DOI: 10.38027/ICCAUA2022AR0504

The Photovoltaic Facade and its Impact on the Energy Economy of Buildings Located in Semi-arid Areas

*Dr.**Youcef Kamal** [1], Dr. **Merad Yacine** [2] and Dr. **Qaoud Rami** [3]
University of Biskra, Faculty of science and technologie, Department of architecture, Laboratory LACOMOFA, Biskra, Algeria1
University of Biskra, Faculty of science and technologie, Department of architecture, Laboratory LACOMOFA, Biskra, Algeria2
University of Biskra, Faculty of science and technologie, Department of architecture, Laboratory LACOMOFA, Biskra, Algeria3
*E-mail[1]: kamal.youcef@univ-biskra.dz, E-mail [2]: yacine.merad@ univ-biskra.dz, E-mail [3]: rami.qaoud@univ-biskra.*dz

Abstract
This article presents the application of a complete methodology to predict the photovoltaic potential using solar panels on the facades of residential buildings in Biskra (Algeria). A theoretical study conducted on a representative urban residential area in Biskra is discussed as an example of the applicability of the methodology.It is based on the determination of the PV installations for the typical facade of the buildings, taking into account the architectural and technical aspects, the solar radiation on each facade is calculated by simulating the path of the sun throughout the year.The proposed solutions are then evaluated using a dynamic energy simulation to determine the most efficient ones, resulting in the potential to exploit PV and solar energy generation. One interesting finding is the gap between the architectural availability and the overall solar suitability of the facade surfaces, and this difference is based on the following main factors: on the one hand, the high density of the built environment composed of high-rise street canyons. Aspect ratio, on the other hand, the changing direction of buildings, and finally classified buildings, with complex geometry.The aim of this work is to discuss the potential of facades and other vertical elements for the photovoltaic potential of solar panels on buildings located in semi-arid regions.
Keywords: energy production; solar radiation on facades; photovoltaic façade; semi-arid areas.

الواجهة الكهروضوئية وتأثيرها على اقتصاد الطاقة للمباني الواقعة في المناطق شبه الجافة

الملخص
يقدم هذا المقال تطبيق منهجية كاملة للتنبؤ بالإمكانات الكهروضوئية باستعمال لالواح الشمسية في أسطح واجهات المباني السكنية في بسكرة (الجزائر). تمت مناقشة دراسة نظرية أجريت على منطقة سكنية حضرية تمثيلية في بسكرة كمثال على قابلية تطبيق المنهجية. يعتمد ذلك على تحديد التركيبات الكهروضوئية للواجهة النموذجية للمباني ، مع مراعاة الجوانب المعمارية والتقنية ، يتم حساب الإشعاع الشمسي على كل واجهة عن طريق محاكاة مسار الشمس على مدار العام. يتم بعد ذلك تقييم الحلول المقترحة باستخدام محاكاة ديناميكية للطاقة لتحديد أكثرها كفاءة ، مما أدى إلى إمكانية استغلال الطاقة الكهروضوئية وتوليد الطاقة الشمسية. تتمثل إحدى النتائج المثيرة للاهتمام في الفجوة بين التوافر المعماري والملاءمة الشمسية الإجمالية لأسطح الواجهات ، ويستند هذا الاختلاف إلى العوامل الرئيسية التالية: من ناحية ، الكثافة العالية للبيئة المبنية المكونة من أخاديد شوارع ذات ارتفاع عالٍ. نسبة الارتفاع إلى العرض ، من ناحية أخرى ، الاتجاه المتغير للمباني ، وأخيراً المباني المصنفة ، مع الهندسة المعقدة. الهدف من هذا العمل هو مناقشة إمكانات الواجهات والعناصر الرأسية الأخرى للإمكانات الكهروضوئية للالواح الشمسية على المباني الواقعة في المناطق شبه الجافة.
الكلمات الدالة: إنتاج الطاقة ؛ الإشعاع الشمسي على الواجهات ؛ الواجهات الكهروضوئية ؛ المناطق شبه الجافة

