

Calibration of the design of cholesters in order to balance the light of the day with the thermal performance in order to raise the sustainability of university buildings in Syria

Abdalhamid M. Ghazi Almasri

Tarek M. Farouk Housam Al- Din

Faculty of Architecture || Albaath University || Syria

Abstract: In a fully glazed building façade with solar inhibitors with holes (cholesters) (PSS), it is often used as an exterior casing in order to reduce energy consumption and solve other problems such as: transparency of vision. Moreover, the function of these cholesteres is not only to control the solar inhibitors entering the building, but also to control the provision of appropriate degrees of daylight, and thus we have created a balanced solution to the daytime lighting process. Nowadays, daylight simulation software applications enable us to apply scientific analyzes of daytime management in a vacuum when using cholesters (PSS). Regardless of that, current applications of sun simulation (such as: EnergyPlus) cannot deal with some engineering configurations directly, making the process of estimating the thermal factor of solar inhibitors with holes is not possible.

This research provides a scientific method to achieve integrated analyzes of daytime lighting and energy consumption of voids using cholesteres during the design process on local university buildings, and such a scientific method provides us with daylight analyzes through (DIVA) and also provides thermal analyzes via EnergyPlus with DIVA/GRASSHOPPER/ARCHSIM

The goal is to control the double performance of cholesters by controlling the intensity, arrangement, and shape of these perforations using the statistical method of vertical beams (DOA), and studying the simultaneous gain of daylight and the thermal efficacy of cholesters in order to provide an annual balanced and integrated solution.

The (DOA) method is effective in reducing the number of simulations drawn from a mixture of the aforementioned variables and identifying the visual arrangements of these fluids. In comparison with an imperfect interface for a building located in the buildings of the University of Aleppo in Aleppo, these solar fluids with holes achieve an expectation of a decrease. The areas that are actually illuminated by daylight are (50%) and 55% less energy is needed in the building. Although this work uses the DOA method to improve the three design variables, it is possible in the future to increase these factors to include the thickness of the panels, the materials made from them and the slope of the panels.

Keywords: cholestra, sustainability, university building, standards, modeling.

معايرة تصميم الكوليسترات من أجل موازنة ضوء النهاري مع الأداء الحراري
في سبيل رفع استدامة المباني الجامعية في سوريا

عبد الحميد محمد غازي المصري
طارق محمد فاروق حسام الدين

الملخص: في واجهة مبنى مزججة بالكامل تحوي على موانع شمسية ذات ثقب (الكوليسترات) (PSS)⁽¹⁾ غالباً ما تستخدم كغلاف خارجي بهدف التقليل من الطاقة المستهلكة وحل مشاكل أخرى مثل شفافية الرؤية. وفضلاً عن ذلك فإن مهمة هذه الكوليسترات ليست فقط التحكم بالأشعة الشمسية الداخلة للمبنى فحسب وإنما عليها أيضاً أن تتحكم بتأمين درجات مناسبة من الإنارة النهارية، وبهذا نكون قد أوجدنا حلاً متوازناً لعملية الإنارة النهارية. في أيامنا هذه تمكنا التطبيقات البرمجية لمحاكاة إضاءة النهار من تطبيق تحاليل علمية للإنارة النهارية في الفراغ عند استخدام الكوليسترات (PSS)، وبغض النظر عن ذلك فإن التطبيقات الحالية لمحاكاة الشمس مثل تطبيق (Energy Plus) لا تستطيع أن تتعامل مع بعض التكوينات الهندسية بشكل مباشر، جاعلة بذلك عملية تقدير العامل الحراري للموانع الشمسية ذات الثقب عملية غير ممكنة.

إن هذا البحث يقدم طريقة علمية لتحقيق عمليات تحليل متكاملة للإنارة النهارية واستهلاك الطاقة للفراغات باستخدام الكوليسترات وذلك خلال عملية التصميم على المباني الجامعية المحلية، وإن مثل هذه الطريقة العلمية تؤمن لنا تحاليل للإنارة النهارية من خلال (DIVA) وتؤمن أيضاً تحاليل حرارية عبر تطبيق Energy Plus باستخدام DIVA/GASSHOPPER/ARCHSIM.

إن الهدف من ذلك هو التحكم بالأداء المزدوج للكوليسترات وذلك بالتحكم بنسبة هذه الثقب وترتيبها وشكلها باستخدام الطريقة الإحصائية للأشعة العمودية (DOA). ودراسة الكسب المتزامن لكل من ضوء النهار والفعالية الحرارية للكوليسترات، ومن أجل توفير الحل السنوي المتوازن والمتكامل

إن طريقة (DOA) فعالة في التقليل من عدد عمليات المحاكاة المستقاة من مزيج من المتغيرات المذكورة أنفاً والتعرف على الترتيبات البصرية لهذه الموانع. وبالمقارنة مع واجهة غير مثالية لبناء موجود في مباني جامعة حلب في مدينة حلب فإن هذه الموانع الشمسية ذات الثقب تحقق توقعاً في انخفاض المناطق المنارة فعلياً بضوء النهار بنسبة 50% وأيضاً انخفاض الطاقة اللازمة في المبنى بنسبة 55%. على الرغم من أن هذا العمل استخدام طريقة الأشعة العمودية DOA من أجل تحسين متغيرات التصميم الثلاث، فإنه من الممكن في المستقبل زيادة هذه العوامل لتشمل سماكة الألواح والمواد المصنعة منها والانحدار للألواح.

الكلمات المفتاحية: الكوليستر، الاستدامة، المبنى الجامعي، معايير، نمذجة.

1- مقدمة:

إن القلق العام من عملية الحفاظ على الطاقة أنتج لنا دراسات موسعة تتعلق بأداء الواجهات في الطبيعة. لدينا العديد من الأمثلة لأبنية تجاهلت ظروفها البيئية وذلك بالاستخدام المكثف للواجهات الزجاجية في سياق جعلها ذات تهوية وإنارة وشفافية أكبر، وبغض النظر عن ذلك فإن هذه الحلول تخاطر بزيادة هائلة في متطلبات الطاقة للمحافظة على الراحة الحرارية الداخلية إلى درجة أثارت التساؤل حول هذا الكم الهائل من الطاقة المهدورة. وبذلك أصبحت الكواشر الشمسية خطوة مهمة في التحكم بحفظ الطاقة للمباني وبالتأثير في الطاقة المستهلكة للإنارة الصناعية والتدفئة والتبريد وتقلل أيضاً من الامتصاص الحراري السنوي الناتج عن الإشعاعات الشمسية، وبنفس السياق تعدل هذه الكواشر في عملية التبادل الحراري عبر غلاف المبنى الزجاجي وتؤثر بمستوى الإنارة الطبيعية داخل المبنى (L. Bellia et al., 2013, p.190).

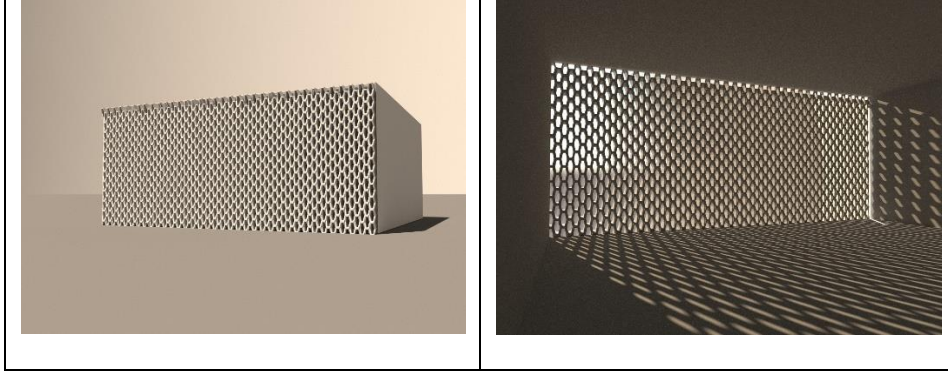
إن الكوليسترات⁽²⁾ هي نوع من الكواشر الشمسية والتي اكتسبت شهرتها عند الانتقال الطبيعي من الأنماط التقليدية في العمارة إلى الاتجاهات الحديثة في العمارة. (A. Villalba, et al., 2011, p.79).

بشكل عام فإن الكوليسترات هي ألواح مسطحة عتيمة ذات ثقب تشكل غلافاً مزدوجاً للأبنية المؤلفة بالكامل من السطوح الزجاجية. وإن ترتيب هذه الثقب يقوم بعملية فلترة لأشعة الشمس الطارئة في كل ساعات النهار تمنع بذلك أشعة الشمس من دخول الفراغات وتسمح لشاغلي البناء برؤية الخارج بشفافية، شكل(1). أن

(1) perforated solar screens= (PSS)

(2) الكوليسترات= الموانع الشمسية ذات الثقب (PSS)

المساحات العتيمة في هذه الألواح التي تعمل على عكس أشعة الشمس تقوم مقام نظام التحكم الشمسي (A. Pattini, et al.,2011,p.123)



الشكل (1) يظهر واجهة مزودة بموانع شمسية ذات ثقوب- عمل الباحثين

1-1 إشكالية البحث:

مشاكل تطبيق أدوات محاكاة أداء الأبنية:

وبعض هذه الأعمال أظهرت تأثير الكوليسترات في التخفيض من التكييف ولكن هذه الأعمال كانت مخصصة لمناخ صحراوي وليس لمناخات سوريا (المتوسطة والداخلية الجافة وشبه الجافة)، ان تأثير الكوليسترات لم يتم دراسته بشكل موسع وكما هو واضح فإن هناك القليل من الدراسات المفصلة تأخذ بعين الاعتبار تأثير الثقوب على الإنارة الداخلية (A. Sherif, et al.,2010,p.119) وذلك بالاستعانة بموديلات صغيرة مصنعة وباستخدام التطبيقات البرمجية Daysim وDIVA ، وأكثر من ذلك تدرس تأثير متغير وحيد فقط (H. Sabry,et al.,2011,p.283) (مثل نسبة الثقوب والتوجيه) بشكل مستقل عن بعضها البعض . إن عدداً محدوداً من الدراسات كانت موجهة إلى التوازن بين تأمين ضوء النهار والتقليل من الكسب الحراري الشمسي المستمد من أنظمة التحكم الشمسي من أجل رفع الاستدامة في الأبنية الجامعية، ولم يكن يوجد إلا القليل من المراجع بهذا الخصوص (A. Sherif,et al.,2011,p.807).

