مجلة جامعة دمشق للعلوم الهندسية
Damascus University Journal for engineering sciences
المجلد42 العدد (3) – 2026: 299- 314
Vo 42 number (3) -2026: 299-314

تقييم الأداء الطاقي للأبنية عند استخدام المانعات الشمسية الجانبية والرأسية

ريم حج علي*[1] ثناء حسن[2]

[1*] طالب ماجستير، مهندسة، جامعة دمشق، كلية الهندسة الميكانيكية والكهربائية، قسم هندسة الميكانيك العام، هندسة الطاقات متجددة.
reem.hajali96@damascusuniversity.edu.sy

[2] مدرّس، دكتورة في قسم هندسة الميكانيك العام، جامعة دمشق ، كلية الهندسة الميكانيكية والكهربائية، علم الطاقة والبيئة.
t.hassan@damascusuniversity.edu.sy

الملخص:

مع زيادة أزمة الطاقة في سوريا وقلة توفر المحروقات بالإضافة إلى غلائها وعدم توفر الكهرباء بشكل مستمر، أصبح من الصعب والمكلف أيضا توفير أساليب التدفئة والتبريد، لذلك كان لابد من البحث عن طرق لتخفيض استهلاك الطاقة في المباني إلى الحد الأدنى بالاعتماد على العناصر الإنشائية للبناء، وأحد هذه الطرق هو تظليل المباني الذي يعد الخطوة الأولى ضمن الأنظمة الطبيعية لتبريد المباني. يهدف البحث إلى دراسة تأثير المانعة الشمسية الرأسية والجانبية على الأداء الطاقي لمبنى في مدينة دمشق وذلك عن طريق الاستعانة ببرنامج TRNSYS لإجراء المحاكاة. حيث تم التوصل لليوم التصميمي الموافق لأشهر الصيف وللواجهات الشرقية والغربية والجنوبية وهو اليوم الذي يكون فيه حمل التبريد أعظمياً، حيث كان هذا اليوم بالنسبة للواجهة الشرقية والغربية يوافق الثاني والعشرون من شهر تموز أما بالنسبة للواجهة الجنوبية يوافق الخامس من شهر أيلول. ومن ثم قمنا بحساب امتداد البروز الأعظمي للمانعات الشمسية المدروسة بالاعتماد على زوايا الظل الأفقية والرأسية ودراسة تأثيره على أحمال التبريد والتدفئة، كما تم التوصل للتصميم الأمثل للمانعات الشمسية، فكانت النسبة A/B التي تمثل امتداد البروز الأمثل الى عرض النافذة للمانعة الشمسية الجانبية بالنسبة للواجهة الشرقية تساوي 0.5، وبالنسبة للواجهة الغربية تساوي 0.4 أما النسبة A/B التي تمثل امتداد البروز الأمثل الى ارتفاع النافذة من أجل المانعة الشمسية الرأسية للواجهة الجنوبية تساوي 0.5، وباستخدام برنامج المحاكاة TRNSYS قمنا بدراسة تأثير البروز الأمثل على الطاقة المطلوبة للتدفئة والتبريد.

الكلمات المفتاحية: تظليل المباني – المانعة الشمسية الرأسية –المانعة الشمسية الجانبية – زاوية الظل الأفقية – زاوية الظل الرأسية –TRNSYS –امتداد البروز الأعظمي – امتداد البروز الأمثل.

تاريخ الإيداع: 2023/9/23
تاريخ القبول: 2024/1/6

حقوق النشر: جامعة دمشق – سورية، يحتفظ المؤلفون بحقوق النشر بموجب **CC BY-NC-SA**

http://journal.damascusuniversity.edu.sy/index.php/index/index
ISSN (online): 2789-6854

Energy Performance Evaluation of Buildings Which Using Wingwall and Overhang Shading Devices

Reem Haj Ali*[1] Thana Hassan[2]

*[1]. Master student, Eng, Damascus University, Faculty of Mechanical and Electrical Engineering ,Department of General Mechanics, Renewable Energy Engineering
reem.hajali96@damascusuniversity.edu.sy

[2]. Professor at Damascus University, Faculty of Mechanical and Electrical Engineering ,Department of General Mechanics, Energy and Environment science
t.hassan@damascusuniversity.edu.sy

Received: 23/9/2023
Accepted: 6/1/2024

Copyright: Damascus University- Syria, The authors retain the copyright under a **CC BY- NC-SA**

Abstract:

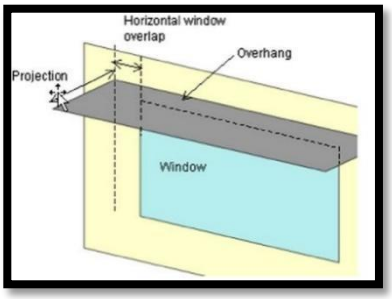
As Syria's energy crisis increases and lack of availability of fuel, in addition to its high prices, it became difficult to provide heating and cooling sources, so we have to look for ways to minimize energy consumption based on structural elements. One of the most important ways is shading buildings, which is the first step of natural building cooling systems. This research aims to study the effect of overhang and wingwall shading devices on energy performance evaluation in Damascus buildings, by using simulation software TRNSYS. Where the design day for summer months for the east facade, the west facade and the north facade was reached, which is the day when the cooling load is maximum, where this day was July 22nd for east and west facade; and for south facade it was 9th September. In addition, the maximum projection extension for overhang and wingwall was calculated based on horizontal shadow angle and vertical shadow angle, and its impact on cooling and heating was studied. Then the impact of several projections on cooling and heating loads was studied in order to find the optimal projection of overhang and wingwall. The optimal projection extension of wingwall represented by the ratio A/B which was 0.5 for wingwall on the eastern faced, 0.4 for wingwall on the western facade and 0.5 for overhang on the southern facade. After that by using TRNSYS, we studied the impact of the optimal projection extension on the energy required for cooling and heating.

Keywords: Shading Buildings, Overhang Shading Device, Wingwall Shading Device, Horizontal Shadow Angle, Vertical Shadow Angle, TRNSYS, Maximum Projection, Optimal Projection.

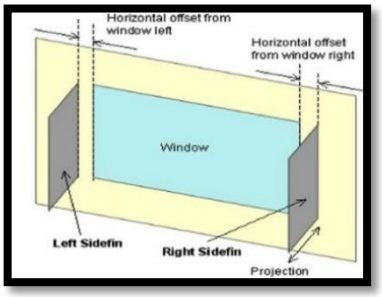
المقدمة:

في ظل أزمة الطاقة التي يعيشها العالم ككل وسوريا بالتحديد إلى جانب مرحلة إعادة الإعمار التي تمر بها سـوريا، كان من المهم البحث عن وسـائل لتخفيض اسـتهلاك الطاقة في المباني من خلال عناصـر التصـميم الذاتي للمبنى ومن هذه العناصـر وسـائل التظليل. تقسـم وسـائل التظليل إلى وسـائل تظليل داخلية مثل السـتائر، ووسـائل تظليل خارجية مثل (المانعات الشـمسـية الرأسـية والجانبية). يبين الشـكل (1) والشـكل (2) نموذج عن أنواع وسـائل التظليل الخارجية التي ستتم دراستها.