١. المقدمة

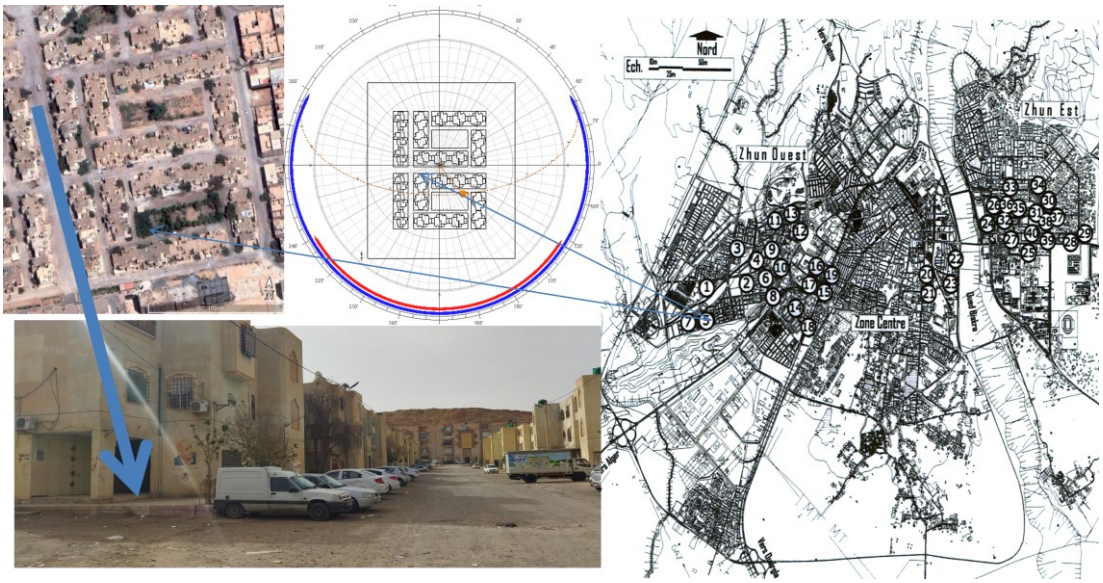
الموارد العالمية من النفط والغاز والفحم واليورانيوم إلخ. تختفي بسرعة. خلال ما لا يزيد عن 50 عامًا ، لن نتحدث عن هذه الطاقات لأن احتياطياتها ستنفد تمامًا وفقًا لتحليلات علمية متخصصة. ليس فقط مشكلة استنفاد هذه الموارد التي تقلق ، ولكن أيضًا من مخاطر الآثار الضارة لغاز ثاني أكسيد الكربون المنبعث في الغلاف الجوي الذي يلوث كوكب الأرض ويهدده بشكل خطير. بدأ سباق مع الزمن بهدف استبدال هذه الطاقات غير المتجددة ومواجهة التحدي المتمثل في هذا الإنذار من الآن فصاعدًا ، أصبح تفاقم البحث العلمي في مجال تطوير الطاقات المتجددة أولوية عالمية كبرى. هذه المصادر متنوعة تمامًا: الطاقة الشمسية وطاقة الرياح والطاقة الحرارية الجوية والطاقة الحرارية المائية والطاقة الحرارية الأرضية والطاقة البحرية والهيدروليكية وتلك من الكتلة الحيوية وغاز الصرف الصحي وغاز مكبات النفايات والغاز الحيوي. تم قطع أشواط عملاقة في مجال الطاقة الشمسية النشطة والسلبية. تعد الطاقة الشمسية الكهروضوئية النشطة (Karakilcik, et al., 2013)واحدة من أكثر الأنظمة تقدمًا في هذه التكنولوجيا ، إن لم تكن الأكثر أهمية. ومع ذلك ، لا يزال يتعين مناقشة فعاليتها ، لا سيما في مجال البناء يعتمد العائد من تحويل الطاقة الكهربائية من أنظمة الألواح الكهروضوئية المدمجة في المباني (L. El Chaar; L.A. lamont; N. El Zein, 2011) سواء على السطح أو على الواجهات على عدة عوامل مثل المجال الشمسي أو توافر الإشعاع الشمسي فيما يتعلق بالمنطقة المناخية ، الطبوغرافيا والتظليل المتبادل للمباني المجاورة. كما يعتمد أيضًا على الخصائص المتعلقة بالمواد المكونة للألواح الكهروضوئية وأبعادها وهندستها وخاصة ميلها واتجاهها فيما يتعلق بالنقاط الأساسية (Balo, Figen; Şağbanşua, Lütfü, 2016).

. فيما يتعلق بتراكم الطاقة ، فإن الإشعاع الشمسي المباشر على الألواح الكهروضوئية يتجاوز بكثير الإشعاع المنتشر في السماء. هذا هو السبب في أنه من الضروري دراسة كل هذه العوامل والخصائص من أجل تحقيق أقصى قدر من التحسين لتطبيقها في ظل ظروف محددة.

في هذه الورقة البحثية ، نحاول أن نظهر إلى أي حدود يمكن أن يكون النظام الكهروضوئي فعالاً في إنتاج الكهرباء من خلال تطبيق ما بعد المهني لنوع تم اختياره جيدًا من الألواح الكهروضوئية على واجهات وأسطح المباني. مثال حقيقي على البنايات. يتضمن الاختبار تحليلًا تقييميًا لما بعد المهنة يقارن الطاقة الناتجة عن الإشعاع المباشر للشمس على الأسطح وأسطح الواجهة مع تلك الناتجة عن التحويل إلى كهرباء من الألواح الكهروضوئية المستخدمة تقريبًا باستخدام البرامج المناسبة (Trisnawan, D. , 2018) في ظل الظروف المثلى المفترض بمقارنة الكل بالمتوسط الحقيقي لاستهلاك الكهرباء للمنازل.

٢. عرض دراسة الحالة

تمثل دراسة الحالة من مجموعة من المساكن شبه الجماعية 350/104 تتكون من طابق الى طابقين R + 2 و R + 1 تقع في واحدة من أهم رواسب الطاقة الشمسية في العالم. و هي الصحراء الكبرى للجزائر ، وبالتحديد منطقة بسكرة ذات المناخ شبه الجاف: مدينة في جنوب شرق الجزائر. إنها مجموعة من المباني تتكون من التخطيط المتكرر لمتغيرين كتلتين كما هو موضح في الشكل 1



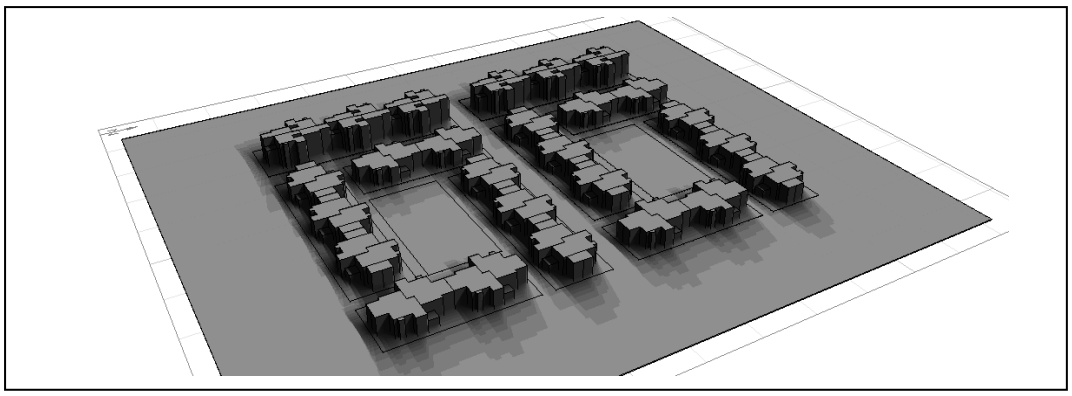
الشكل 1 عرض تقديمي لدراسة الحالة.

يعتبر استخدام الطاقة الشمسية وتكنولوجيا استخلاصها باستخدام نظام الألواح الكهروضوئية في صميم بحثنا. فيما يلي سوف ندرس استخراج الطاقة باستخدام الخلايا الشمسية. بدأ تصنيع هذه الخلايا في الخمسينيات من القرن الماضي ، وكانت أول خلية شمسية مصنوعة من السيليكون (Tareq S. et al, 2021)، ومنذ ذلك الحين وحتى الآن ، تم إجراء العديد من التعديلات على تصنيع هذه الخلايا ، وكذلك في توسيع قاعدة مواد مناسبة لهذه الخلايا. لا تزال الأبحاث جارية في هذا المجال لتقليل تكلفة هذه الخلايا وزيادة أدائها. حاليًا ، نبحث عن نماذج أخرى غير خلايا السيليكون ، مثل: سيلينيوم الكادميوم ، كبريتيد النحاس ، كبريتيد الكادميوم ، إلخ. يستمر البحث في تحسين فعاليتها باستمرار.