مشكلة تحسين التصميم:

إن مشكلة المعايير المرتبطة بتصميم مظلات الشمس في الأبنية الجامعي تتعلق بالوقت المطلوب لتطبيق محاكاة لضوء النهار، ولقد تم توضيح أن هذه الدراسة تتطلب وقتاً أطول ب 35 مرة من الوقت المطلوب فيما لو تم تطبيق تحليل حراري شامل.

ونتيجة لذلك فإن تطبيق عملية تعديلات للأماكن الكبيرة والأشكال المعقدة ستكون محدودة وخاصة إذا كان الوقت مقيداً بشكل أكبر، (J. Gonz_alez,et al.,2015, Daylight design of office buildings) ، وبالإضافة لذلك فإن الكوليسترات تتطلب مجموعة واسعة من المتغيرات من أجل أخذها بالحسبان وبالتالي فإن الدراسة الاستيعابية لمجموعة ممكنة من التشكيلات لهذه الكوليسترات تتطلب عدداً هائلاً من الموديلات المختلفة وعمليات المحاكاة ناهيك عن الوقت المهودور في عملية الاختبارات المطبقة على التصميم.

أسئلة البحث:

وبناء على ما سبق؛ يمكن تحديد المشكلة في الأسئلة التالية:

1. هل يمكن تشخيص أداء الكوليسترات المحلية وتطوير تصميمها واستخدامها؟
 2. أيمكن دمج طرق تحليل استخدام ضوء النهار والتحليل النهاري في سبيل رفع الاستدامة؟
 3. هل يمكن تحسين تصميم الكوليسترات؟
- ومنه يمكن وضع فرضية البحث: إنه من خلال تعديلات في تصميم الكوليسترات يمكن تحسين أدائها لإيجاد التوازن بين تحقيق الراحة الضوئية والراحة الحرارية.

أهداف البحث:

يهدف البحث إلى تحقيق الآتي:

1. بيان مدى إمكانية تشخيص أداء الكوليسترات المحلية وتطوير تصميمها واستخدامها.
2. توضيح كيفية دمج طرق تحليل استخدام ضوء النهار والتحليل النهاري في سبيل رفع الاستدامة.
3. معرفة كيف يمكن تحسين تصميم الكوليسترات لإيجاد التوازن بين تحقيق الراحة الضوئية والراحة الحرارية.

أهمية البحث

وتأتي أهمية البحث في استخدام تقنية إحصاء الأشعة العمودية المطبقة على تصميم الكوليسترات تستطيع أن تبسط الدراسات المترابطة لمجموعة كبيرة من المتغيرات مقللة بذلك من عدد الاختبارات وعمليات المحاكاة ومحصلة بذلك أكبر قدر من المعلومات المفيدة عند تصميم الكوليسترات. أن طريقة الأشعة العمودية (DOA) استخدمت بشكل ناجح في عدد من فروع العلوم منخرطة في أفكار عملية وعمليات التحسين، ولقد استخدمت هذه الطريقة من أجل تحسين تصميم أشكال المباني من أجل تحقيق حفظ الطاقة وللتقليل من كلفة الإعمار، واستخدمت أيضاً لتحسين بعض متغيرات تصميم النوافذ من أجل تطوير الإنارة النهارية والتحكم بأشعة الشمس والاستفادة القصوى من حفظ الطاقة (J. Wei, et al.,2010, Optimal design for a dual- airflow window) <http://dx.doi.org>

يمكن بتقديم منهجية لتطبيق الأشعة العمودية (OA) لتحسين نسبة الثقوب في الكوليسترات وشكلها واصطفاها وتوجيهها، مقللاً بذلك عدد عمليات المحاكاة اللازمة من 256 إلى 16 عملية، محصلاً بذلك أفضل أشكال المتغيرات من أجل تحسين إضاءة النهار.

2-1 منهجية البحث:

تعتمد الدراسة في شقها الأول على الأسلوب التجميعي التحليلي للقاعدة النظرية القائمة على التعريف بالاستدامة والكوليسترات وأنماطها في المباني الجامعية في سوريا وفق اتجاهات تصميمها المعماري، وتعتمد في شقها الثاني على الأسلوب التجريبي (وفق منهجية برمجية موضحة لاحقاً شكل 5) لمعايرة تصميم وإمكانية تطبيقها على واجهات المباني الجامعية المحلية وفق أفضل معايير رفع الاستدامة للمبنى .

ومن أجل صنع نموذج عن تأثير موانع الشمس على استهلاك الطاقة فقد تم حساب معامل تظليل مانع الشمس كل ساعة وعلى أساس ذلك تم بناء جدول للإنارة الكهربائية لفترة عام واحد وتم إدخال هذا الجدول على برنامج لمحاكاة الحرارة.

تم تقديم طريقة عمل لدمج استخدام ضوء النهار مع محاكاة الطاقة لتشخيص ومعرفة حجم أداء الموانع الشمسية ذات الثقوب، باعتبار أن هذه الدراسات معقدة في الغالب ومستهلكة للوقت بسبب العدد الكبير من

المقاربات. هذه المقاربات تستخدم طريقة الشعاع العمودي (DOA) لتوقع التصميم البصري المستمد من مزيج عدة متغيرات في تصميم ألواح الكولسترات على سبيل المثال نسبة الثقوب (PP) والاصطفاف (M) والشكل (S). أن ألواح الكولسترات المحسنة تهدف إلى إيجاد التوازن السليم بين ضوء النهار المتاح والتقليل من الاستهلاك العام للطاقة من إنارة وتدفئة وتبريد وذلك بالنسبة لفرغ مبنى جامعي نموذجي في مدينة حمص في سوريا (النموذج المدروس).

2- الإطار النظري والدراسات السابقة:

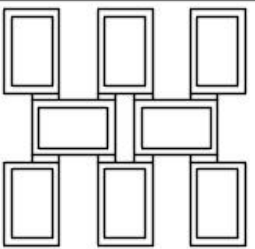

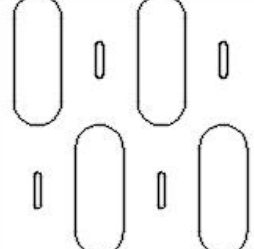

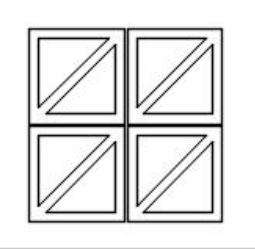

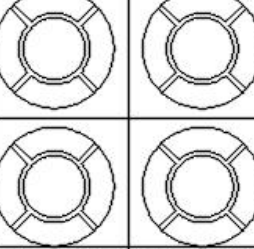

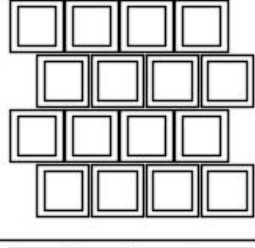
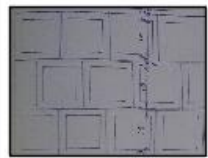
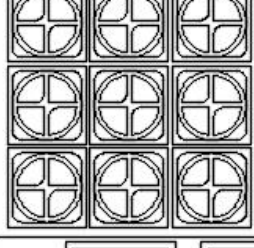

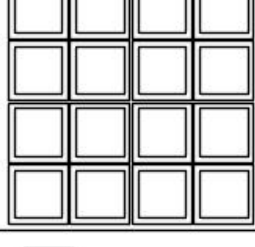

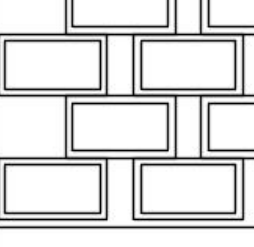

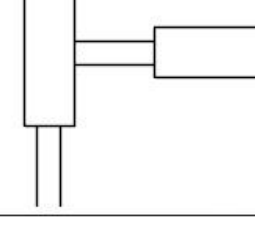

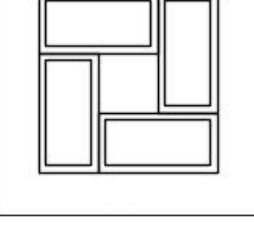

2-1 الاستدامة:

إن تعريف العمارة المستدامة من القاموس: الاستدامة: البقاء في الوجود، يبقى ويطول أما العمارة فهي علم وفن وحرفة تصميم وإنشاء المباني، إذن فالهندسة المعمارية المستدامة من منشأ لاتيني ويوناني، وهي العمارة التي يحتفظ بها من الماضي والتي يجب أن تكون ذات قيمة وجميلة أيضا وتعرف باستمراريته (سلهب، 2011، ص119). ومنه تشير الاستدامة إلى استغلال الموارد الطبيعية المتعددة بطريقة لا تقلل منها ولا من فائدتها للأجيال القادمة، لحماية خزانة الموارد الطبيعية القابلة للاستهلاك كالتبريد والمياه والكائنات الحية والطاقة. ويعطي معيار ال LEED⁽³⁾ للمباني المستدامة أهمية ملحوظة لجودة البيئة الداخلية التي تتضمن الراحة الحرارية والتهوية ونوعية مواد الإكساء المستخدمة ولنسبة الاعتماد على الإضاءة الطبيعية وخلو البيئة الداخلية من الملوثات الكيميائية ومن الاعتماد على المواد خفيفة الانبعاث حيث يعطي المعيار 15 نقطة للمبنى الذي يحقق جودة بيئة داخلية عالية (المصري، 2017، ص145) من حيث الإضاءة النهارية وتحقيق الراحة الحرارية.