يعتمد تصـميم وسـائل التظليل الخارجية على العديد من المتغيرات، مثل خصـائص الإشـعاع الشـمسـي والظروف المناخية، كما تؤثر على شـدة الإضـاءة داخل المبنى والأحمال الحرارية الداخلية لذلك من المهم أن نعتمد عند تطبيقها على أسـاس علمي يتوافق مع الظروف المناخية للمنطقة أي لا تكون أبعاد وسـيلة التظليل مصـممة بشـكل عشوائي.



الشكل (1) نموذج عن المانعة الشمسية الرأسية
(Lebied et al., 2018,132)



الشكل (2) نموذج عن المانعة الشمسية الجانبية
(Lebied et al., 2018,132)

1- الدراسات المرجعية:

نظراً لمسـاهمة التظليل في تخفيض الاسـتهلاك الطاقي للمباني قام الباحثون (Davis T et al. ,2013) بدراسـة خفض حمل التبريد في مباني المكاتب باستخدام أنواع مختلفة من التظليل ومعرفة أيها الأكثر كفاءة، حيث تم اجراء محاكاة باسـتخدام برنامج Energy Plus، وبينت النتائج أن الشـكل المثلثي للمانعة الشمسية يقلل الربح الحراري أكثر من المانعة الشمسية الرأسية المستخدمة بنسبة 2.56%. كما قام الباحثون (Nikolaou et al .,2007) بتوضيح دور وسائل التظليل في تحسـين الأداء الطاقي في مباني المكاتب وخصـوصـاً في جنوب أوروبا (منطقة أثينا) وتم اسـتخدام برنامج TRNSYS لإجراء المحاكاة، حيث تم تظليل الواجهات الجنوبية باستخدام المانعة الشـمسـية الرأسـية مما أدى إلى نقصـان حمل التبريد حوالي 18% وتقليل الاسـتهلاك السـنوي للطاقة حوالي 8.7%، وأيضا تم تظليل الواجهات الشرقية والغربية باستخدام المانعة الشـمسـية الجانبية مما أدى إلى نقصـان حمل التبريد حوالي 7.6% وتقليل الاسـتهلاك السـنوي للطاقة حوالي 1.4%. كمـا قـام البـاحثون (Kim et al., 2015) بتقـدير انخفاض اسـتهلاك الطاقة في الأبنية التي تتطلب قدراً كبيراً من التبريد باستخدام وسائل التظليل الخارجية وتبين من

الدراسة أن حمل التبريد قد انخفض سنوياً من 74.848 kWh الى 48.582 kWh. وأيضاً قام الباحثون (Elshiwihy et al. 2019, بدراسة تأثير وسائل التظليل الخارجية والداخلية على استهلاك الطاقة ومستوى ضوء النهار، حيث تم تنفيذ العمل في بيئة المحاكاة (IES-VE) وبينت النتائج أنه عند استخدام وسيلة التظليل المركبة egg crates تحقق أكبر نسبة في تخفيض استهلاك الطاقة وهي 9% وكما أن أكبر نسبة تخفيض لحمل التبريد وصلت إلى 16% ، وباعتبار مستوى الإضاءة المطلوب هو 300 lux تم تحقيق أعلى مستوى إضاءة عند استخدام المانعة الشمسية الرأسية overhang وأقل مستوى للإضاءة عند استخدام الستائر الداخلية roller blind، كما تبين أن أكثر نموذج ملائم للاستخدام في المكاتب هو egg crates وذلك لتحقيقه مستوى الإضاءة المطلوب إلى جانب تقليل مستوى استهلاك الطاقة وحمل التبريد إلى أدنى حد بالمقارنة مع وسائل التظليل الأخرى.

بينت الدراسات المرجعية أن وسائل التظليل بأنواعها المختلفة تخفض من حمل التبريد بنسب تتراوح بين %(10–35) ومن استهلاك الطاقة الكلي بحدود %(2–10)، كما أن تأثير وسائل التظليل المختلفة على الاداء الطاقي للمباني يعتمد بشكل كبير على الظروف المناخية للمنطقة المدروسة.

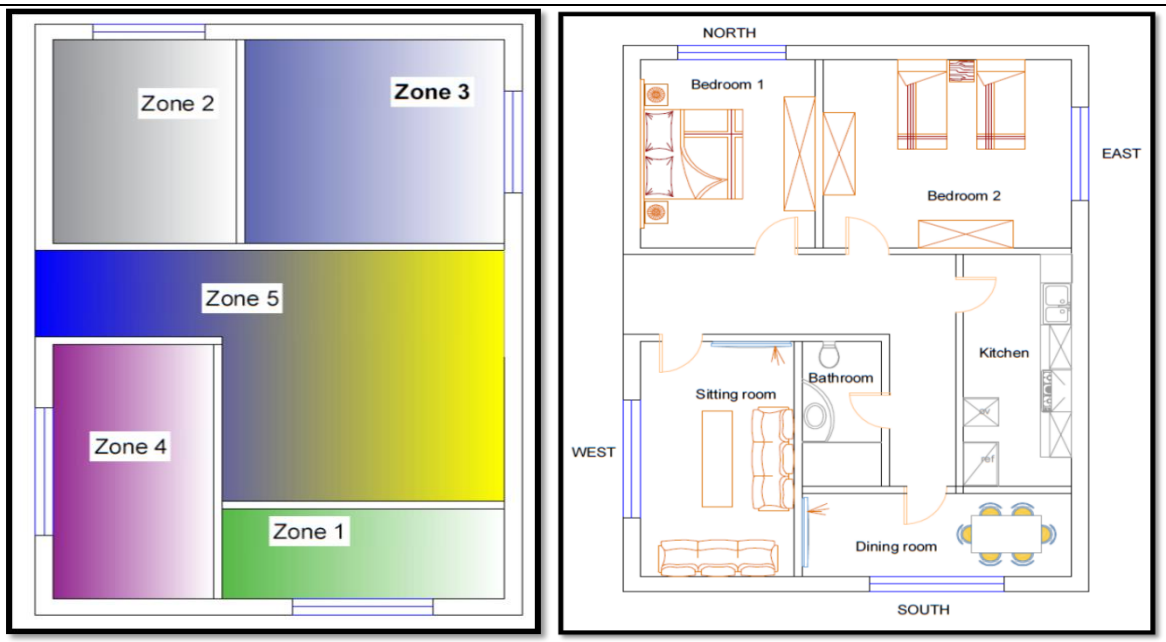
2–مواد البحث وطرائقه:

من المهم أن نعتمد عند تطبيق وسائل التظليل على أساس علمي يتوافق مع الظروف المناخية للمنطقة، أي لا تكون أبعاد المانعات الشمسية مصممة بشكل عشوائي. سيتم في هذه الدراسة التوصل لتصميم امتداد البروز الأمثل للمانعات الشمسية الرأسية والجانبية المستخدمة في المباني حسب الظروف المناخية والتصميمية لمدينة دمشق وذلك باستخدام المحاكاة ببرنامج TRNSYS. ومن أجل معرفة تأثير بروز وسائل التظليل على حمل التدفئة والتبريد قمنا بإيجاد الفترة التي تحتاج الى تظليل بالإضافة الى حساب زوايا الظل الرأسية والأفقية، ومن ثم قمنا بحساب البروز الأعظمي للمانعة الشمسية وبعدها دراسة تأثير هذا البروز على أحمال التدفئة والتبريد. ومن اجل التوصل إلى البروز الأمثل تم دراسة تأثير عدة بروزات أقل من البروز الأعظمي على أحمال التدفئة والتبريد.

2–1 إيجاد الفترة التي تحتاج الى تظليل:

قمنا بتحليل الاشعاع الشمسي الكلي لمدينة دمشق باستخدام برنامج TRNSYS للواجهات (الجنوب – الشرق –الغرب) لأشهر الصيف المدروسة (أيار–حزيران –تموز – آب –أيلول) من أجل اختيار الشهر الذي تتلقى فيه كل واجهة أكبر كمية من الاشعاع الشمسي الكلي حيث قمنا بإدراج Type 109-Tmy2 في لوحة المحاكاة وهو يقرأ بيانات الطقس لمدينة دمشق بالإضافة إلى ادراج Type 65c الراسمة ويستخدم من أجل رسم النتائج المطلوبة.

2–3 تحديد اليوم التصميمي للواجهات المدروسة: من أجل التوصل لليوم التصميمي، وهو اليوم الذي يكون فيه حمل التبريد أعظمياً، قمنا بمحاكاة الأداء الطاقي لمبنى سكني بما يتلاءم مع الشروط المناخية لمدينة دمشق وذلك من خلال تقسيم المبنى إلى خمس مناطق حرارية (الشكل 3) وتوصيف المناطق الحرارية بدقة في برنامج TRNbuild. تم توصيف (درجة الحرارة الداخلية المطلوبة صيفا وشتاء – التهوية – طبقات الجدران – النوافذ – الأرباح الحرارية الداخلية). نوافذ المبنى ذات زجاج عادي مفرد الالواح. بالنسبة للنافذة الموجودة في الواجهة الجنوبية والنافذة الموجودة في الواجهة الغربية عرضهاm 2.5 وارتفاعها 1 m، أما النافذة الموجودة في الواجهة الشرقية عرضها 2m وارتفاعها 1m.



الشكل (3) المناطق الحرارية للمبنى السكني المدروس

يبين الجدول (1) طبقات جدران المبنى المدروس والتي تم ادخالها في برنامج المحاكاة.

الجدول (1) طبقات الجدران للمبنى المدروس

نوع الجدار	طبقات الجدار من الداخل إلى الخارج	السماكة (cm)	معامل التوصيل الحراري (λ) (kj/hr. m k)	السعة الحرارية النوعية (C_p) (kj/kg.k)	الكثافة (ρ) (kg/m^3)	معامل انتقال الحرارة الكلي U-value ($W/m^2.k$)
خارجي	طينة	2	5.04	1.1	1850	0.564
	بلوك 10	10	2.77	0.8	1200	
	ستريوبور	5	0.144	1	30	
	بلوك15	15	2.77	0.8	1200	
	طينة	2	5.04	1.1	1850	
داخلي	طينة	2	5.04	1.1	1850	3.04
	بلوك10	10	2.77	0.8	1200	
	طينة	2	5.08	1.1	1850	
أرضية	سيراميك	2	4.32	1	2000	0.9
	طينة	2	5.04	1.1	1850	
	بوليستيرين	2	0.108	1.5	30	
	خرسانة	2	4.2	0.84	1500	
سقف	طينة	2.5	5.04	1.1	1850	0.574
	هوردي	30	3.42	1	1400	
	ستريوبور	5	0.144	1	30	
	رمل	5	5.17	1.1	1600	
	طينة	2	5.04	1.1	1850	
	سيراميك	3	4.32	1	2000	

3-2 حساب البروز الأعظمي للمانعة الشمسية الجانبية wingwall: (Kishore et al., 2021,2)

يعطى امتداد البروز للمانعة الشمسية الجانبية بالعلاقة (1):

$$\text{Depth} = \frac{w}{\tan(\text{HSA})} \quad \ldots(1)$$

حيث:

w: عرض النافذة (للواجهة الشرقية يساوي 2 متر وللواجهة الغربية يساوي 2.5 متر)

تعطى زاوية الظل الافقية HSA (Horizontal Shadow Angle) الموضحة بالشكل (4) وفق العلاقة (2):

$$\text{HSA} = \text{Solar Azimuth} - \text{Window Azimuth}$$

$$\text{HSA} = \gamma_S - \gamma \ldots (2)$$

γ: زاوية سمت السطح.

γ_s: زاوية سمت الشمس وتعطى بالعلاقة (3): (فارس،2016، 36)

$$\gamma_s = \text{sign}(\omega)\left|\cos^{-1}\left(\frac{\cos\theta_z \sin\emptyset - \sin\delta}{\sin\theta_z \cos\emptyset}\right)\right| \ldots (3)$$

حيث:

$\emptyset$ زاوية خط العرض لمدينة دمشق =33.30°

δ زاوية انحراف موضع الشمس عن الظهر الشمسي وتعطى بالعلاقة (4): (فارس،2016، 33)

$$\delta = 23.45 \sin\left(360 \frac{284+n}{365}\right) \ldots (4)$$

حيث n رقم اليوم بالسنة

ω الزاوية الساعية

θ_z زاوية السمت تحسب من العلاقة (5): (فارس،2016، 36):

$$\cos\theta_z = \cos\emptyset \cos\delta \cos\omega + \sin\emptyset \sin\delta \ldots (5)$$

4-2 حساب البروز الأعظمي للمانعة الشمسية الرأسية overhang: (Kishore et al., 2021,2)

يعطى امتداد البروز للمانعة الشمسية الرأسية بالعلاقة (6):