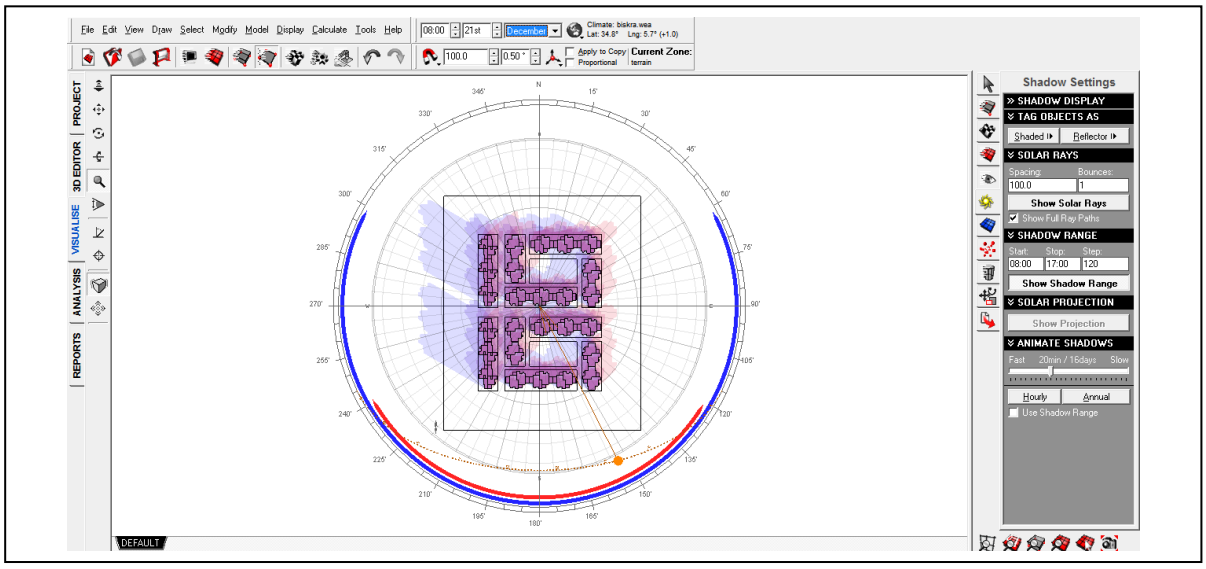
يوجد نموذجان رئيسيان للألواح الشمسية: الألواح الشمسية أحادية البلورية و متعددة الكريستالات (Eke, Rustu; Demircan, Huseyin, 2013)وهي أكثر أجهزة استقبال الطاقة الشمسية شيوعًا. هذان النوعان من الألواح الشمسية لهما نفس الغرض والوظيفة. ومع ذلك ، فإن الاختلاف بين الاثنين يكمن في تكوين مادة السيليكون. الأبعاد النموذجية هي 165.1 × 99.06 سم ، أي ما يعادل 536.5 سم² لكل لوح ، لكن الألواح أحادية البلورية توفر المزيد من الكهرباء. يمكن أن تنتج الألواح متعددة الكريستالات 300 واط ، بينما تنتج الألواح أحادية البلورية من نفس الحجم 350 واط .(Waqar Akram et al. , 2019)

٣. المنهجية

يتضمن هذا البحث تحليلًا تقييميًا بمقارنة متوسط استهلاك الكهرباء المباشر للمنازل مع متوسط التحويل إلى كهرباء للألواح الكهروضوئية المستخدمة فعليًا باستخدام برامج مناسبة في ظل الظروف المثلى المفترضة. كل هذا في مواجهة مساهمة الطاقة الشمسية الطبيعية التي تستفيد منها الاغلفة الخارجية وسطح المباني للقيام بذلك ، اشتملت المرحلة الأولى من العمل في الموقع على جمع البيانات المقابلة لمتوسط الاستهلاك السنوي الفعلي لـ 104 مسكنًا معنيًا بالدراسة باستخدام مراجعة الفواتير المسجلة فعليًا خلال عام 2021. في المرحلة الثانية ، تم تمكين الكشف عن مساحات غلاف المباني الأكثر تعرضًا للإشعاع المباشر من الشمس باستخدام برنامج محاكاة .ECOTECT يتكون هذا العمل من إدخال النموذج الرقمي ثلاثي الأبعاد لجميع المساكن التي تمت دراستها. انظر الشكل 2 و 3. للسماح لهذه المحاكاة بالواقع ، تم إنجاز عمل لربط الإحداثيات الدولية والبيانات المناخية (Sommerfeldt, Nelson; Madani, Hatef, 2019) . المتعلقة ببدايات الفصول: 21 سبتمبر ، 21 ديسمبر ، 21 مارس و 21 يونيو 2021 . في الخطوة الثالثة ، بناءً على النتائج التي تم الحصول عليها من خلال هذه المحاكاة ، تم السماح بإجراء تحليل تقييمي ومقارن بين ما تحوله اللوحة الكهروضوئية المعتمدة إلى طاقة كهربائية وتلك المستهلكة بالفعل.



الشكل 2. نموذج رقمي ثلاثي الأبعاد يحاكي دراسة الحالة.



الشكل 3. محاكاة للإشعاع الشمسي الساقط بواسطة برنامج ECOTECT.