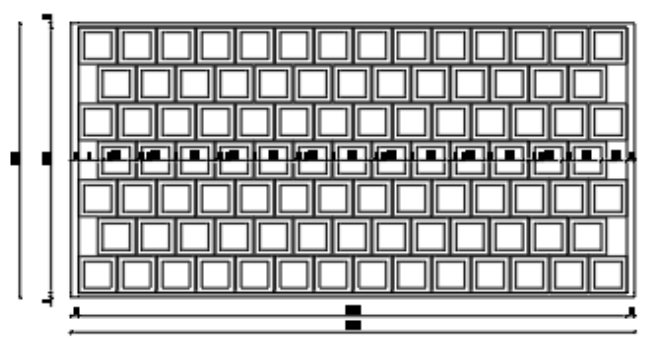
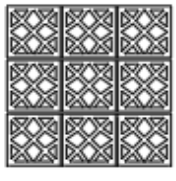

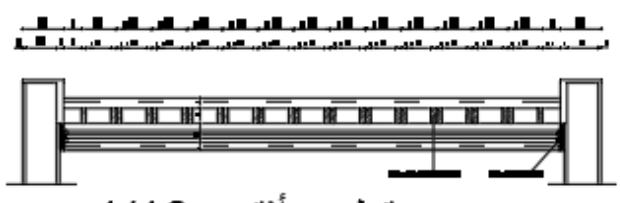
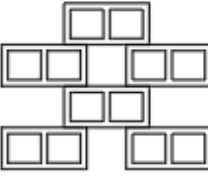

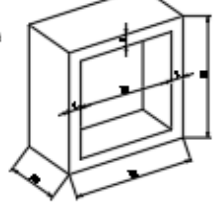
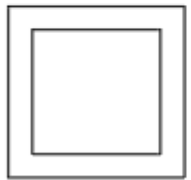
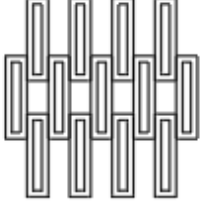

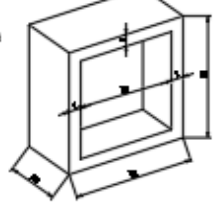
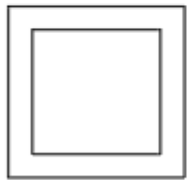
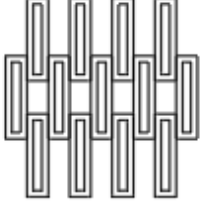

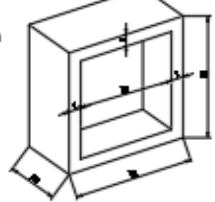
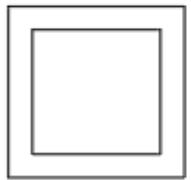
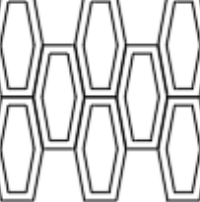

2-2 تحليل أنماط الكولسترات المنفذة في المباني الجامعية في سوريا:

لدى مراجعة وتحليل تصميم الكولسترات المستخدمة في المباني الجامعية المنتشرة في البقاع السورية بدءا من جامعة دمشق، ثم جامعة حلب. وقد وجدنا ندرة في استخدامها في مباني جامعتي البعث وتشرين، على عكس استخدامها بكثرة في جامعتي حلب ودمشق، شكل (2)(3).

(3) نظام الريادة في تصميمات الطاقة والبيئة (Leadership in Energy and Environmental Design)، حيث طور هذا النظام من قبل المجلس الأمريكي للأبنية الخضراء (USGBC) في عام 1998م












	كلية المدني ب حلب 	A6		كلية العمارة بدمشق 	A1
	مدرج حلب الكبير 	A7		كلية المدني بدمشق 	A2
	وحدة سكنية ب حلب 	A8		مشفى التوليد ب حلب 	A3
	كلية العلوم 	A9		الكلية التقنية التطبيقية بحلب 	A4
	مكتبة مركزية ب حلب 	A10		توسع المدني ب حلب 	A5

شكل (2) تحليل 1 أنماط الكوليسترات المستخدمة في المباني الجامعية في سوريا، (المصدر: عمل الباحثين)

 <p>واجهة الكوليسترا م 1/10</p>		<p>توسع المدني بحلب</p>  <p>A11</p>	
 <p>مقطع أفقي 1/10</p> <p>تفصيلة كوليسترا بوحدة سكنية</p>		<p>توسع المدني بحلب</p>  <p>A12</p>	
 <p>نموذج بلوك كوليسترا أبعاد 22*22 بسمك 10 سم</p>			<p>الاداب بحلب</p>  <p>A13</p>
 <p>نموذج بلوك كوليسترا أبعاد 22*22 بسمك 10 سم</p>			<p>الطيب بحلب</p>  <p>A14</p>
 <p>نموذج بلوك كوليسترا أبعاد 22*22 بسمك 10 سم</p>			<p>العمارة بحلب</p>  <p>A15</p>

شكل (3) تحليل 2 أنماط الكوليسترات المستخدمة في المباني الجامعية في سوريا، (المصدر: عمل الباحثين) ومن خلال التحليل المعماري لهذه التجارب المعمارية المحلية تبين أن هناك أربعة أنماط رئيسية لأشكال الكوليسترات في سوريا، يتفرع عنها أنماط فرعية ومتراكبة كما في الشكل (4).

أنماط تصميم الكوليسترات في المباني الجامعية السورية

<p>دائري C</p>  مفرد  مختلط	<p>مستطبي الشكل 6A</p>  غير منتظم  منتظم  متساوي الساقين	<p>رباعي الزوايا 4A</p>  منتظم  مستطيل  تراكب متعاكس	<p>مثلثي 3A</p>  منتظم  قائم الزاوية  متساوي الساقين	<p>منفذ</p>
	<p>غير منتظم</p>	<p>غير منتظم تراكب منتظم</p>	<p>غير منتظم</p>	<p>غير منفذ</p>

شكل (4) أنماط تصميم الكوليسترات في المباني الجامعية في سوريا (تحليل الباحثين)

2-3 منهجية الدراسة التجريبية:

إن المنهجية المطروحة تتكون من أربع مراحل أساسية:
الأول: طريقة الإشعاع العمودي DOA والتي تطبق من أجل دراسة العلاقة الأنيبة بين متغيرات تصميم ألواح الكوليسترات PSS والتقليل من عدد الموديلات المدروسة.
الثانية: تتضمن هذه المرحلة العوامل المتغيرة ومقاييس الأداء والتطبيقات البرمجية المستخدمة لتقييم إنارة النهار

الثالثة: تتضمن عملية حساب استهلاك الطاقة باستخدام عدة برامج حاسوبية
والرابعة: حل متكامل حيث يتم الأخذ بالحسبان ضوء النهار والأداء الحراري.
المراحل اللازمة ملخصة في الشكل (5) ومطورة بتفاصيل أدق في سياق الدراسة.



شكل (5) (منهجية العمل في تحليل معايرة تصميم الكوليسترات- عمل الباحثين)

2-4 إجراءات الدراسة التجريبية:

2-4-1 الحالة المدروسة:

تمت دراسة التعديل البصري على ألواح الكوليسترات المحللة PSS بالنسبة لمسقط مفتوح لمجموعة فراغات تعليمية متواجدة في جامعة البعث في مدينة حمص، وقد صنع لذلك مجسم افتراضي مصغر قياس (7م×7م) بارتفاع 3م باستخدام برنامج Rhinoceros وهو عبارة عن فراغ منار جانبياً عبر واجهة زجاجية بالكامل باتجاه الجنوب. ان الجدول رقم (1) يلخص اسلوب عمل المجسم والمواد المستخدمة بالاعتماد على مكان وجود المشروع الأساسي ويحتوي على التسميات التالية: العواكس المرئية لحسابات ضوء النهار- الانعكاسات الشمسية لحسابات الأشعة الشمسية السنوية- الخصائص الحرارية لمحاكاة الطاقة . وهذه القيم تبقى ثابتة في جميع التجارب من أجل نفي أثر تغييرها على نتائج التجربة.

2-4-2 تصميم الكوليسترات (PSS):

تم تصميم هذه الكوليسترات بحيث تكون بارزة للخارج بمقدار 5سم عن واجهة الزجاج الشكل (1) وكانت هذه الألواح بعرض 7م وارتفاع 3م ولم يتم احتساب السماكة لهذه الألواح، ولقد تم تلخيص خصائص هذا النوع من الكوليسترات في الجدول رقم (1) وذلك بعد اختيار ثلاثة أنواع للمواد لهذه الموانع والتي تستخدم عادة.

المقاييس هي: (PP)⁽⁴⁾ نسبة مجموع مساحة الفتحات إلى المساحة المصمتة

(M)⁽⁵⁾ الانتثار الأفقي والعمودي للفتحات على اللوح المثقب

المسافة ما بين الفتحات لكل مصفوفتين حوالي 25سم ، 33سم ، 50سم ، 100سم مقاسة من المركز إلى المركز عمودياً وشاقولياً بنفس الأبعاد.

(S)⁽⁶⁾ (الشكل) تم اقتراح 4 أشكال مختلفة للفتحات مع المحافظة على مساحة النافذة والعامل (M) و (PP)

ثابتين.