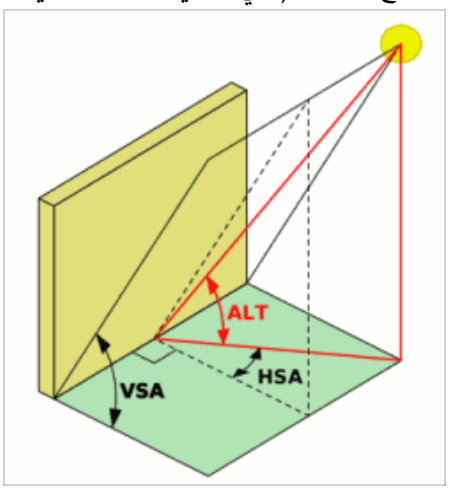
$$\text{Depth} = \frac{h}{\tan(\text{VSA})} \quad \ldots(6)$$

حيث h هو ارتفاع النافذة وفي حالتنا يساوي 1 متر للواجهة الجنوبية

VSA (Vertical Shadow Angle) هي زاوية الظل الرأسية موضحة بالشكل (4) وتعطى بالعلاقة (7):

$$\text{VSA} = \tan^{-1}\left(\frac{\tan\alpha_S}{\cos\text{HSA}}\right) \ldots(7)$$

α_s: زاوية ارتفاع الشمس (وهي الزاوية المتممة لزاوية السمت)



الشكل (4) زاوية الظل الأفقية HSA وزاوية الظل الرأسية VSA

(https://www.newlearn.info/packages/clear/visual/daylight/analysis/hand/shadow_angles.html

5-2 دراسة تأثير البروز الأعظمي للمانعة الشمسية الرأسية والجانبية على الأحمال الحرارية:

وكان هذا عم طريق استخدام برنامج TRNSYS، حيث اعتمدنا زمن المحاكاة:

أشهر الصيف (أيار –حزيران –تموز –آب–أيلول)

أشهر الشتاء (تشرين ثاني–كانون أول –كانون ثاني –شباط–آذار)

وتم استخدام النماذج التالية من أجل إجراء المحاكاة:

Type 109-Tmy2 وهو يقرأ بيانات الطقس لمدينة دمشق.

Type 69b من أجل حساب درجة حرارة السماء.

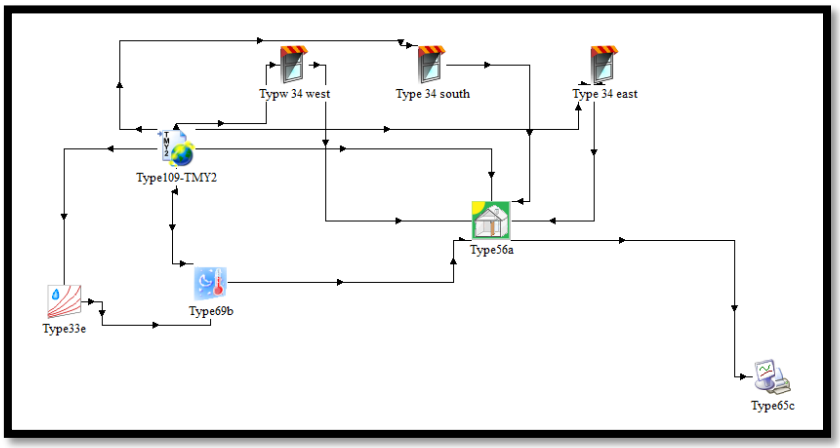
Type 65c الراسمة ويستخدم من أجل رسم النتائج المطلوبة.

Type 33e يستخدم لحساب درجة حرارة الندى.

Type 34 يحاكي أداء المانعات الشمسية الرأسية والجانبية.

لوحة المحاكاة موضحة بالشكل (5)

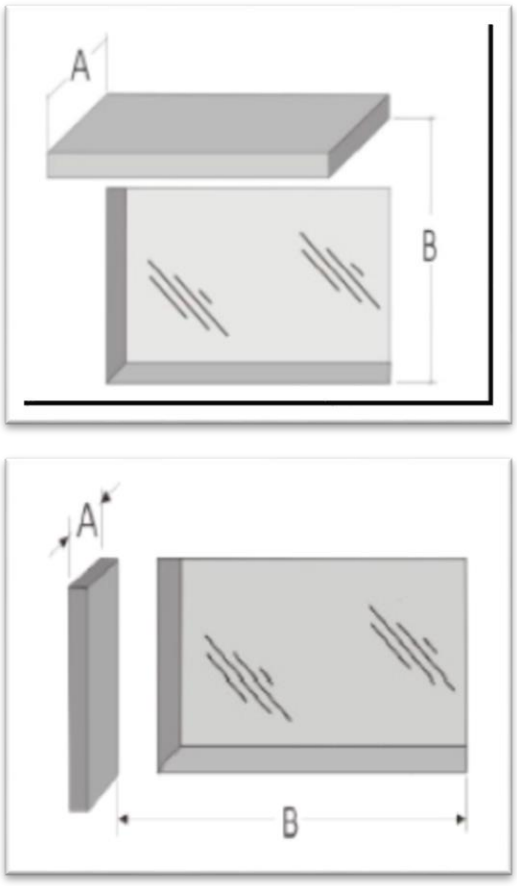
ISSN (online)
http://journal.damascusuniversity.edu.sy/index.php/index/index



الشكل (5) لوحة المحاكاة ببرنامج TRNSYS

6-2 التوصل للتصميم الأمثل للمانعات الشمسية الرأسية والجانبية حسب الظروف المناخية لمدينة دمشق:

من أجل التوصل إلى البروز الأمثل تم دراسة تأثير عدة بروزات للمانعات الشمسية الرأسية والجانبية (ذات قيم اقل من البروز الاعظمي الذي تم التوصل اليه) على أحمال التبريد والتدفئة. ومن أجل تعميم النتيجة وفق الظروف المناخية لمدينة دمشق تم استخدام العدد اللابعدي A/B. يبين الشكل (6) النسبة A/Bبالنسبة للمانعة الشمسية الرأسية والجانبية حيث A تمثل امتداد البروز. ويجب التنويه إلى أنه في دراستنا لايوجد مسافة بين البروز والنافذة لذلك بالنسبة للمانعة الشمسية الرأسية فإن B تمثل ارتفاع النافذة، وأما بالنسبة للمانعة الشمسية الجانبية فهي تمثل عرض النافذة.