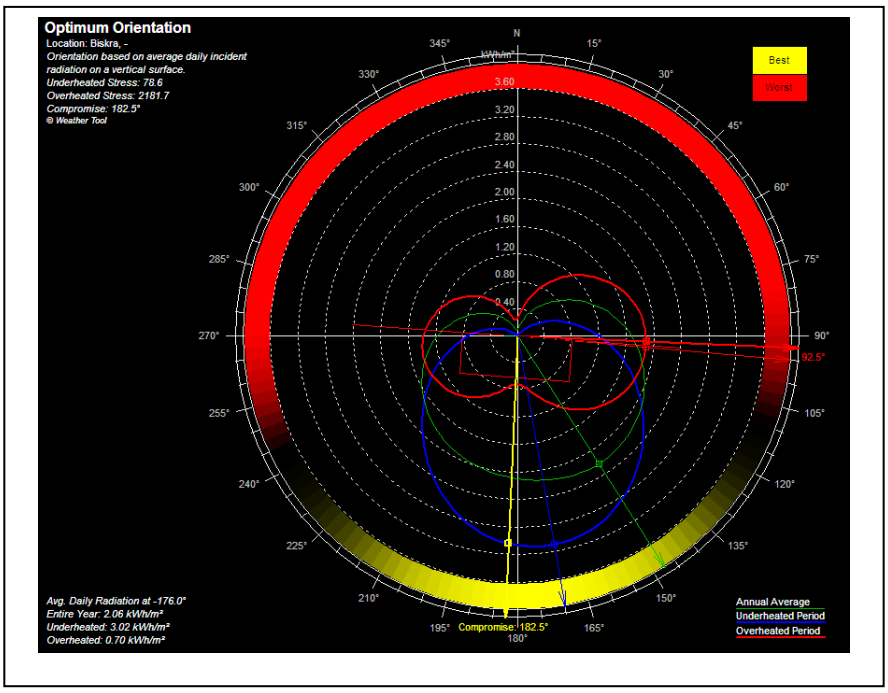
٤. النتائج مع تحليلها

لقد قمنا بجمع البيانات ميدانيا لمتوسط 04 فواتير للاستهلاك الكهربائي السنوية على اربع فترات لدراسة الحالة الخاصة بنا المتعلقة بعام 2021 كماهو موضح بالجدول 1.

الجدول 1: متوسط استهلاك الطاقة الكهربائية سنويًا على اربع فترات للمجموعة السكنية المكونة من 350/104 من المساكن شبه الجماعية

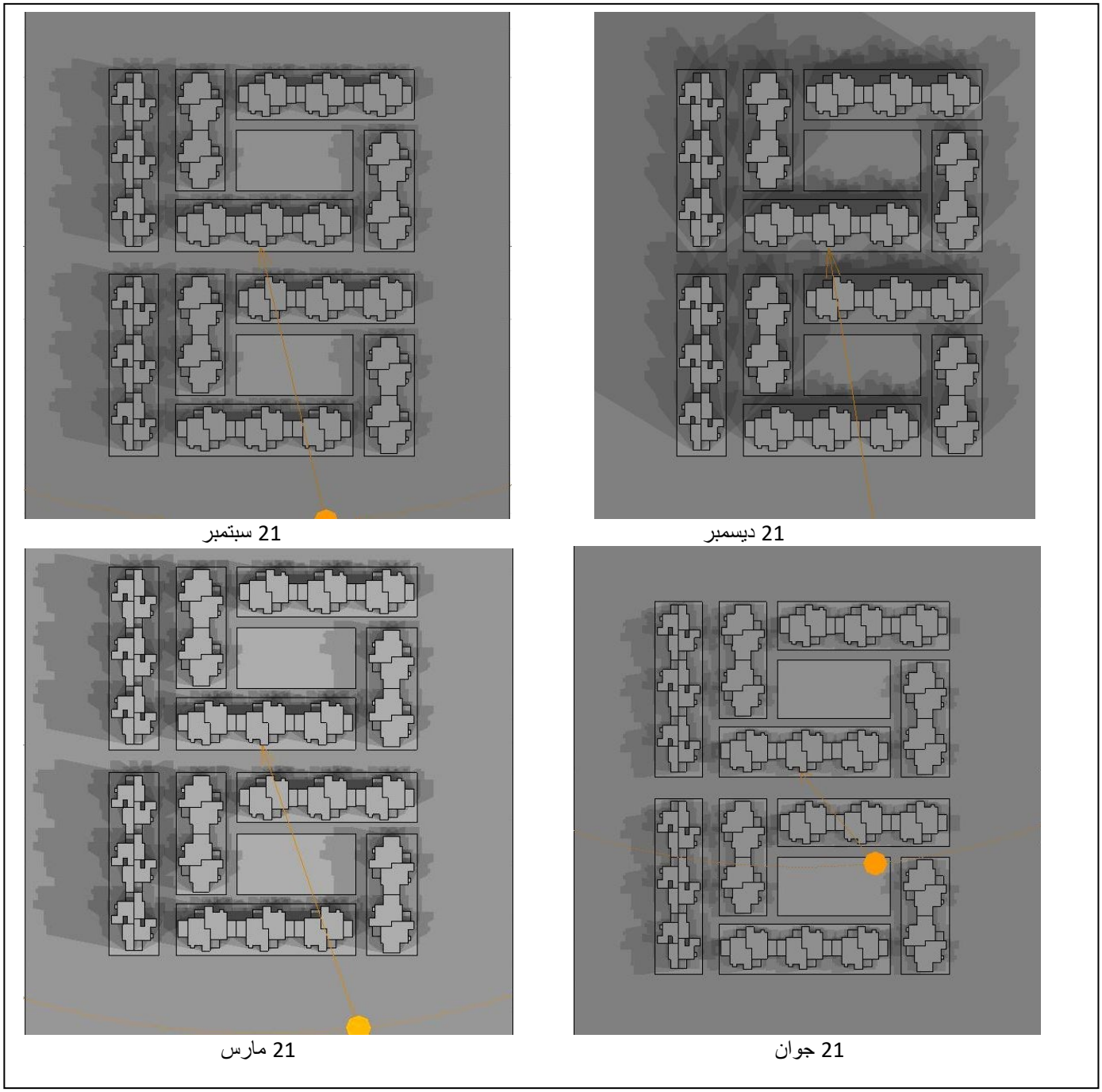
الفترة التي نم فيها استهلاك الطاقة الكهربائية	الكمية المستهلكة Kwh ب
الربع الأول من 01 يناير 2021 إلى 31 مارس 2021	823
الربع الثاني من 1 أبريل 2021 إلى 30 يونيو 2021	770
الربع الثالث من 1 يوليو 2021 إلى 30 سبتمبر 2021	2314
الربع الرابع من 1 أكتوبر إلى 31 ديسمبر 2021	946
المجموع السنوي لعام 2021	504712

سمح لنا استخدام برنامج ECOTECT. (Amani, N. , 2018) باكتشاف أفضل اتجاه لغلاف المباني الواقعة في المنطقة المعنية بالدراسة لاستقبال الأشعة الشمسية المباشرة ، وهي الزاوية المفتوحة من الجنوب إلى الجنوب الغربي كما هو موضح باللون الأصفر في الشكل. أدناه (الشكل 4).