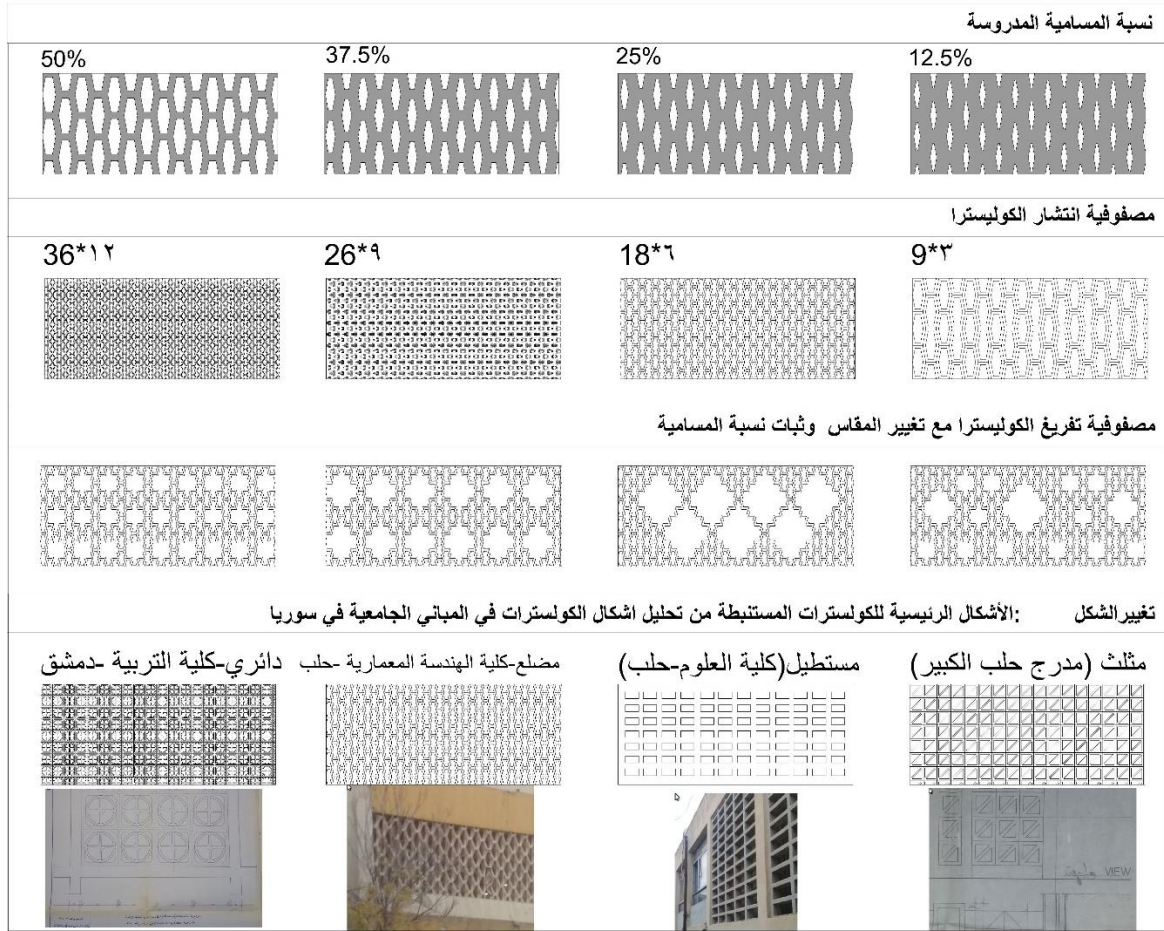
إن الشكل (6) يشير إلى مستويات لمتغيرات كل من التصميم المسى بين أقواسها برموز مستقاة من

التركيبات للمتغيرات في ألواح (PSS) كمثال على ذلك.

(4) PP=percentage porosity وتعني في اللغة الإنكليزية نسبة المسامية

(5) M=merge وتعني دمج الأفقي والشاقولي

(6) S=shape ويعني شكل



الشكل (6) متغيرات تصميم الكوليسترات (عمل الباحثين)

ألواح PSS بمتغير PP 37.5% و M 21×9 و S رمز الشكل الدائري تم تسميتها (372CS) حيث تشير S إلى الجنوب وهذا الموديل أشير إليه بالرمز REF100S حيث 100 تشير إلى نسبة النافذة إلى الجدار.

3-4-2 الأشعة العمودية AO:

إن مزيج العوامل الأربعة السابقة تساوي 64 (PSS) وبذلك نقول أن 64 محاكاة حاسوبية تلزمنا من أجل الحصول على تقييم متزامن لضوء النهار والكسب الشمسي، هذا يشير إلى الزيادة في عدد عمليات المحاكاة والوقت اللازم لها، الأمر الذي يجعلها غير فعالة في الحالات العادية.

وبذلك تظهر لدينا الحاجة لطرح استراتيجية فعالة لدمج فروع متعددة من التجربة للحصول بذلك على حلول قريبة للمثالية في فترة زمنية قصيرة وبأقل عدد من عمليات المحاكاة.

لتحقيق ذلك يستخدم هذا البحث طريقة الأشعة المتعامدة (DOA) والمثبت في دراسة سابقة (D.A. Chi, et al., 2016, p.144) والتي من خلالها تم تحليل ألواح الكوليسترات (PSS) بالأخذ بعين الاعتبار أداء الإنارة النهارية.

إن طريقة الأشعة العمودية DOA تختار أجزاء منتقاة من مجموعة العوامل المختلفة مع استهداف توزيع الاختبارات بشكل غير مرتب داخل نطاق الاختبار وتقدم في النهاية الحل النهائي الإجمالي.

إن مزايا طريقة DOA هي تقليص عدد المراحل اللازمة لإكمال الاختبار وإن نتائج هذه الاختبارات يمكن تحليلها بوجهين الأول هو تحليل الهدف (ANOM) والثاني هو تحليل المتغيرات (ANOVA) وطريقة DOA فعالة بشكل

كبير في تبويب التجارب المتعددة العوامل ضمن إطار تركيب هذه العوامل بالشكل الأمثل (G. Taguchi, et al., 1993, p.194).

إن طريقة DOA مبنية على أساس OA أو الشعاع العمودي والمثلة بواسطة مصفوفة يعبر عنها بالرمز LN(I)K حيث: L تشير إلى OA أو الأشعة العمودية

- N يشير إلى عدد التجارب

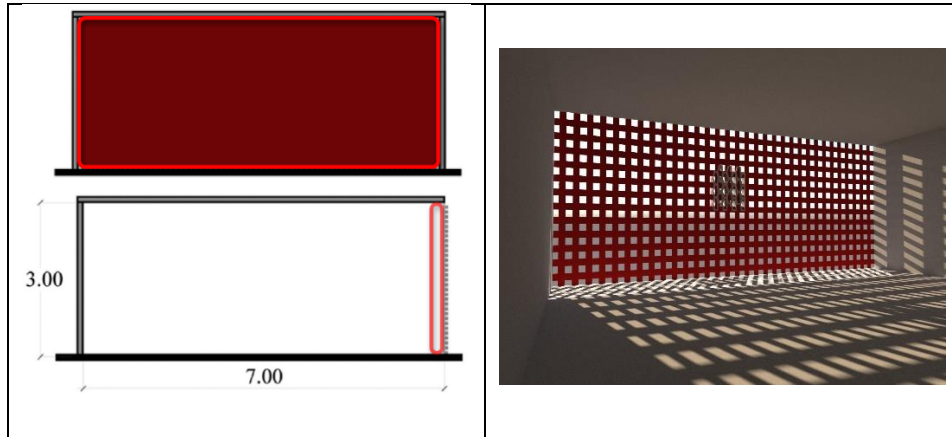
- I يشير إلى مستوى العوامل

- K يشير إلى عدد العوامل أو الأعمدة [30]

إن العديد من طرق الأشعة العمودية تم جدولتها لشرح استخدام DOA وأحد هذه الإشعاعات يمكن أن تستخدم مباشرة لتخطيط حالات عمليات المحاكاة وتتكون من ثلاثة عوامل بأربعة مستويات كل منها L16، وهذه العوامل تنظم متغيرات تصميم ألواح PSS وتكون المستويات هي عبارة عن قيم هذه المتغيرات. وكما هو ملخص في الجدول (2) فإن: L16 تستخدم فقط قسماً من 64 تشكيل ممكن من العوامل الثلاثة بمستوياتها الأربعة (أي 64 عملية) مقلصة إياها إلى 16 عملية اختبار لألواح PSS. الجدول رقم (3) يقدم العمليات الـ 16 لاختبار ألواح PSS والتي تم الحصول عليها من ناتج تحاليل عدة برامج حاسوبية (Minitab., 2000, p.210).

2-4-1 التوهج السنوي:

تم تطبيق اختبار ضوء النهار على مسطح مرتفع عن الأرض مسافة 85 سم مجهز بـ 576 نقطة حساس للضوء مرتبة وفق شبكة بقياس 25×25 سم مبيناً ذلك في الشكل رقم (7) وافترض أن الإشغال اليومي لفرغ القاعات نموذجي يكون بين 8-18 ساعة يومياً من الأحد إلى الخميس وفق إعدادات ملف الطقس المستخدم (IWEC) لمدينة حمص في سوريا (المثال المدروس) بإحداثيات (32.9° W, 34.42° N).



الشكل (7) النموذج الأساسي الافتراضي للقاعة التعليمية مع شبكة الإشعاع الشمسي (واجهة- مقطع- منظور)

2-4-2 تعديل إمكانيات ضوء النهار:

إن فرع ضوء النهار المستخدم من أجل التخمينات مبني على أساس إمكانيات ضوء النهار

(C. Reinhart, 2014, Predicting the daylight area a comparison) <http://dx.doi.org/10.1080>

، ومن خلال هذه المقاييس فإن مساحة الفراغ تنقسم إلى ما يلي:

- مساحة منارة بالكامل 300 لوكس أكبر من 50% يرمز لها Da300.50%.

- مساحة نصف منارة 150 لوكس أكبر من 50% يرمز لها Da150.50%.

- مساحة منارة بشكل زائد عن اللزوم 3000 لوكس أكبر من 5%.
- مساحة غير منارة اصغر من 150 لوكس اصغر من 50% .

