرن يبسط قبل حلول ساعات القيلولة كل يوم ثم يطوى أوتوماتيكيا قبل حلول ساعات المساء و خاصة بهذا التوقيت المعاصر الجارى فيه حاليا أعمال توسعة الحرم و المطاف. جدول رقم (١) يوضح معادلة العلاقة الرياضية (Power) لتناقص أعدادالطائفين حول الحرم الشريف نتيجة لزيادة درجات حرارة الجو مما يهدر بكثير من مساحات الإستيعاب للمطاف التى تظل خاوية خلال ساعات النهار. ولاشك أن توزيع أعداد الطائفين على مدار ساعات النهار و الليل سيخفف بشك ملحوظ التكدس الحالى الجارى مساء كل يوم بصحن المطاف. و يوصى بضرورة تزويد هذه التغطية بنظام تكييف بارد للهواء لتشجيع الطائفين على أداء الطواف خلال ساعات النهار و عدم التكدس مساءا هربا من حرارة الشمس خلال الأيام العادية و مواسم الذروة. و يمكن الجزم بأن أى محاولة لتوسعة صحن المطاف لابد و أن تقرن بنظام تغطية متحرك يوميا فاعلا لتجنب الحاجة المستقبلية القريبة لإعادة توسعة المطاف خلال السنوات القليلة القادمة نتيجة تشبع المطاف المستحدث الجديد. و يوصى بالقيام بمزيد من الرصد اليومى لعلاقة درجات الحرارة و أعداد الطائفين لتقنين النتائج نظرا لضعف الإمكانيات المادية و ضيق الوقت لدى الباحث ووصلا إلى بياتات أدق و أصوب.

ملحق (1): نموذج من عينات البيانات المرصودة لدرجات الحرارة فى موسم الحج و العمرة و خلال أيام العام العادية و نسب إشغال المطاف فى



ملحق (2): تصميم أطار الكبلات الصلب المجولة الحاملة لتغطية السقف الهوائى لصحن المطاف:

Cables design

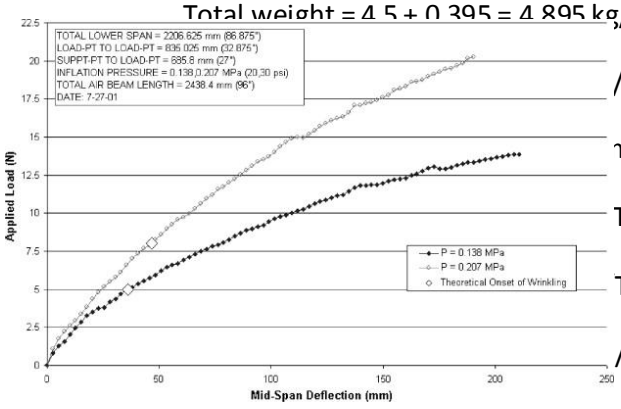
Weight calculations :

1- Cover fabric weight : Weight / m2 = 0.50 kg/m2

Weight / l.m = 0.50 * (16 + 2.0) / 2 = 4.5 kg/m

2- Cable weight (8 mm diameter) = 0.395 kg/m

Total weight = 4.5 + 0.395 = 4.895 kg/m



/ m

ת ,

T0)

T0)

/T0

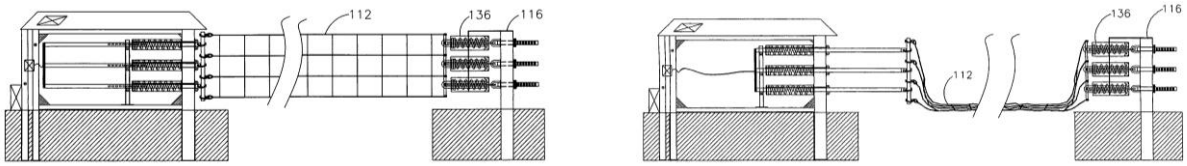
T = 60 * cosh .07*129/60 T = 61 Kn

Area = T/stress Area = 60000/1550E9

Area = 3.87E-5 Diameter = 7 mm

. **Use cables diameter = 8 mm**

ملحق (3): وحدة شد الكابل الميكانيكية باستخدام اليايات (الزمبرك المرن) لضمان إستمرارية إنتصاب الكابل المشدود سمك ٨ مم و يمكن إستخدامها لشد كل كابل حامل للسقف المنتفخ بالهواء لتجنب تأثير تمدده بحرارة الشمس.



المراجع العربية و الأجنبية:

1- الرئاسة العامة للأرصاد و حماية البيئة – التوقعات اليومية للطقس.

٢- قناة البث المباشر السعودى من الحرم الشريف (سعود قرآن).

٣- أحمد عماد خضرى " معدل الإشعاع الشمسي (Solar radiation) الساقط علي ممر المشاة والمباني بطريق الملك عبد العزيز كأحد موجهات التخطيط الفيزيقي للمشروع" الملتقى العلمي التاسع لأبحاث الحج معهد خادم الحرمين الشريفين لأبحاث الحج-جامعة أم القرى، ربيع أول-١٤٣٠هـ.

- A. E. Dietz, R. B. Proffitt, R. S. Chabot, and E. L. Moak, Technical Report 69-59-GP Design Manual for ground-mounted air-supported structures (single- and double-wall) , Hayes International Corporation Bir mingham, Alabama Contract No. DA19-129-AMC-953(N).
- Andrew Pytle & Jaan Kiusalaas " Engineering Mechanics / Static – Third edition " The Pennsylvania state University , (2009).
- David Geiger, Engineer, 54, Dies". The New York Times. 1989-10-04.
- D.A. Lutes (May 1971). "CBD-137Air-Supporte Structures" . National Research Council Canada . Archiv ed from the original on 31 October 2009. Retrieved 2009-10-19.
- DUOL Air Supported Structures (2012-01-03). "DUOL air domes". Retrieved 2012-01-03.
- Horst Berger, Light structures, structures of light: The art and engineering of tensile architecture (Birkhäu ser Verlag, 1996) ISBN 3-7643-5352-X.
- Katherina Sartoso "Wide-span Cable Structuren" (2003) , U. of Califomia, Berkeley, Dept. of Civil Eng. an d Environmental Engineering, Massachusetts Institute of Technology.
- Robert R. Simens, 34525 " Inflatable Roof Support Systems" Sherwood Park Dr., Solon, OH (USA) 441 39- Sep. 4, year 2001.
- Yeadon Air Supported Structures (2005-03-15). "Yeadon's Most Recent Successful Project March 2005". Retrieved 2012-06-12.