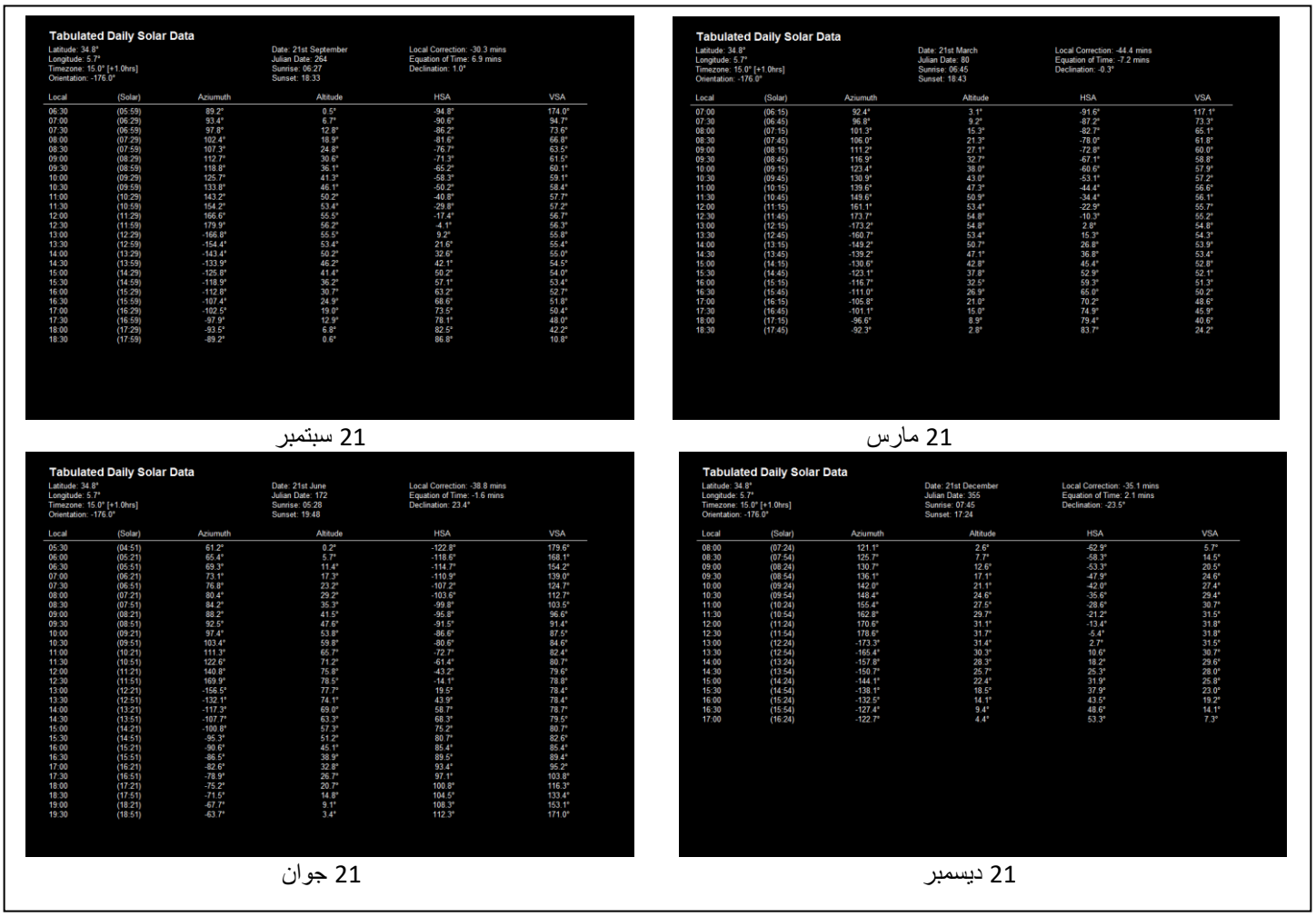


الشكل 4. الاتجاه الأمثل لغلاف المباني المعنية بالدراسة لتحقيق أقصى مساهمة للطاقة الشمسية.

وبعدها قمنابعمل نمذجة ثلاثية الأبعاد لدراسة الحالة باستخدام Archicad ثم تصديره كنموذج رقمي إلى ECOTECT من أجل إكمال المحاكاة مع مراعاة البيانات المناخية والموقع فيما يتعلق بالإحداثيات الدولية. لقد اخترنا اليوم الأول من كل فصل من عام 2021. تم قياس التأثير المحلل للإشعاع الشمسي من الساعة 8 صباحًا حتى الساعة 5 مساءً. كل ساعتين بين القياس والساعة التي تليها. تم تمثيل التأثير من خلال الظل الخاص ، الظل المسقط على الأرض (أفقيًا تقريبًا لهذا الجزء من المدينة) والظل الذي تم عرضه بشكل متبادل بين الواجهات (Karakilcik, Mehmet et al., 2013). يشير التمثيل إلى تراكب 05 رسومات تحاكي هذه الظلال. انظر الشكل 5.والشكل 6.