جدول (1) خصائص أسطح النموذج الافتراضي الداخلية والزجاج (عمل الباحث)

الجدار	انعكاس مرئي	50%
	الانعكاس الشمسي	50%
	المواد	ثابت الحرارة
الأرضية	انعكاس مرئي	20%
	الانعكاس الشمسي	20%
	المواد	ثابت الحرارة
السقف	انعكاس مرئي	80%
	الانعكاس الشمسي	80%
	المواد	ثابت الحرارة
التزجيج	انعكاس مرئي	78.10%
	النفوذ الشمسي	60.40%
	معامل كسب الحرارة الشمسية	0.703
	النفائية الحرارية	2.785 W/m ² K
الكوليسترات	انعكاس مرئي	90%
	الانعكاس الشمسي	90%
	المواد	الطلاء الأبيض النهائي

جدول (2) عوامل ومستويات حالات النماذج في المحاكاة radiance اعتمادا على ملف الطقس مدينة حمص

العوامل التصميمية			المستويات
3 (S)	2 (M)	1 (PP)	
دائري	12 × 28	50%	1
متعدد الأضلاع	9 × 21	37.5%	2
مربع	6 × 14	25%	3
مثلث	3 × 7	12.5%	4

جدول (4) معايير الإضاءة

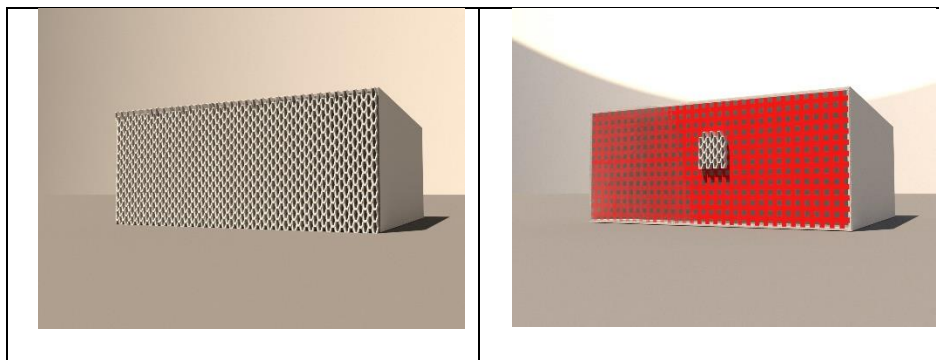
معايير الإشعاع						
العينة المباشرة	العتبة المباشرة	محيط القرار	محيط الصحة	محيط العينات	محيط التقسيم	المحيط المستبعد
0.2	0	300	0.1	100	1500	7

و على الرغم من ذلك فإن هذا العمل يهدف إلى حساب المناطق المنارة وبشكل حصري تلك المعرضة لمستويات توهج إضاءة نهائية مفيدة (UDI) باستخدام التقديرات السنوية لحدوث التوهجات ضمن الفراغ التي يعتبرها الشاغلين مفيدة لهم (Useful daylight illuminance (A. Nabil,2005

<http://dx.doi.org/10.1191/1365782805li128oa>

2-4-3- جدول الإنارة الساعية:

إن DIVA تشتمل على نموذج يمكن المستخدمين من تصميم الإنارة الكهربائية السنوية بناءً على برنامج Radiance لتتبع الأشعة عكسياً، والملف الناتج بلاحقة (*csv) يحتوي على جداول ساعية لجميع أنظمة الإنارة في المشروع وهذه الجداول يمكن ربطها بعملية محاكاة الطاقة مثل Energy Plus، انظر شكل (8). وحسب IESNA [60] فإن هذه الطريقة هي الطريقة المرجع والتي من خلالها يتم التعبير عن احتمالية حفظ الطاقة للطرق الأتوماتيكية في التحكم.



الشكل (8) الإشعاع الشمسي مع وبدون الكوليسترا.

جدول (3) النمذجات المطلوبة للعمل في L16(43):

المحاكاة	الكوليسترا	العوامل	1 (PP)	2 (M)	3 (S)
1	501CS	1 (12 × 28)	1 (50%)	1 دائري	
2	502HS	2 (9 × 21)	1 (50%)	2 مضلع	
3	503QS	3 (6 × 14)	1 (50%)	3 متعدد الزوايا	
4	504TS	4 (3 × 7)	1 (50%)	4 ثلاثي الزوايا	
5	371HS	1 (12 × 28)	2 (37.5%)	2 مضلع	
6	372CS	2 (9 × 21)	2 (37.5%)	1 دائري	
7	373TS	3 (6 × 14)	2 (37.5%)	4 ثلاثي الزوايا	
8	374QS	4 (3 × 7)	2 (37.5%)	3 متعدد الزوايا	
9	251QS	1 (12 × 28)	3 (25%)	3 متعدد الزوايا	
10	252TS	2 (9 × 21)	3 (25%)	4 ثلاثي الزوايا	
11	253CS	3 (6 × 14)	3 (25%)	1 دائري	
12	254HS	4 (3 × 7)	3 (25%)	2 مضلع	
13	121TS	1 (12 × 28)	4 (12.5%)	4 ثلاثي الزوايا	
14	122QS	2 (9 × 21)	4 (12.5%)	3 متعدد الزوايا	
15	123HS	3 (6 × 14)	4 (12.5%)	2 مضلع	
16	124CS	4 (3 × 7)	4 (12.5%)	1 دائري	

2-4-5 محاكاة الطاقة:

هدف هذه المرحلة هو تقييم الأداء الحراري لفراغ التعليبي بعد اختيار أنواع PSS ب 16 تشكيل مختلف مختارة بطريقة الأشعة العمودية DOA. هذا البحث يقدم عملية حساب للطاقة والتي تدمج ميزات برنامج Energy

Plus مع كامل الإمكانيات التي طورتها بقية أدوات المحاكاة من أجل نمذجة ومعرفة سلوك الأشكال الهندسية المعقدة من هذه الأدوات (R. McNeel, 2010, p.145) : Archsim – Radiance – Grasshopper.

جدول (6) قيم أحمال المدخلة من أجل النمذجة الحرارية الديناميكية

الإشغال	0.1 شخص بالمتري الواحد
تحميل الفرش	12 واط للمتر المربع الواحد
أحمال الإضاءة	10.6 ولط للمتر المربع الواحد
تسخين الحرارة النقطية	21 درجة مئوية
تبريد الحرارة النقطية	25 درجة مئوية
الرطوبة النسبية الدنيا	45 بالمئة
الرطوبة النسبية العليا	50 بالمئة
هواء نقي	12.5
استرداد الحرارة المحسوس بها	0.64
التصفية والفلتر	مغلق

2- 5- 2: معامل التظليل الساعي:

في هذا البحث تم حساب معامل التظليل لكل ساعة خلال السنة (SC hourly) ويتم اعتبار هذا المعامل هو المعبر عن نسبة الإشعاعات الشمسية التي تسقط على شبكة الحساسات مع أو بدون ألواح الكوليسترات PSS (الشكل رقم 7).

2- 5- 3: جدول الشفافية الساعية:

في هذا البحث يتم استخدام Archsim من أجل وضع جدول الشفافية الساعية باستخدام معطيات 8760 معامل التظليل الساعي لكل واحد من عمليات النمذجة الستة عشر المدروسة (جدول رقم 8) يبين لنا المثال على جدول شفافية ساعية على مدى عام كامل.

2- 5- 4: حساب الطاقة السنوية:

ان برنامج Archsim يتدخل بشكل يسمح للمصممين بإعداد وتشغيل موديلات طاقة بشكل ضمن نطاق التركيز على دراسة الاداء لألواح PSS. ان تأثير التوصيل الحراري عبر الجدران والأسقف والأرضية (الأدبياتية) – أي تغير الحرارة بتغير الضغط- وبواجهة زجاجية بالكامل مكونة من طبقتي زجاج شفاف بسماكة 6 ملم وبفاصل هوائي 13ملم وذو قيمة خسارة حرارية (U- value) تعادل $w/m^2 \cdot k 2.785$ وقيمة الـ SGHC بمقدار 0.703 (ان عامل SGHC هو عامل يعبر عن مدى انفاذية أشعة الشمس عبر الزجاج يتراوح بين 0- 1 وكلما قل هذا العامل أصبح الزجاج أكثر كفاءة حرارياً)

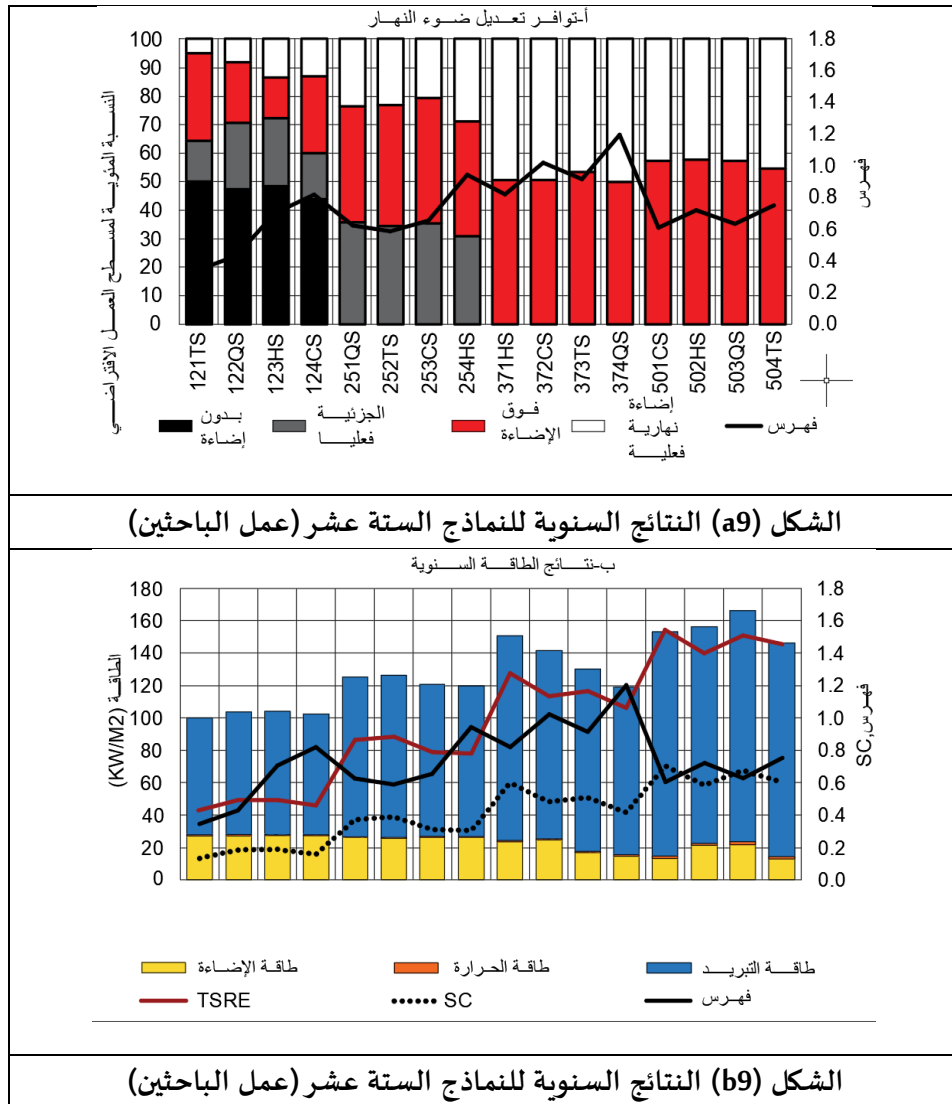
ويتم الإشارة إلى أن هذه الطريقة هي من أفضل الطرق لمحاكاة أقصى الحملات التبريدية ولتحليل محاكاة استهلاك الطاقة في المبنى (ASHRAE, 2013, p89)، في الجدول رقم (6) أدرجت حالات إشغال البناء وحملات الإنارة وتجهيزات البناء فضلاً عن درجات التدفئة والتبريد الاعتيادية والرطوبة النسبية وبعض الحملات الأخرى وذلك حسب أنظمة الحملات المحلية في سوريا من الدليل الاسترشادي للأبنية الخضراء (الدليل الاسترشادي، 2014، ص78). الجدول (7) يبين المؤشرات بشكل كمي من أجل فهم أوسع للاداء الحراري لألواح PSS.