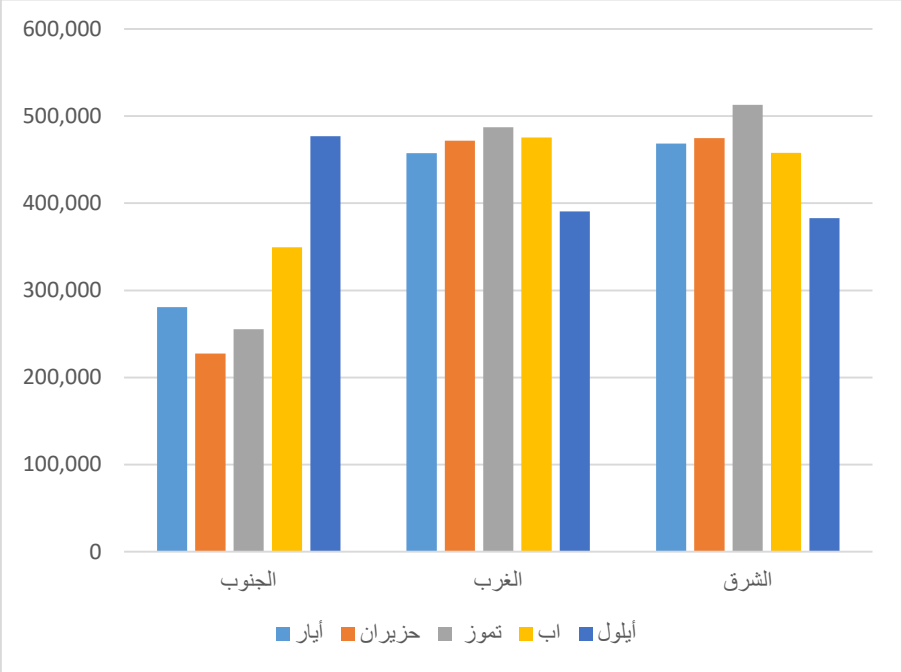
الشكل (6) النسبة A/B بالنسبة للمانعة الشمسية الرأسية والجانبية (Idchabani et al,.2017,381)

3- النتائج والمناقشة:

1- عند تحليل الاشعاع الشمسي الكلي لمدينة دمشق باستخدام المحاكاة ببرنامج TRNSYS للواجهات الأربعة تبين لنا ما يلي:

تتلقى الواجهة الجنوبية أكبر كمية من الإشعاع الشمسي الكلي في شهر أيلول، بينما تتلقى الواجهتان الشرقية والغربية أكبر كمية من الإشعاع الشمسي الكلي في شهر تموز وهذا موضح في الشكل (7)

1



الشكل (7) الاشعاع الشمسي الكلي الشهري

2- عند تحليل أحمال التبريد لأشهر الصيف باستخدام برنامج TRNSYS وTRNbuild من أجل إيجاد اليوم التصميمي الذي يكون فيه حمل التبريد أعظمياً، تبين أن حمل التبريد اليومي يكون أعظمياً في الحيز الذي يمثل الواجهة الجنوبية في اليوم الخامس من شهر أيلول، بينما يكون حمل التبريد أعظمياً في الحيزات التي تمثل الواجهة الشرقية والواجهة الغربية في اليوم الثاني والعشرون من شهر تموز.

3- بالاعتماد على اليوم التصميمي وفق الظروف المناخية لمدينة دمشق للواجهات الشرقية والغربية والجنوبية تم حساب البروز الأعظمي للمانعة الشمسية الرأسية بالنسبة للواجهة الجنوبية، والبروز الأعظمي للمانعة الشمسية الجانبية بالنسبة للواجهتين الشرقية والغربية. وذلك عن طريق حساب زوايا التظليل الرأسية والأفقية للساعات التي تحتاج إلى تظليل لكل واجهة من الواجهات الثلاثة كما في الجداول (2)، (3)،(4):

ISSN (online)
http://journal.damascusuniversity.edu.sy/index.php/index/index

الجدول (2) زوايا الظل الأفقية والرأسية للواجهة الجنوبية

	الساعة	(º)HSA	(º)VSA
الواجهة الجنوبية ليوم 5 من أيلول	10:00 ص	-45.11	54.90
	11:00 ص	-25.08	55.09
	12:00 م	0.00	55.15
	01:00 م	25.08	55.09
	02:00 م	45.11	54.90
	03:00 م	59.84	54.50
	04:00 م	71.06	53.59
	05:00 م	80.32	50.71

الجدول (3) زوايا الظل الأفقية والرأسية للواجهة الغربية

	الساعة	(º)H.S.A	(º)VSA
الواجهة الغربية ليوم 22 تموز	12:00 م	-90	90
	01:00 م	-58.2	73.6
	02:00 م	-35.9	57.9
	03:00 م	-21.3	43.3
	04:00 م	-10.6	29.6
	05:00 م	-1.7	16.7
	06:00 م	-32.7	90.0

الجدول (4) زوايا الظل الأفقية والرأسية للواجهة الشرقية

	الساعة	(º)HSA	(º)VSA
الواجهة الشرقية ليوم 22 تموز	09:00 ص	21.3	43.3
	10:00 ص	35.9	57.9
	11:00 ص	58.2	73.6
	12:00 م	90.0	90.0
	01:00 م	121.8	-73.6
	02:00 م	144.1	-57.9

من أجل حساب البروز الاعظمي للمانعة الشمسية الرأسية للواجهة الجنوبية تم استخدام زاوية الظل الرأسية تساوي 50.71°، وزاوية الظل الأفقية تساوي 80.32° (تم اختيار الزاوية الأصغر أي امتداد البروز الأكبر وذلك من أجل تخفيض أكبر كمية من الإشعاع الشمسي الواردة على الواجهة) فكان امتداد البروز المحسوب هو 0.8 m وكانت النسبة A/B تساوي 0.8 .

ISSN (online)
http://journal.damascusuniversity.edu.sy/index.php/index/index

من أجل حساب البروز الاعظمي للمانعة الشمسية الجانبية للواجهة الغربية تم استخدام زاوية الظل الأفقية تساوي 35.9° (تم اختيار أصغر زاوية تحقق أكبر امتداد مقبول للبروز وذلك من أجل تخفيض أكبر كمية من الإشعاع الشمسي الواردة على الواجهة) فكان امتداد البروز المحسوب هو3.5m وكانت النسبة A/B تساوي 1.4.

