

تحليل الحوافز الحكومية وجدوى الاستثمار في مشاريع الطاقة الشمسية المنزلية في المملكة العربية
السعودية

إعداد الطالب/
بندر بن عبدالرزاق الدريهم

إشراف/
د. الفیصل عبد الحمید
د. فايز جراد

العام الدراسي:

2025

شكر وتقدير

الحمد لله الذي وفقني وأعانني على إتمام كتابة هذي الدراسة وأسبغ علي نعمه ظاهرة وباطنة. الحمد لله الذي هداني إلى سبيل النجاح وذلّل لي كل الصعاب وألهمني الصبر والاجتهاد حتى تحقق هذا الإنجاز. أتوجه بخالص الشكر والعرفان إلى والديّ الكريمين اللذين كان لهما الفضل الكبير بعد الله في حياتي. لقد غمروني بدعائهم وتشجيعهم المستمر فكانوا دائماً مصدر إلهامي ودعمي في جميع مراحل حياتي. وأخص بالشكر زوجتي العزيزة التي كانت سنداً لي وشريكاً مخلصاً في هذه الرحلة. لقد كانت كلماتها المشجعة وصبرها وتحملها لكل التحديات أكبر داعم لي لتحقيق هذا الإنجاز. كما أتقدم بجزيل الامتنان لكل من وقف بجانبني ودعمني طوال مسيرتي الأكاديمية سواء من خلال التوجيه والإرشاد أو بالدعم المعنوي. لقد كانت مساهمتكم الثمينة ركيزة أساسية في تحقيق هذا الحلم. أسأل الله أن يبارك في جهود الجميع وأن يجعل هذا العمل خالصاً لوجهه الكريم ونافعاً للناس.

ii.....	شكر وتقدير
iii	فهرس المحتويات
v.....	قائمة الجداول
vi.....	فهرس الأشكال
vii.....	قائمة الوحدات والمصطلحات
vii.....	الوحدات
vii.....	المصطلحات
viii	المستخلص
1	الفصل الأول
2.....	المقدمة
2.....	مشكلة الدراسة
2.....	أهمية الدراسة
3.....	أهداف الدراسة
3.....	تساؤلات الدراسة
3.....	فروض الدراسة
4.....	النظرية العلمية المتبعة لإعداد البحث
5.....	التكامل بين الأطر النظرية
6.....	الفصل الثاني: الدراسات السابقة
7.....	مقدمة
7.....	الدراسات السابقة
11.....	الإطار النظري
12.....	الفصل الثالث: منهجية الدراسة
13.....	مقدمة
13.....	المنهجية وطرق البحث
13.....	مجتمع البحث
15.....	حدود البحث
16.....	الفصل الرابع: النتائج والتوصيات
17.....	مقدمة
17.....	تحليل البيانات
17.....	القسم الأول: الجدوى الاقتصادية والتقنية لمشاريع الطاقة الشمسية المنزلية
24.....	القسم الثاني: تأثير مشاريع الطاقة الشمسية المنزلية على الأفراد والبيئة
33.....	القسم الثالث: تحليل الحوافز والسياسات الحكومية
34.....	مساحة المسكن ومدى تأثيرها على قرارات تركيب نظام طاقة شمسية
61.....	النتائج
61.....	الجدوى الاقتصادية والتقنية لمشاريع الطاقة الشمسية المنزلية

أثر نسب الدعم الحكومي على تكلفة وتركيب الأنظمة الشمسية للأفراد ودورها في تخفيف العبء الاقتصادي في المملكة العربية السعودية.....	63
التوصيات.....	65
المراجع.....	66
المراجع الأجنبية.....	66
الملاحق.....	68
استبيان حول تحليل الحوافز الحكومية وجدوى الاستثمار في مشاريع الطاقة الشمسية المنزلية في المملكة العربية السعودية.....	68
Abstract.....	70

قائمة الجداول

الجدول 1 يوضح استهلاك القطاع السكني للكهرباء حسب المنطقة.....	18
الجدول 2 يوضح أجمالي الفرق بين الإنتاج والاستهلاك حسب المنطقة.....	20
الجدول 3 يوضح اجمالي قيمة العجز/الفائض في استهلاك براميل النفط.....	24
الجدول 4 يوضح اجمالي سر تركيب النظام الشمسي لجميع مناطق المملكة العربية السعودية.....	24
الجدول 5 يوضح الاستهلاك السنوي للمنزل.....	25
الجدول 6 يوضح مواصفات العلامات التجارية للألواح الشمسية.....	29
الجدول 7 يوضح اجمالي إنتاج الطاقة السنوي.....	30
الجدول 8 يوضح حساب الفقد في الكابلات الكهربائية.....	30
الجدول 9 يوضح حساب الفقد بسبب الحرارة.....	31
الجدول 10 يوضح حساب الفقد بسبب الظلال.....	31
الجدول 11 يوضح حساب الفقد بسبب عدم التطابق.....	31
الجدول 12 يوضح حساب الفقد بسبب العواكس.....	32
الجدول 13 حساب اجمالي الفقد.....	32
الجدول 14 يوضح تحليل العائد المالي.....	33
الجدول 15 يوضح مقارنة تكاليف الدعم.....	62
الجدول 16 يوضح تحليل اقتصادي لتكاليف تركيب الطاقة الشمسية.....	64