2-4-6 موازنة أداء ضوء النهار مع الأداء الحراري:

إن نسبة المساحة الفعلية المنارة بضوء النهار إلى عامل التظليل السنوي تعتبر مؤشر لكل من إضاءة النهار والتظليل الشمسي في هذه الدراسة أن القيم المرتفعة من المساحة الفعلية المنارة بضوء النهار تشير لتقييم جيد للإضاءة النهارية والقيم المنخفضة لعامل التظليل السنوي وتشير لتقييم جيد لأداء التظليل الشمسي السنوي ولهذا فإن ارتفاع مؤشر النسبة السابقة (نسبة مساحة فعلية منارة إلى عامل التظليل السنوي) تبين أداء متكامل للتظليل الشمسي وإضاءة النهار.

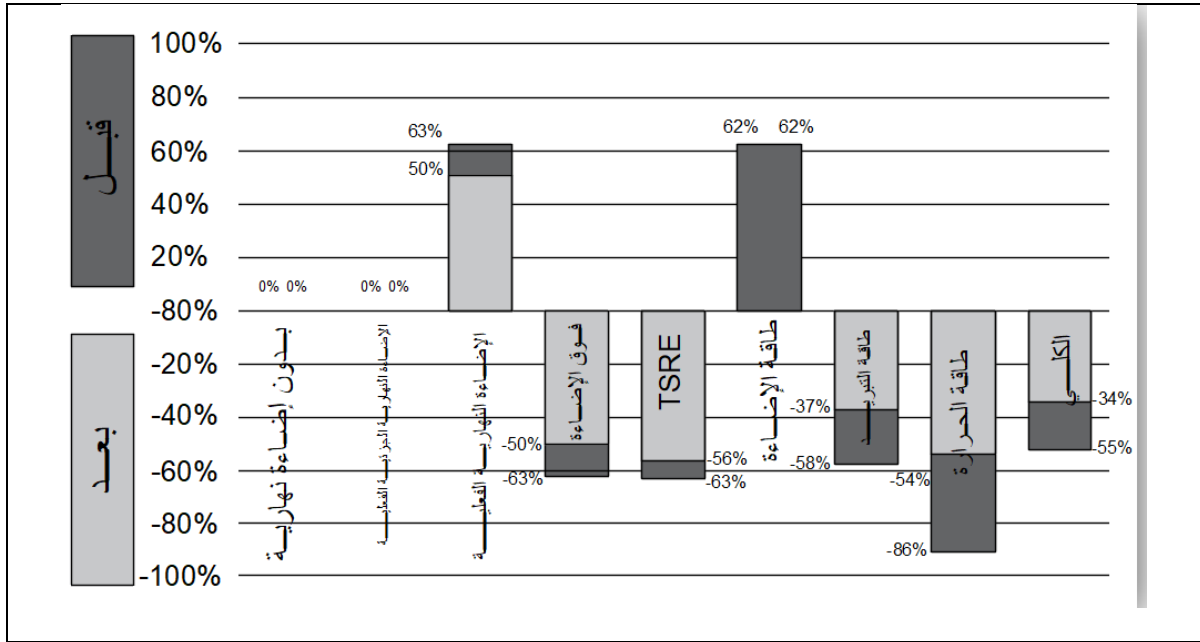
3- نتائج الدراسة التجريبية:

إن الجدول (8) والشكل (9) يقدم النتائج السنوية لعمليات المحاكاة الستة عشر، (الشكل a9) يظهر نسب احتمالات إضاءة النهار المعدلة، و(الشكل b9) يظهر الطاقة السنوية المستخدمة للإنارة والتبريد والتدفئة، معامل التظليل السنوي (SC annual) ومقدار الطاقة الداخلة للإشعاعات الشمسية السنوية وتظهر هذه النتائج في كلا الشكلين a- b لتوضيح الروابط بين إضاءة النهار والأداء الحراري.

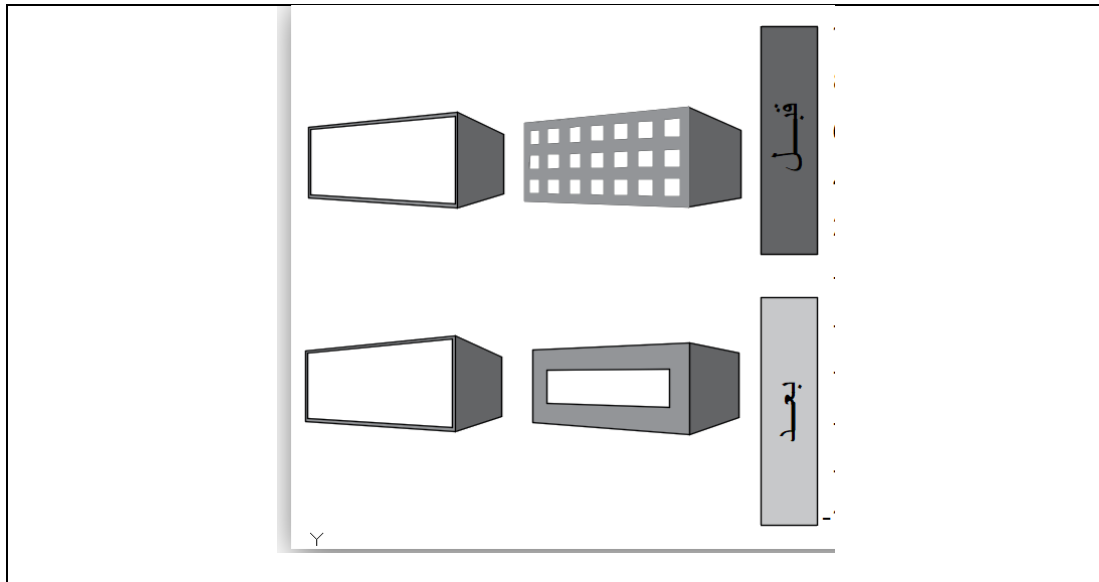


3-1 تحاليل الأشعة العمودية (OA):

من خلال تحاليل الأشعة العمودية بطريقة التحليل المباشر (ANOM) وتحليل المتغيرات (ANOVA) لنموذج الأشعة العمودية L16 لتوقع التصميم الأمثل المستوحى من متغيرات التصميم الثلاث يقدم الشكل رقم (a+b11) نتائج ANOM لنموذج 46(43) تخطيطاً لوفرة ضوء النهار المعدلة السنوية حيث تلحظ لدينا المناطق الغير منارة عند مؤشرات الصفر بقيمة أكبر من 25% لمؤشر PP (نسبة الثقوب) وتظهر تغيرات والتي تكون متشابهة بشكل كبير لجميع المستويات الاصطفاف (M) والشكل (S).



الشكل (a11) الاختلافات بين استخدام وعدم استخدام الكولسترا المعدلة والمواجهة للجنوب (عمل الباحثين)



الشكل (b11) الاختلافات بين استخدام وعدم استخدام الكولسترا المعدلة والمواجهة للجنوب (عمل الباحثين) إن الاجزاء المنارة بشكل جزئي بضوء النهار تبقى عند مستوى الصفر عندما تكون نسبة الثقوب أكبر من 37.5% وتظهر تقلبات طفيفة بين مستويات الاصطفاف والشكل.

إن المناطق المنارة فعلياً تصل إلى أعلى قيمتها عند نسبة ثقوب 37.5%، وتتبعها النسبة 50% للثقوب وبعدها تتناقص مساحة هذه المناطق كلما نقص نسبة الثقوب عن 37.5% هذه المنطقة تظهر ازدياداً طفيفاً عند مستويات المصفوفة 4(7×3) والشكل 2(H).

والمنطقة المنارة بشكل زائد تتناقص مع تناقص نسبة الثقوب وتظهر نتائج قريبة في جميع المستويات الأربعة المتعلقة بالاصطفاف (M) والشكل (S).