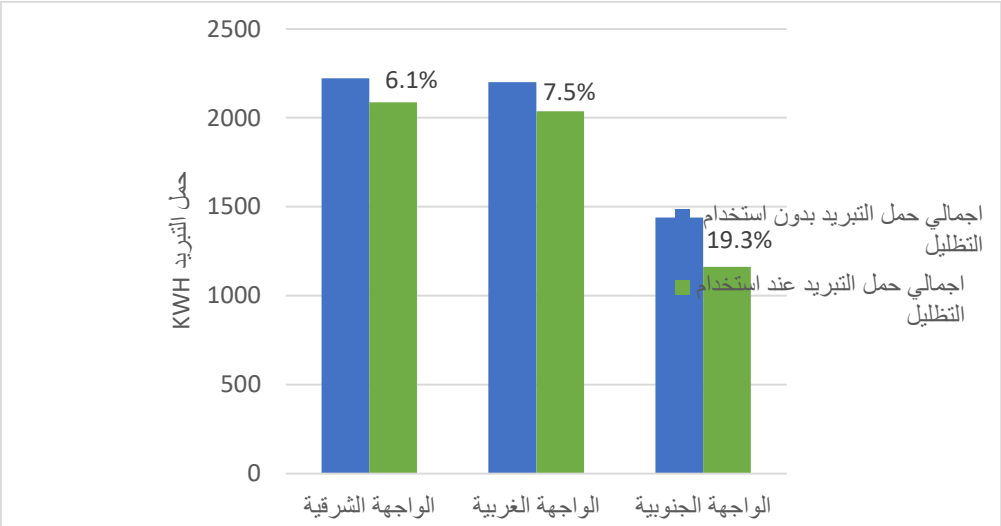
من أجل حساب البروز الاعظمي للمانعة الشمسية الجانبية للواجهة الشرقية تم استخدام زاوية الظل الأفقية تساوي 35.9° (تم اختيار أصغر زاوية لأنه تحقق أكبر امتداد مقبول للبروز ويخفض أكبر كمية من الإشعاع الشمسي الواردة على الواجهة) فكان امتداد البروز المحسوب هو 2.8m وكانت النسبة A/B تساوي1.4.

4- عند إجراء المحاكاة للمبنى المدروس عند استخدام المانعات الشمسية الرأسية والجانبية بامتداد البروز الذي تم التوصل إليه في الدراسة كان النقصان في حمل التبريد للحيز الممثل بالواجهة الجنوبية بمقدار 19.31%، وللحيز الذي يمثل الواجهة الشرقية 6.08%، وللحيز الذي يمثل الواجهة الغربية 7.50%. وذلك بحسب الجدول (5) والشكل (8).

5- بالنسبة لأحمال التدفئة فقد تبين بالمحاكاة أن حمل التدفئة للحيز الذي يمثل الواجهة الجنوبية قد ازداد بنسبة 16.17% عند استخدام المانعة الشمسية الرأسية بامتداد بروز 0.8 m، أما حمل التدفئة للحيز الذي يمثل الواجهة الشرقية فقد ازداد عند استخدام المانعة الشمسية الجانبية بامتداد بروز m 2.8بمقدار 2.41%، بينما ازداد حمل التدفئة للحيز الذي يمثل الواجهة الغربية عند استخدام المانعة الشمسية الجانبية بامتداد بروز 3.5 m بمقدار 3.64% وذلك مبين بالجدول (6) والشكل (9).

الجدول (5) تأثير البروز الاعظمي للمانعة الشمسية الرأسية والجانبية على حمل التبريد

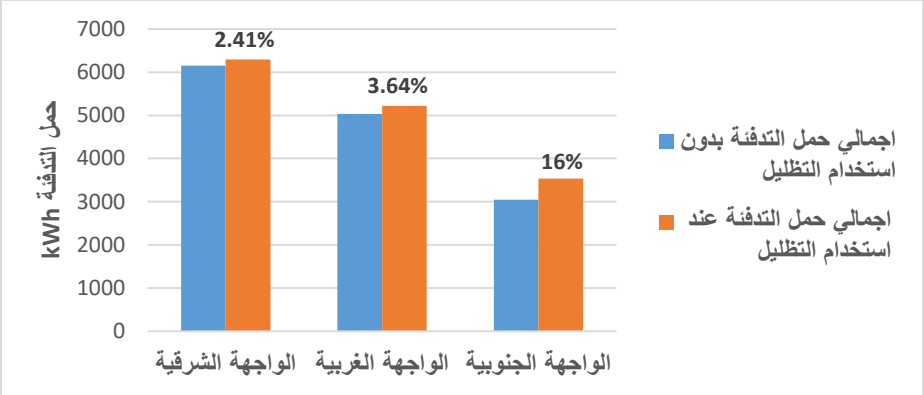
الواجهة	اجمالي حمل التبريد بدون استخدام التظليل (kWh)	اجمالي حمل التبريد عند استخدام التظليل (kWh)	نسبة نقصان حمل التبريد
الواجهة الشرقية	2221.5	2086.8	6.1%
الواجهة الغربية	2201.1	2036.4	7.5%
الواجهة الجنوبية	1439.53	1161.59	19.3%



الشكل (8) تأثير البروز الاعظمي للمانعة الشمسية الرأسية والجانبية على حمل التبريد

الجدول (6) تأثير البروز الاعظمي للمانعة الشمسية الرأسية والجانبية على حمل التدفئة

الواجهة	اجمالي حمل التدفئة بدون استخدام التظليل (kWh)	اجمالي حمل التدفئة عند استخدام التظليل(kWh)	نسبة زيادة حمل التدفئة
الواجهة الشرقية	6152	6300	2.41%
الواجهة الغربية	5037.3	5220.5	3.64%
الواجهة الجنوبية	3042.9	3534.9	16.17%



الشكل (9) تأثير البروز الاعظمي للمانعة الشمسية الرأسية والجانبية على حمل التدفئة

6- انطلاقا من البروز الأعظمي المحسوب، ومن أجل التوصل للبروز الأمثل للمانعات الشمسية، تم دراسة تأثير عدة بروزات للمانعة الشمسية الرأسية على أحمال التبريد والتدفئة بالنسبة للحيز الذي يمثل الواجهة الجنوبية، وأيضا تم دراسة تأثير عدة بروزات للمانعة الشمسية الجانبية على أحمال التبريد والتدفئة بالنسبة للحيزات التي تمثل الواجهة الشرقية والواجهة الغربية. وذلك باستخدام برنامج TRNSYS وكانت النتائج مواضحة بالجداول (7) و(8) و(9).