الشكل 5. محاكاة لتأثير الإشعاع الشمسي عن طريق التمثيل البياني للظل



Tabulated Daily Solar Data

Latitude: 34.8° | Longitude: 5.7° | Timezone: 15.0° [+1.0hrs] | Orientation: -176.0°
Date: 21st March | Julian Date: 80 | Sunrise: 06:45 | Sunset: 18:43
Local Correction: -44.4 mins | Equation of Time: -7.2 mins | Declination: -0.3°

Local	(Solar)	Aziumuth	Altitude	HSA	VSA
07:00	(06:15)	92.4°	3.1°	-91.6°	117.1°
07:30	(06:45)	96.8°	9.2°	-87.2°	73.3°
08:00	(07:15)	101.3°	15.3°	-82.7°	65.1°
08:30	(07:45)	106.0°	21.3°	-78.0°	61.8°
09:00	(08:15)	111.2°	27.1°	-72.8°	60.0°
09:30	(08:45)	116.9°	32.7°	-67.1°	58.8°
10:00	(09:15)	123.4°	38.0°	-60.6°	57.9°
10:30	(09:45)	130.9°	43.0°	-53.1°	57.2°
11:00	(10:15)	139.6°	47.3°	-44.4°	56.6°
11:30	(10:45)	149.6°	50.9°	-34.4°	56.1°
12:00	(11:15)	161.1°	53.4°	-22.9°	55.7°
12:30	(11:45)	173.7°	54.8°	-10.3°	55.2°
13:00	(12:15)	-173.2°	54.8°	2.8°	54.8°
13:30	(12:45)	-160.7°	53.4°	15.3°	54.3°
14:00	(13:15)	-149.2°	50.7°	26.8°	53.9°
14:30	(13:45)	-139.2°	47.1°	36.8°	53.4°
15:00	(14:15)	-130.6°	42.8°	45.4°	52.8°
15:30	(14:45)	-123.1°	37.8°	52.9°	52.1°
16:00	(15:15)	-116.7°	32.5°	59.3°	51.3°
16:30	(15:45)	-111.0°	26.9°	65.0°	50.2°
17:00	(16:15)	-105.8°	21.0°	70.2°	48.6°
17:30	(16:45)	-101.1°	15.0°	74.9°	46.9°
18:00	(17:15)	-96.6°	8.9°	79.4°	40.6°
18:30	(17:45)	-92.3°	2.8°	83.7°	24.2°

21 مارس

Tabulated Daily Solar Data

Latitude: 34.8° | Longitude: 5.7° | Timezone: 15.0° [+1.0hrs] | Orientation: -176.0°
Date: 21st September | Julian Date: 264 | Sunrise: 06:27 | Sunset: 18:33
Local Correction: -30.3 mins | Equation of Time: 6.9 mins | Declination: 1.0°

Local	(Solar)	Aziumuth	Altitude	HSA	VSA
06:30	(05:59)	89.2°	0.5°	-94.8°	174.0°
07:00	(06:29)	93.4°	6.7°	-90.6°	94.7°
07:30	(06:59)	97.8°	12.8°	-86.2°	73.6°
08:00	(07:29)	102.4°	18.9°	-81.6°	66.8°
08:30	(07:59)	107.3°	24.8°	-76.7°	63.5°
09:00	(08:29)	112.7°	30.6°	-71.3°	61.5°
09:30	(08:59)	118.8°	36.1°	-65.2°	60.1°
10:00	(09:29)	125.7°	41.3°	-58.3°	59.1°
10:30	(09:59)	133.8°	46.1°	-50.2°	58.4°
11:00	(10:29)	143.2°	50.2°	-40.8°	57.7°
11:30	(10:59)	154.2°	53.4°	-29.8°	57.2°
12:00	(11:29)	166.6°	55.5°	-17.4°	56.7°
12:30	(11:59)	179.9°	56.2°	-4.1°	56.3°
13:00	(12:29)	-166.8°	55.5°	9.2°	55.8°
13:30	(12:59)	-154.4°	53.4°	21.6°	55.4°
14:00	(13:29)	-143.4°	50.2°	32.6°	55.0°
14:30	(13:59)	-133.9°	46.2°	42.1°	54.5°
15:00	(14:29)	-125.8°	41.4°	50.2°	54.0°
15:30	(14:59)	-118.9°	36.2°	57.1°	53.4°
16:00	(15:29)	-112.8°	30.7°	63.2°	52.7°
16:30	(15:59)	-107.4°	24.9°	68.6°	51.8°
17:00	(16:29)	-102.5°	19.0°	73.5°	50.4°
17:30	(16:59)	-97.9°	12.9°	78.1°	48.0°
18:00	(17:29)	-93.5°	6.8°	82.5°	42.2°
18:30	(17:59)	-89.2°	0.6°	86.8°	10.8°

21 سبتمبر

Tabulated Daily Solar Data

Latitude: 34.8° | Longitude: 5.7° | Timezone: 15.0° [+1.0hrs] | Orientation: -176.0°
Date: 21st December | Julian Date: 355 | Sunrise: 07:45 | Sunset: 17:24
Local Correction: -35.1 mins | Equation of Time: 2.1 mins | Declination: -23.5°

Local	(Solar)	Aziumuth	Altitude	HSA	VSA
08:00	(07:24)	121.1°	2.6°	-52.9°	5.7°
08:30	(07:54)	125.7°	7.7°	-58.3°	14.5°
09:00	(08:24)	130.7°	12.6°	-53.3°	20.5°
09:30	(08:54)	136.1°	17.1°	-47.9°	24.6°
10:00	(09:24)	142.8°	21.1°	-42.0°	27.4°
10:30	(09:54)	148.4°	24.6°	-35.6°	29.4°
11:00	(10:24)	155.4°	27.5°	-28.6°	30.7°
11:30	(10:54)	162.8°	29.7°	-21.2°	31.5°
12:00	(11:24)	170.6°	31.1°	-13.4°	31.8°
12:30	(11:54)	178.6°	31.7°	-5.4°	31.8°
13:00	(12:24)	-173.3°	31.4°	2.7°	31.5°
13:30	(12:54)	-165.4°	30.3°	10.6°	30.7°
14:00	(13:24)	-157.8°	28.3°	18.2°	29.6°
14:30	(13:54)	-150.7°	25.7°	25.3°	28.0°
15:00	(14:24)	-144.1°	22.4°	31.9°	25.8°
15:30	(14:54)	-138.1°	18.5°	37.9°	23.0°
16:00	(15:24)	-132.5°	14.1°	43.5°	19.2°
16:30	(15:54)	-127.4°	9.4°	48.6°	14.1°
17:00	(16:24)	-122.7°	4.4°	53.3°	7.3°

21 ديسمبر

Tabulated Daily Solar Data

Latitude: 34.8° | Longitude: 5.7° | Timezone: 15.0° [+1.0hrs] | Orientation: -176.0°
Date: 21st June | Julian Date: 172 | Sunrise: 05:28 | Sunset: 19:48
Local Correction: -38.8 mins | Equation of Time: -1.6 mins | Declination: 23.4°