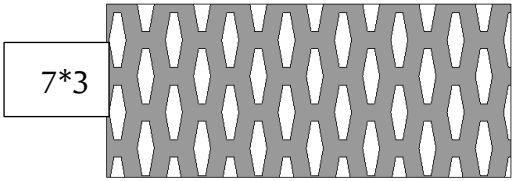
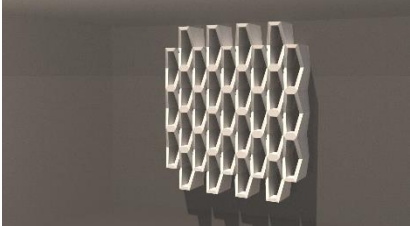
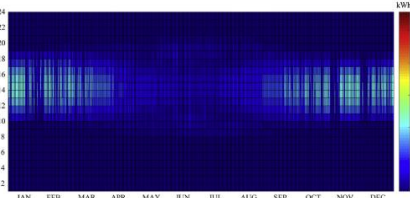
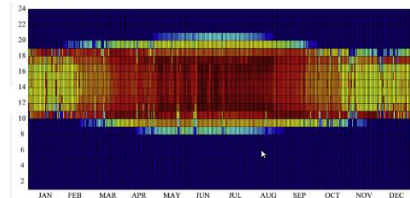
يقدم الشكل (b11) مخططاً سنوياً يركز على مؤشرات الأداء الحراري لألواح PSS ويمكن أن يلحظ (بشكل مماثل للمناطق المنارة بشكل زائد) TSRE تتناقص مع تناقص نسبة الثقوب، وأكثر من ذلك فإنها تصل إلى نتائج متماثلة بشكل كبير بالنسبة لمستويات الاصطفاف M والشكل S.

إن نسبة التظليل السنوية (SC annual) تأخذ نفس سلوك TSRE عند متغيرات التصميم الثلاثة، وتزداد طاقة الإنارة بشكل طفيف مع التقليل من نسبة الثقوب وتظهر بعض التغيرات عند مستويات المصفوفة M والشكل S، وتتناقص طاقة التبريد مع التقليل من نسبة الثقوب ويلحظ أنها أقل عند مستوى الإصطفاف M4(3X7) وتظهر بعض التغيرات عند مستويات الشكل S.

وطاقة التدفئة تبقى كما هي عند جميع المستويات.

وحسب تلك المؤشرات فإننا نجد أن أفضل أداء للحالة المدروسة التي تتصف بالمتغيرات التالية:

جدول (7) الحالة الأفضل للأمتلة المدروسة الخرائط الحديثة للحالة 374qs (عمل الباحثين)

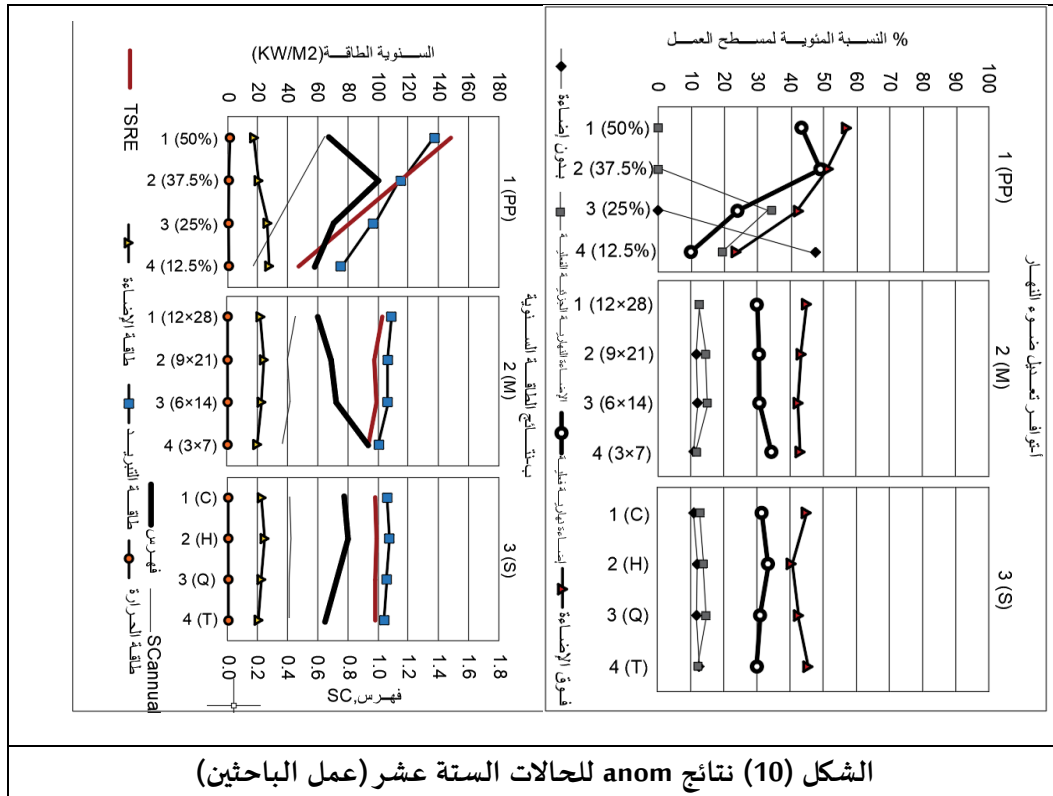
<p>37.5%</p>  <p>7*3</p>	<p>- نسبة الثقوب 37.5% PP</p> <p>- الاصطفاف 4(3X7)</p>
	<p>الشكل 1(H), 2(C)</p>
	

إن المؤشر قد استخدم من أجل إنارة النهار والسلوك الحراري لألواح الكوليسترات وكسر لتحقيق التوازن بين ضوء النهار الطبيعي والكفاءة الحرارية. في حالة التصميم التالي لواجهة جنوبية لحوض المتوسط ومنطقة سوريا بالتحديد تم استقاء ألواح الكوليسترات (شكل أشكال كوليسترات المستخدمة في سوريا) من مستوياتها الأمثل. أن نسبة PP هي نسبة الثقوب هي النسبة المحددة في تصميم ألواح الكوليسترات PSS باعتبارها أنها المؤثر الأساسي لجميع المؤشرات ويجب أن يتم تحديد نسبة الثقوب ب 37.5% للأسباب التالية: (انظر الجدول 10)

- بالنسبة لأداء ضوء النهار فإن نسبة 37.5% للثقوب تعطي أعلى مساحة للمنطقة الفعلية المنارة وكلما زادت هذه النسبة عن 37.5% تزداد معها نسبة مساحة المنطقة المنارة بشكل زائد عن 50% من مساحة العمل، وإذا وصلت نسبة الثقوب إلى 49% تصل نسبة المساحة المنارة بشكل زائد إلى 57%.
- بينما إذا كانت نسبة الثقوب أقل من 37.5% يؤدي ذلك إلى التقليل من مساحة المنطقة المنارة بشكل ملحوظ إلى (24- 10%) وبالنسبة للأداء الحراري فإن نسبة 37.5% للثقوب تعطي مستويات متوسطة للطاقة اللازمة للإنارة والتدفئة والتبريد محققة توفير أكبر بالمقارنة مع نسبة ثقوب أكبر.
- وإن أكبر قيمة كفاءة وجدت عند نسبة ثقوب 37.5% بالنسبة لضوء النهار والأداء الحراري.
- إن العامل الثاني في الأهمية بعد نسبة الثقوب هو الاصطفاف (MATRIX) أي أنه من أجل تحقيق أكبر توازن بين ضوء النهار وأداء الطاقة فإن الاصطفاف ذات الأعداد الأقل وأحجام كبيرة من الثقوب هي نوع المصفوفة المفضل.
- واستناداً إلى النتائج في أداء إضاءة النهار فإن المستوى $4(7 \times 3)$ يؤدي إلى أكبر قيمة للمنطقة المنارة فعلياً، بينما من ناحية المنطقة المنارة بشكل زائد فتكون في المستويات الأربعة تقريباً بنفس القيمة بينما المستوى $4(7 \times 3)$ والمستوى $3(14 \times 6)$ يعطي أقل القيم للأداء الحراري للمساحة المنارة بشكل زائد.
- إن المستوى $4(7 \times 3)$ هو المستوى الذي ينصح به لأنه يحقق أقل قدر من استهلاك الطاقة بكافة أشكالها (إنارة - تدفئة - تبريد) وأيضاً أقل مستوى من TSRE، وبأخذ هذه المؤشرات بعين الاعتبار فإن أفضل مستوى هو $4(7 \times 3)$ وبالتالي فهو فعال في تشخيص كلا الحالتين بشكل متزامن (إضاءة النهار والأداء الحراري) حتى قيمة (M) المصفوفة ملحوظة إحصائياً في المؤشرات (انظر الجدول 9).
- وبشكل مفاجئ فإن المتغير المتعلق بالشكل هو الأقل تأثيراً الأمر الذي يسمح بحرية تصميمية أكبر ولا تظهر التجربة أي تغيرات ملحوظة مع تغيير الشكل

3-2- تحليل استخدام وعدم استخدام ألواح PSS الموجهة جنوباً:

هذا القسم يقارن بين ظروف الإنارة والأداء الحراري للفراغ مع أو بدون ألواح PSS وذلك باختيار 374QS كتشكيل للألواح وقد تم اختيار هذا التشكيل لأنه يجمع أفضل التشكيلات وأحسنها إحصائياً المستمدة من AO (طريقة الأشعة العمودية) مع جعل هذه الألواح بأعلى مؤشراتها (حسب الشكل 9)



- الشكل (a11): يظهر الخطأ الكمي الواضح في 374QS مع الأخذ بالحسبان REF100S بالنسبة للاحتمالية تعديل

ضوء النهار كما يظهر أيضاً الخطأ الكمي النسبي لكلا استهلاك الطاقة و TSRE.

إن النتائج توضح أن استخدام ألواح الكولسترا محسنة وموجهة للجنوب تستطيع زيادة المساحة المعرضة لضوء النهار الفعلية بنسبة 50% وتخفض نسبة المساحة المعرضة لضوء النهار الزائد إلى 50% عند المقارنة مع واجهة زجاجية بالكامل على الرغم من أن استهلاك الإضاءة الصناعية قد زاد بنسبة 62% مع استخدام ألواح الكولسترا. وأكثر من ذلك فإن هناك تخفيض حوالي 63% في مقياس TSRE بينما استهلاك التبريد والتدفئة يزداد بمقدار 58% للتبريد و86% للتدفئة، وبشكل أو بآخر فإننا نوفر سنوياً حوالي 55% من استهلاك الطاقة، ولذلك فإنه ينصح باستخدام ألواح الكولسترا على واجهة زجاجية موجهة للجنوب.