الجدول (7) تأثير عدة بروزات للمانعة الشمسية الجانبية على أحمال التبريد والتدفئة للواجهة الشرقية

امتداد البروز للمانعة الشمسية الجانبية (m)	2.8	2.5	2	1.5	1.4	1.2	1	0.8	0.6	0.4	0.2
A/B	1.4	1.25	1	0.75	0.7	0.6	0.5	0.4	0.3	0.2	0.1
نسبة انخفاض حمل التبريد	6.1%	5.9%	5.7%	5.2%	5.1%	4.8%	4.4%	4.0%	3.4%	2.7%	1.6%
نسبة زيادة حمل التدفئة	2.4%	2.3%	2.3%	2.1%	2.1%	1.9%	1.8%	1.8%	1.4%	1.1%	0.7%

الجدول (8) تأثير عدة بروزات للمانعة الشمسية الجانبية على أحمال التبريد والتدفئة للواجهة الغربية

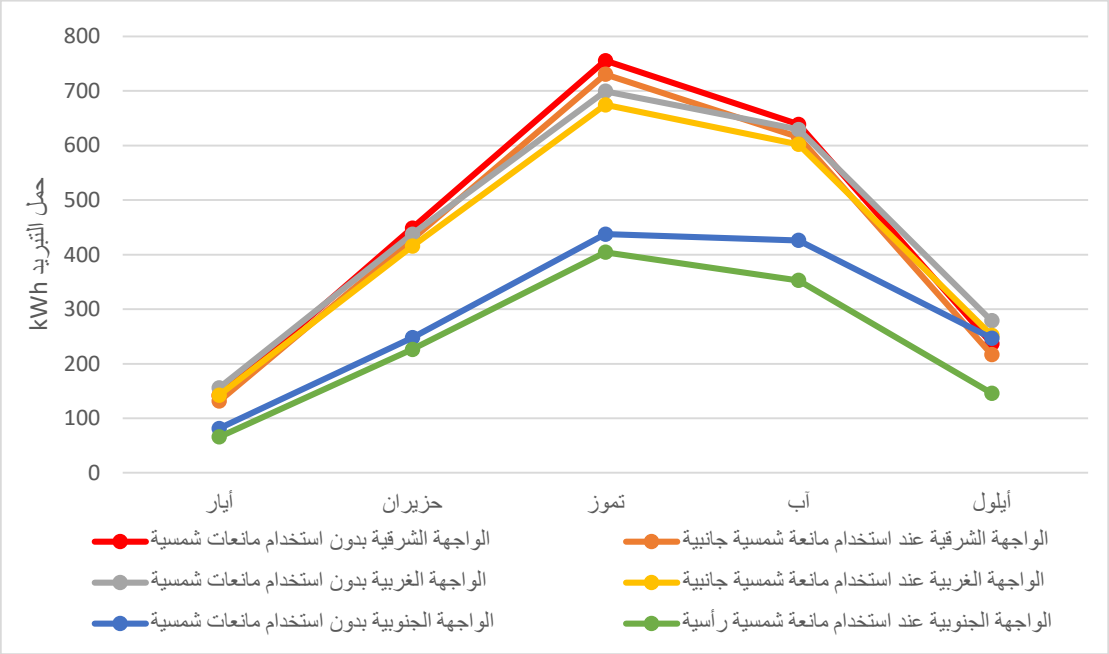
امتداد البروز للمانعة الشمسية الجانبية (m)	3.5	3	2.5	2	1.5	1.3	1	0.8	0.6	0.4	0.2
A/B	1.4	1.2	1	0.8	0.6	0.52	0.4	0.32	0.24	0.16	0.08
نسبة انخفاض حمل التبريد	7.5%	7.3%	7.0%	6.7%	6.2%	5.8%	5.2%	4.6%	4.0%	3.3%	2.2%
نسبة زيادة حمل التدفئة	3.6%	3.5%	3.4%	3.2%	3.0%	2.8%	2.5%	2.5%	2.0%	1.6%	1.1%

ISSN (online)
http://journal.damascusuniversity.edu.sy/index.php/index/index

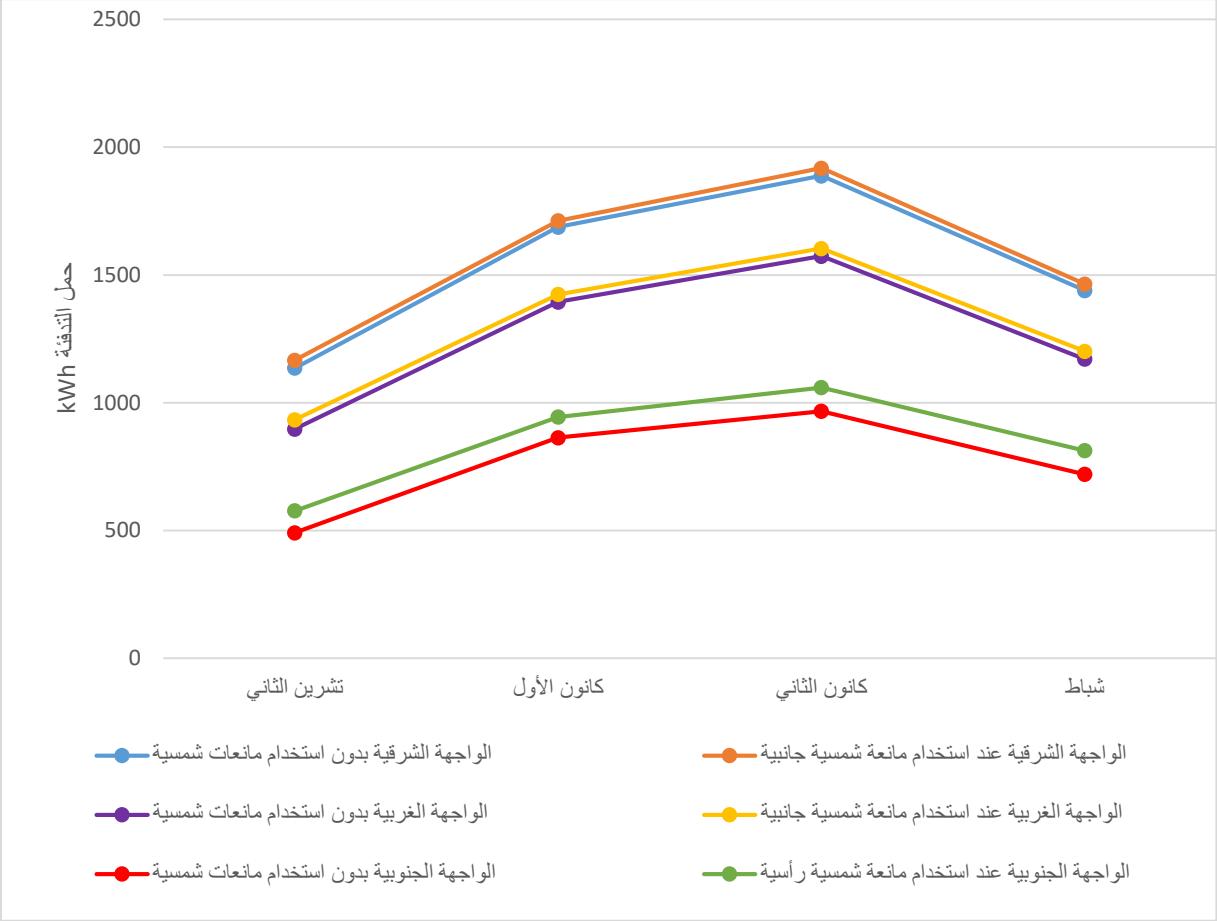
الجدول (9) تأثير عدة بروزات للمانعة الشمسية الرأسية على أحمال التبريد والتدفئة للواجهة الجنوبية