Local	(Solar)	Aziumuth	Altitude	HSA	VSA
05:30	(04:51)	61.2°	0.2°	-122.8°	179.6°
06:00	(05:21)	65.4°	5.7°	-118.6°	168.1°
06:30	(05:51)	69.3°	11.4°	-114.7°	154.2°
07:00	(06:21)	73.1°	17.3°	-110.9°	139.0°
07:30	(06:51)	76.8°	23.2°	-107.2°	124.7°
08:00	(07:21)	80.4°	29.2°	-103.6°	112.7°
08:30	(07:51)	84.2°	35.3°	-99.8°	103.5°
09:00	(08:21)	88.2°	41.5°	-95.8°	96.6°
09:30	(08:51)	92.5°	47.6°	-91.5°	91.4°
10:00	(09:21)	97.4°	53.8°	-86.6°	87.5°
10:30	(09:51)	103.4°	59.8°	-80.6°	84.6°
11:00	(10:21)	111.3°	65.7°	-72.7°	82.4°
11:30	(10:51)	122.6°	71.2°	-61.4°	80.7°
12:00	(11:21)	140.8°	75.8°	-43.2°	79.6°
12:30	(11:51)	169.9°	78.5°	-14.1°	78.8°
13:00	(12:21)	-156.5°	77.7°	19.5°	78.4°
13:30	(12:51)	-132.1°	74.1°	43.9°	78.4°
14:00	(13:21)	-117.3°	69.0°	58.7°	78.7°
14:30	(13:51)	-107.7°	63.3°	68.3°	79.5°
15:00	(14:21)	-100.8°	57.3°	75.2°	80.7°
15:30	(14:51)	-95.3°	51.2°	80.7°	82.6°
16:00	(15:21)	-90.6°	45.1°	85.4°	85.4°
16:30	(15:51)	-86.5°	38.9°	89.5°	89.4°
17:00	(16:21)	-82.6°	32.8°	93.4°	95.2°
17:30	(16:51)	-78.9°	26.7°	97.1°	103.8°
18:00	(17:21)	-75.2°	20.7°	100.8°	116.3°
18:30	(17:51)	-71.5°	14.8°	104.5°	133.4°
19:00	(18:21)	-67.7°	9.1°	108.3°	153.1°
19:30	(18:51)	-63.7°	3.4°	112.3°	171.0°

21 جوان

الشكل 6. تمثيل البيانات الشمسية اليومية من شروق الشمس إلى غروبها مقارنة بدراسة الحالة لبدايات الفصول الأربعة من السنة

يوضح الشكل أعلاه ، في المقام الأول ، مع الأدلة ، حدوث سقوط دائم على السطح الأفقي للمباني. هذا ليس هو الحال بالنسبة لمختلف الاغلفة للمباني. في الواقع ، فإن الواجهات الجنوبية والجنوبية الغربية هي التي تتلقى الحد الأقصى من الإشعاع الشمسي المباشر. تم عمل تلخيص لأسطح الاغلفة التي لها هذا الاتجاه وتلخيصها في الجدول 2 التالي. من أجل تثبيت الالواح الكهروضوئية تقريبًا (Sharma, et al. , 2013)، نأخذ أسطح الواجهات الأكثر تعرضًا للإشعاع الشمسي المباشر ، والمتمثلة في السطح والواجهة الجنوبية و الواجهة الجنوبية الغربية.

جدول 02. مساحة الاغلفة وسطح المباني في دراسة الحالة حسب اتجاهها.

الواجهات	الواجهة الغربية(م2)	الواجهة الشرقية (م2)	الواجهة الجنوبية (م2)	الواجهة الشمالية(م2)	السطح (م2)
المساحة ب (م2)	2736	2736	2232	2232	7488

لقد اخترنا الألواح الكهروضوئية فئة أحادية البلورية بسطح خلية كهروضوئية تبلغ 536.5 سم 2 وهي الأكثر انتشارًا وذات كفاءة عالية (attaqa.net/2021) و (Bogacka, M.; Pikoń, K.; Landrat, M., 2017). تنتج 536.5/350 (واط/ سم2) . انظر الجدول 3.

.

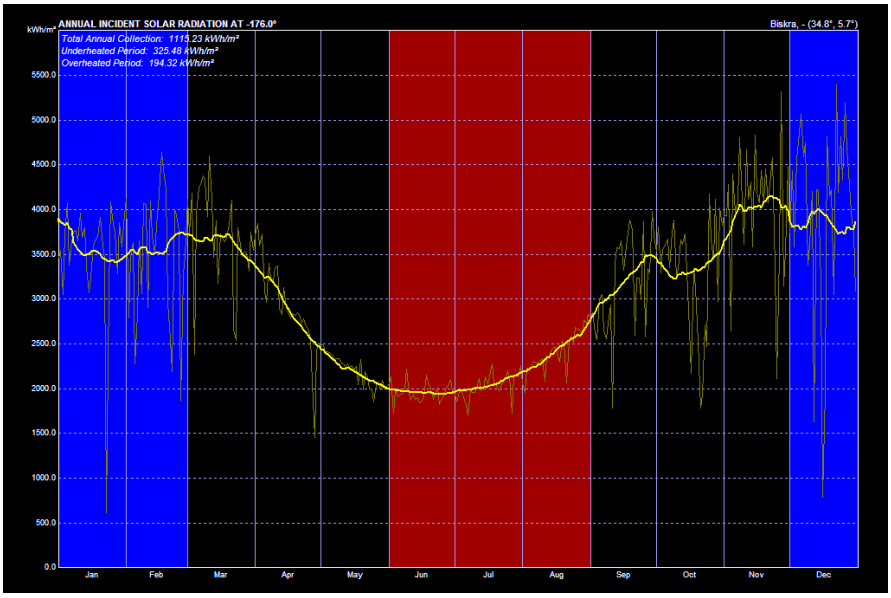
الجدول 3. أسطح المغلف وسقف المباني في دراسة الحالة حسب اتجاهها.