- الشكل (b11): يقارن بين ضوء النهار والأداء الحراري لألواح الكولسترا المحسنة مع الحرص على وجود ثقب

بسيطة مع نسبة فتحات 37.5%. تظهر النتائج أنه باستخدام ثقب بسيطة يمكن أن يزيد المنطقة المنارة فعلياً بنسبة 63% وتقلل من نسبة المنطقة المنارة بشكل زائد بنسبة 63% باعتبار الواجهة الزجاجية بالكامل مع ذلك يزداد استهلاك الإنارة الصناعية بنسبة 62% والذي يبقى نفسه في حال استعمال ألواح PSS فضلاً عن ذلك تنخفض TSRE بمقدار 56% واستهلاك التدفئة والتبريد بمقدار 37% للتبريد و54% للتدفئة، ويوجد فقط ما نسبته 34% من توفير الطاقة الإجمالي و21% إضافية من انخفاض الاستهلاك مع استخدام ألواح PSS وبالتالي: ينصح باستخدام ألواح مثقبة على واجهة زجاجية بالكامل أكثر من استخدام واجهة عادية ذات ثقب في الجدار.

4- الخلاصة:

هذا البحث يحقق دراسة متوازنة لاثنين من أهم وظائف ألواح الكولسترا وهما تأمين إضاءة نهائية مناسبة في مكان العمل والثاني هو منع الكسب الحراري الشمسي العابر لهذه الثقوب وكلتا هاتينوظيفتين يتم ترجمتهما بالجدول السنوي للإضاءة واستهلاك الطاقة للتبريد والتدفئة.

وفقاً لذلك فإن هذا العمل يقدم معالجة لدمج تدفق معين لأشعة الشمس وتحاليل للطاقة لأشكال هندسية معقدة مع طريقة الأشعة العمودية كأداة جديدة لتحليل محدث ومقارن ووافي لعدة أشكال لألواح الكولسترا.

- 1- يمكن أن يلحظ أن سير العمل يرتبط في عمليات المحاكاة بثلاثة فروع رئيسية وهي الإضاءة الشمسية والإشعاعات الشمسية وحمولات الطاقة.
- 2- و طريقة DOA تمكن فرع تصميم ألواح الكولسترا في الواجهات الجنوبية في مدينة حمص في سوريا، وإن نسبة الثقوب (PP) 37.5% يجب أن تكون العامل الرئيسي في تصميم هذه الألواح والترتيب (M) يأتي كعامل في المرتبة الثانية في تصميم هذه الألواح وإن استخدام الثقوب الكبيرة يفضل في عملية التصميم ، فيما الشكل (S) إحصائياً لم يكن ذو أهمية كبيرة الأمر الذي يعطي حرية أكبر في التصميم .
- 3- مع تقدير أهمية الواجهات الزجاجية فإن ألواح الكولسترا المحسنة زادت من مساحة المناطق المنارة فعلياً بمقدار 50% وتقلل من TSRE بمقدار 63% بالرغم من أن زيادة استهلاك الطاقة يزيد بنسبة 62% الأمر الذي عوض بتخفيض 58% من استهلاك التبريد وبنسبة 86% من استهلاك التدفئة بشكل واضح. ولهذا يتم تقليل ما نسبته 55% من مجمل الاستهلاك السنوي للطاقة والأكثر من ذلك فإن استخدام الألواح المثقبة على الواجهات الزجاجية تكون أكثر فعالية من استخدام التثقيب البسيط الذي كانت فيه نسبة التقليل من الاستهلاك السنوي للطاقة بنسبة 33% فقط.
- 4- وبذلك يمكن استنتاج أن ألواح الكولسترا فعالة في الواجهات الجنوبية وأنها يجب أن تأخذ بعين الاعتبار في عمليات التصميم .

5- التوصيات:

- 1- على الرغم من أن هذا العمل استخدام طريقة الأشعة العمودية DOA من أجل تحسين متغيرات التصميم الثلاث عدد الثقوب وشكلها وترتيبها ، فإنه من الممكن في المستقبل زيادة هذه العوامل لتشمل سماكة الألواح الكولسترات من (10 سم إلى 50 سم) وبعد الألواح عن الجدار الزجاجي الخلفي والمواد المصنعة منها الحديد أو الألمنيوم أو الاسمنت أو القرميد أو الزجاج المفرغ، إضافة لعامل الانحدار للألواح وهي زاوية ميل الكولسترا عن خط شاقول الواجهة (15 درجة أو 30 أو 45 أو 60 درجة).
- 2- وهناك بعض الأمور الأخرى الواجب أخذها بعين الاعتبار في تصميم الألواح مثل الراحة البصرية التي تسمح للمستخدم برؤية الوسط المحيط الخارجي بطريقة مريحة بصريا وامكانية تخفيف الوهج المزعج وانتظام ضوء النهار وعامل الإضاءة الخارجية ، يمكن بناء دراسات مستقبلية على هذه الدراسة الحالية لتناول هذه العوامل المادية المهمة أيضا.
- 3- لمقدمي أدوات المحاكاة البيئية: في المستقبل، يجب تطوير البرامج من حيث المواقع المتوفرة في المواقع المناخية المختلفة، لتغطية المزيد من السيناريوهات المناخية. علاوة على ذلك، في بعض الحالات، يتم القياس بناءً على الخدمات الافتراضية للبرنامج (من حيث أدوات البناء)، مما يمنع حساسية وواقعية التقييم.

4- علاوة على ذلك، كما ذكر سابقاً، يجب تطوير تصنيف مواد التفاصيل الهيكلية لتغطية مجموعة متنوعة كافية من المواد وتقنيات البناء.

قائمة المراجع

أولاً- المراجع بالعربية:

- المصري، عبد الحميد، (2017)، " تصميم واجهات الأبنية ضمن مفهوم الاستدامة (أبنية جامعة البعث مثلاً) "، بحث مقدم لنيل درجة الماجستير في التصميم المعماري، جامعة البعث، قسم التصميم المعماري.
- منال، سليم سلهب، (2011)، " الاستدامة في المباني العامة باستخدام العناصر المتحركة" رسالة ماجستير، جامعة البعث.
- نقابة المهندسين، الدليل الاسترشادي للأبنية الخضراء في سوريا، ط1. مطبعة نقابة المهندسين. دمشق. سورية.

ثانياً- المراجع الأجنبية:

- ASHRAE,(2013),(American Society of Heating Refrigerating and Air- Conditioning Engineers), ASHRAE Handbook- Fundamentals, I- p Editio, ASHRAE, Inc, Atlanta.
- D.A. Chi, D. Moreno, P. Esquivias, J. Navarro, (2016) Optimization method for perforated solar screen design to improve daylighting using orthogonal arrays and climate- based daylight modelling, J. Build. Perform. Simul. 10 144e160, <http://dx.doi.org/10.1080/19401493.2016.1197969>.
- G. Taguchi, T. Yokoyama, Taguchi Methods.(1993), Design of Experiments, ASI Press, MI, Dearborn, 1993.
- H. Sabry, A. Sherif, T. Rakha, M. Anees,(2011) Daylighting efficiency of external perforated solar screens: effect of screen axial rotation under clear skies, in: Proc. Int. Conf. Sustain. Des. Constr, American Society of Civil Engineers, Kansas City, Missouri, USA, pp. 283e291.
- J. Gonz_alez, F. Fiorito, (2015) Daylight design of office buildings: optimisation of external solar shadings by using combined simulation methods, Buildings 5 560e580, <http://dx.doi.org/10.3390/buildings5020560>.
- J. Wei, J. Zhao, Q. Chen, (2010) Optimal design for a dual- airflow window for different climate regions in China, Energy Build. 42 2200e2205. <http://dx.doi.org/10.1016/j.enbuild.2010.07.016>.
- L. Bellia, F. De Falco, F. Minichiello, (2013) Effects of solar shading devices on energy requirements of standalone office buildings for Italian climates, Appl. Therm. Eng. 54 190e201. <https://doi.org/10.1016/j.applthermaleng.2013.01.039>.
- Minitab, MINITAB. (2000).User's Guide 2: Data Analysis and Quality Tools, Minitab Inc, State College, PA, USA.
- Nabil, J. Mardaljevic, "Useful daylight illuminance: a new paradigm for assessing daylight in buildings", Light. Res. Technol. 37 (2005) 41e59, [http:// dx.doi.org/10.1191/1365782805li128oa](http://dx.doi.org/10.1191/1365782805li128oa).

- Pattini, A. Villalba, L. C_orica, R. Rodríguez, L. Ferr_on, (2011) Características opticas de chapas met_licas perforadas de control solar en fachadas vidriadas, Av. En. Energías Renov. Y Medio Ambient. 15 123e132.
- R. McNeel,(2010) Associates, Rhinoceros Version 4.0,.
- Reinhart, T. Rakha, D. Weissman, (2014) “ Predicting the daylight area d a comparison of students assessments and simulations at eleven schools of architecture”, Leukos 10 193e206, <http://dx.doi.org/10.1080/15502724.2014.929007>.
- Sherif, A. Faggal, R. Arafa, (2010) External perforated solar screens for thermal control in desert environments: the effect of perforation percentage on energy loads, in: Renew. Energy 2010 Conf. Proceedings, Jt. With 4th Int. Sol. Energy Soc. Conf. Asia Pacific Reg, 2010. Yokohoma, Japan, Yokohoma, Japan.
- Sherif, H. Sabry, A. El- Zafarany, R. Arafa, T. Rakha, M. Anees,(2011) Balancing the energy savings and daylighting performance of external perforated solar screens, in: Proc. 27th Int. Conf. Passiv. Low Energy Archit. PLEA 2011 Archit. Sustain. Dev, Presses universitaires de Louvain, Louvain- la- Neuve, Belgium, 2011, pp. 807e812.
- Villalba, J. Monteoliva, A. Pattini, (2011) Control solar sobre superficies vidriadas. Evaluaci_on lumínica mediante m_tricas din_amicas y preferencia de usuarios a filtros solares, Av. En. Energías Renov. Y Medio Ambient. 15 79e88.