امتداد البروز للمانعة الشمسية الرأسية (m)	0.8	0.7	0.6	0.5	0.4	0.3	0.2
A/B	0.8	0.7	0.6	0.5	0.4	0.3	0.2
نسبة انخفاض حمل التبريد	19.3%	19.0%	18.2%	17.0%	15.4%	13.1%	10.0%
نسبة زيادة حمل التدفئة	16.2%	14.7%	13.2%	11.6%	10.0%	8.3%	6.5%

7- عند دراسة تأثير عدة بروزات للمانعات الشمسية تبين أنه في مدينة دمشق بالنسبة للواجهة الجنوبية يكون البروز الأمثل للمانعة الشمسية الرأسية هو البروز المقابل للنسبة A/B=0.5 ، أما بالنسبة للواجهة الشرقية فيكون البروز الأمثل للمانعة الشمسية الجانبية هو البروز المقابل للنسبة A/B=0.5، وبالنسبة للواجهة الغربية فيكون البروز الأمثل للمانعة الشمسية الجانبية هو البروز المقابل للنسبة A/B=0.4. يبين الشكل (10) تأثير استخدام البروز الأمثل للمانعات الشمسية على حمل التبريد في المبنى المدروس ويبين الشكل (11) تأثير البروز الأمثل للمانعات الشمسية على حمل التدفئة في المبنى المدروس



الشكل (10) تأثير البروز الأمثل للمانعة الشمسية الجانبية والمانعة الشمسية الرأسية على أحمال التبريد



الشكل (11) تأثير البروز الأمثل للمانعة الشمسية الجانبية والمانعة الشمسية الرأسية على أحمال التدفئة

5- الخلاصة:

تعد المانعات الشمسية الرأسية والجانبية أحد أهم عناصر التصميم الذاتي للمباني والتي تستخدم من أجل تخفيض حمل التبريد من خلال حجب كمية من الإشعاع الشمسي الوارد على واجهات المباني، ولكن من المهم الاعتماد على أساس علمي عند تصميم المانعات الشمسية لما لها من تأثير على حمل التبريد والتدفئة.

يعتمد تصميم المانعات الشمسية على العديد من المتغيرات مثل خصائص الاشعاع الشمسي والظروف المناخية للمنطقة واتجاه المبنى المراد تظليله. في هذا البحث قمنا بحساب امتداد البروز الأمثل للمانعة الشمسية الجانبية للواجهتين الشرقية والغربية وامتداد البروز الأمثل للمانعة الشمسية الرأسية للواجهة الجنوبية وذلك وفق الظروف المناخية لمدينة دمشق، حيث تبين أنه عند استخدام المانعة الشمسية الرأسية بامتداد بروز 0.5 m أي عندما كانت النسبة A/B=0.5، انخفض حمل التبريد في الحيز الذي يمثل الواجهة الجنوبية بنسبة 16.99% بينما ازداد حمل التدفئة بنسبة 11.59%.

أما عند تظليل الواجهة الشرقية باستخدام المانعة الشمسية الجانبية بامتداد بروز يساوي 1m أي عند النسبة A/B=0.5، انخفض حمل التبريد في الحيز الذي يمثل الواجهة الشرقية بنسبة 4.4% بينما ازداد حمل التدفئة بنسبة 1.8%.

ISSN (online)
http://journal.damascusuniversity.edu.sy/index.php/index/index

وأيضا عند تظليل الواجهة الغربية باستخدام المانعة الشمسية الجانبية بامتداد بروز يساوي 1m أي عند النسبة A/B=0.4، انخفض حمل التبريد في الحيز الذي يمثل الواجهة الغربية بنسبة 5.5% بينما ازداد حمل التدفئة بنسبة 2.5%.

6- التوصيات:

1- يوصى بأن لا تزيد قيمة بروز المانعة الشمسية عن النسبةA/B الأعظمية التي تم التوصل اليها في هذا البحث.

2- يوصى بأن يتم دراسة تأثير وسائل تظليل أخرى على أحمال التبريد والتدفئة وفق الشروط المناخية لمدينة دمشق.

3- يوصى بأن يتم الالتزام بالنسب A/B الأمثل التي تم التوصل اليها في هذه الدراسة عند إنشاء المباني.

التمويل: هذا البحث ممول من جامعة دمشق وفق رقم التمويل (501100020595).

References:

1. فارس، أمينة. (2016). أنظمة التسخين الشمسي 1. منشورات جامعة دمشق.

2. كود العزل الحراري للأبنية في الجمهورية العربية السورية.

3. Lebied, El Bouardi, Sick. (2018). Improving the passive building energy efficiency through numerical Simulation – A case study for Tetouan climate in northern of Morocco. Case Studies in Thermal Engineering, 11, 125–134.

4. Davis T, Jerry, Asok kumar, Dr. N. (2013). PERFORMANCE EVALUATION OF BUILDING HAVING DIFFERENT TYPES OF SOLAR SHADES. International Journal of Innovative Research in Science, Engineering and Technology, 2, December 2013, 485-493.

5. Nikolaou, T, Stavrakakis,G, Skias,I, Kolokotsa,D.(2007, September -7). Contribution of shading in improving the energy performance of buildings. 2nd PALENC Conference and 28th AIVC Conference on Building Low Energy Cooling and Advanced Ventilation Technologies in the 21st Century. Crete Island, Greece.

6. Kim, Minseok, Leigh, Seung-Bok, Kim, Taeyeon and Cho Sooyoun. (2015). A Study on External Shading Devices for Reducing Cooling Loads and Improving Day lighting in Office Buildings. Journal of Asian Architecture and Building Engineering, 687-694.

7. Abdulrahman Ghabra, Noura. (2017), Energy Efficient Strategies for the Building Envelope of Residential Tall Buildings in Saudi Arabia. Doctorate. Department of Architecture and Built Environment. University of Nottingham.283.

8. Omar Elshiwihy, Shorouk and Nasarullah Chaudhry, Hassam. (2019). Parametric Study on Determining Optimum Shading Techniques for Urban High-Rise Dwellings. Urban Sci.3, 85.

9. Kishore, Pranav, Sathwik, Bysani, Bajpai, Vatsala, Didwania, Srijan, Shetty, Stuthi, Kini ,Pradeep. (July 29-30, 2021). Design Guidelines to achieve Optimum Shading Strategies for different window orientations across various geographical locations in India, International Conference on Innovations in Energy Engineering & Cleaner Production IEECP21, Silicon Valley, San Francisco, CA – USA.

10. Idchabani, Rachida, El Ganaoui, Mohamed, Sick, Friedrich. (2017). Analysis of exterior shading by overhangs and fins in hot climate. Energy Procedia, 139,379-384.