الواجهات	الواجهة الغربية	الواجهة الجنوبية	السطح
المساحة ب (م2)	2736	2232	7488
المساحة الاجمالية للالواح الكهروضوئية	12456 م2		
انتاج الطاقة الكهربائية حسب اتجاه الواجهات (مساحة الخلية الضوئية 536.5 سم2 تنتج 350 واط)	17865671.64 واط	14568097.01 واط	48849953.40 واط
الانتاج الاجمالي للطاقة بواسطة الالواح الكهرضوئية المركبة .....81283722.05 واط			

إذا كان متوسط فاتورة استهلاك الكهرباء السنوية الفعلية لدراسة الحالة هو

504712000.00 واط وكان التحويل إلى طاقة كهربائية من الألواح الكهروضوئية المقترحة هو 81283722.05 واط ، فسيكون من الواضح أن هذا التحويل يمثل 16٪ فقط من هذه الفاتورة.

أعطت محاكاة كسب الطاقة الشمسية على الغلاف وسطح المباني المدروسة ، مع مراعاة الإحداثيات الجغرافية لدراسة الحالة ، القيم التالية: التجميع السنوي 1115.23 كيلووات ساعة / متر مربع. انظر الشكل 7.



الشكل 7. الإشعاع الشمسي السنوي الساقط على الواجهات وسطح المباني في دراسة الحالة.

سجلت نفس الأسطح المعرضة سنويًا للطاقة الشمسية الطبيعية المباشرة ، ومع ذلك ، فإن إجمالي مساهمة الطاقة هو 13891304900.00 واط يمثل هذا فرقًا قدره 13891304900.00 – 81283722.05 = 13810021177.95 واط مهدرة في الغلاف الجوي. النسبة المئوية للتحويل بواسطة PV ضئيلة للغاية تمثل (0.58٪).

٥. الخلاصة

اقترحت هذه الدراسة منهجية محاكاة عملية وذلك بمقارنة بين كمية الطاقة الكهربائية المستهلكة في المساكن التي تم تحليلها والتي تم تحويلها بواسطة نظام الطاقة الكهروضوئية المثبت فعليًا على سطح المباني ومغلفها. كل هذا واجهه مساهمة الطاقة للشمس في نفس المنطقة وبنفس الظروف المناخية. أظهر تحليل النتائج وتفسيرها أن كمية الطاقة المحولة إلى كهرباء بواسطة الخلايا الكهروضوئية المعتمدة لا تزال بعيدة جدًا عن الكمية المستهلكة فعليًا وتمثل 16٪ فقط. وهو أمر غير معتبر. من ناحية أخرى ، ومقارنة بالمساهمة المباشرة للطاقة الشمسية الطبيعية ، الالواح الكهرضوئية المستعملة يمكن أن تحول من الطاقة الشمسية الى طاقة كهروضوئية مانسبته 0.585٪ فقط من الطاقة الشمسية هذا في المناطق الجافة وشبه الجافة ، وهو أمر ضئيل للغاية ويتبدد الجزء الأكبر المتبقي من هذه المساهمة الطبيعية في الغلاف الجوي.

وهذا يقودنا إلى المطالبة بالمزيد من تشجيع البحث العلمي في هذا المجال وتعزيز تطوير التقنيات الجديدة المتعلقة بتصنيع الخلايا الكهروضوئية التي ستكون أرخص وأكثر كفاءة وأكثر دواما وقبل كل شيء في متناول الجميع.

المراجع

Amani, N. (2018), "Building energy conservation in atrium spaces based on ECOTECT simulation software in hot summer and cold winter zone in Iran", International Journal of Energy Sector Management, Vol. 12 No. 3, pp. 298-313. https://doi.org/10.1108/IJESM-05-2016-0003

Balo, Figen; Şağbanşua, Lütfü (2016). The Selection of the Best Solar Panel for the Photovoltaic System Design by Using AHP. Energy Procedia, 100(), 50–53. doi:10.1016/j.egypro.2016.10.151

Bogacka, M.; Pikoń, K.; Landrat, M. (2017). Environmental impact of PV cell waste scenario. Waste Management, (), S0956053X17306712–. doi:10.1016/j.wasman.2017.09.007

Eke, Rustu; Demircan, Huseyin (2013). Performance analysis of a multi crystalline Si photovoltaic module under Mugla climatic conditions in Turkey. Energy Conversion and Management, 65(), 580–586. doi:10.1016/j.enconman.2012.09.007

Karakilcik, Mehmet; Dincer, Ibrahim; Bozkurt, Ismail; Atiz, Ayhan (2013). Performance assessment of a solar pond with and without shading effect. Energy Conversion and Management, 65(), 98–107. doi:10.1016/j.enconman.2012.07.001

L. El Chaar; L.A. lamont; N. El Zein (2011). Review of photovoltaic technologies. Renewable and Sustainable Energy Reviews. Volume 15, Issue 5, June 2011, Pages 2165-2175 https://doi:10.1016/j.rser.2011.01.004

Sharma, Vikrant; Kumar, Arun; Sastry, O.S.; Chandel, S.S. (2013). Performance assessment of different solar photovoltaic technologies under similar outdoor conditions. Energy, 58, 511–518. doi:10.1016/j.energy.2013.05.068

Sommerfeldt, Nelson; Madani, Hatef (2019). In-depth techno-economic analysis of PV/Thermal plus ground source heat pump systems for multi-family houses in a heating dominated climate. Solar Energy, 190(), 44–62. doi:10.1016/j.solener.2019.07.080

Tareq S. et al, 2021," Review of solar photovoltaic cooling systems technologies with environmental and economical assessment", Journal of Cleaner Production. Volume 326, 1 December 2021, 129421, https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2021.129421

Trisnawan, D (2018). Ecotect design simulation on existing building to enhance its energy efficiency. IOP Conference Series: Earth and Environmental Science, 105(), 012117–. doi:10.1088/1755-1315/105/1/012117

Waqar Akram, M.; Li, Guiqiang; Jin, Yi; Chen, Xiao; Zhu, Changan; Zhao, Xudong; Aleem, M.; Ahmad, Ashfaq (2019). Improved outdoor thermography and processing of infrared images for defect detection in PV modules. Solar Energy, 190(), 549–560. doi:10.1016/j.solener.2019.08.061 https://attaqa.net/2021/09/06