فهرس الأشكال

الشكل 1	يوضح الفئات المشاركة في الاستبيان حسب الجنس	13
الشكل 2	يوضح الفئات المشاركة في الاستبيان حسب العمر	13
الشكل 3	يوضح الفئات المشاركة في الاستبيان حسب المؤهل الدراسي	14
الشكل 4	يوضح الفئات المشاركة في الاستبيان حسب المنطقة	14
الشكل 5	يوضح العينات التي تم احصائها في خريطة المملكة العربية السعودية	14
الشكل 6	يوضح المنزل الذي تم تركيب النظام الشمسي	25
الشكل 7	يوضح الاستهلاك الشهري	27
الشكل 8	يوضح الفواتير الشهرية	27
الشكل 9	يوضح مواضع تركيب الألواح الشمسية	28
الشكل 10	يوضح الإنتاج مقابل الاستهلاك	33
الشكل 11	يوضح مستوى المعرفة بالطاقة الشمسية	34
الشكل 12	يوضح نوع الأشخاص مع نوع سكنهم المهتمين بتركيب طاقة شمسية	35
الشكل 13	يوضح مدى التفكير في تركيب نظام طاقة شمسية	35
الشكل 14	يوضح النتائج المستخلصة من سؤال تقليل تكاليف الكهرباء	36
الشكل 15	يوضح الاعتقاد بزيادة قيمة العقار حسب المشاركين	38
الشكل 16	يوضح المخاوف الرئيسية للأشخاص	39
الشكل 17	يوضح العوائق الرئيسية حسب نوعها	40
الشكل 18	يوضح المخاوف الرئيسية حسب الاجابة	41
الشكل 19	يوضح مدى تجربة السكان مع المنتجات الطاقة الشمسية	43
الشكل 20	يوضح أهمية خدمات التمويل بحسب الاجابات	45
الشكل 21	يوضح أهمية التكلفة الأولية بحسب الاجابات	46
الشكل 22	يوضح متوسط الفواتير بحسب الاجابات	48
الشكل 23	يوضح أهمية التشريعات والسياسات الحكومية حسب الإجابات	57
الشكل 24	يوضح تأثير الحوافز الحكومية حسب الإجابات	58
الشكل 25	يوضح أهمية وجود شركات موثوقة حسب الإجابات	59
الشكل 26	يوضح أهمية الضمانات طويلة الأجل حسب الإجابات	60

قائمة الوحدات والمصطلحات

الوحدات

الوصف	الوحدة
وحدة قياس استهلاك وإنتاج الطاقة	كيلوواط ساعة (kWh)
وحدة قياس استهلاك وإنتاج الطاقة بمقياس أكبر	جيجاواط ساعة (GWh)
وحدة قياس المساحة	متر مربع (m ²)
وحدة قياس القدرة الكهربائية	كيلوواط (kW)
وحدة لقياس استهلاك النفط	برميل النفط
وحدة قياس التيار الكهربائي	أمبير
وحدة قياس الجهد الكهربائي	فولت
وحدة قياس درجة الحرارة	درجة مئوية (°C)
عدد الساعات يومياً التي تكون فيها الشمس قادرة على توليد أقصى قدر من الطاقة الشمسية	ساعة ذروة الشمس (PSH)
مقاومة الكابلات التي تؤثر على فقد الطاقة	مقاومة الكابلات (Ω)
مساحة المقطع العرضي للكابل المستخدم في النظام الكهربائي	مساحة مقطع الكابل (m ²)

المصطلحات

المصطلح	التعريف
الطاقة الشمسية المنزلية	استخدام أنظمة لتوليد الكهرباء عبر الألواح الشمسية في المنازل
الحوافز الحكومية	الدعم أو الإعفاءات المقدمة لتشجيع الاستثمار في الطاقة المتجددة
الاستدامة	تحقيق توازن بيني واقتصادي طويل الأمد
الدعم المالي	التمويل الذي تقدمه الحكومة لتخفيض التكاليف الأولية
تكلفة التركيب	التكاليف المتعلقة بتركيب أنظمة الطاقة الشمسية
الفقد الكهربائي	الطاقة الضائعة نتيجة الحرارة أو الكابلات أو عوامل أخرى
صافي القياس	نظام يتيح لأصحاب أنظمة الطاقة الشمسية بيع فائض الطاقة للشبكة
فقد الطاقة	الطاقة الضائعة نتيجة الحرارة أو الكابلات
الكفاءة	نسبة تحويل الطاقة الشمسية إلى كهرباء
العاكس الكهربائي	جهاز لتحويل التيار المستمر إلى تيار متردد

المستخلص:

تناقش هذه الدراسة قضية حيوية تتعلق برحلة المملكة العربية السعودية نحو تحقيق الاستدامة وتقليل الاعتماد على النفط كمصدر رئيسي للطاقة. تمتلك المملكة بفضل مواردها الوفيرة من الطاقة الشمسية فرصة فريدة لاستغلال هذه الطاقة كمصدر متجدد ومستدام لتلبية احتياجات المنازل. ورغم التحول العالمي المتزايد نحو الطاقة المتجددة وتوفر الأنظمة الشمسية المنزلية إلا أن معدلات تبني هذه الأنظمة في المملكة لا تزال منخفضة (الإحصاء، 2023). يثير هذا الوضع تساؤلات حول العوائق التي تحول دون انتشار الأنظمة الشمسية ودور الحوافز الحكومية في تشجيع السكان على استخدامها. تهدف هذه الدراسة إلى تحليل فعالية الحوافز الحكومية في تشجيع الأسر السعودية على تبني الأنظمة الشمسية المنزلية. كما تسعى إلى استكشاف كيفية تأثير هذه الحوافز على جدوى الاستثمار في الطاقة الشمسية من الناحيتين الاقتصادية والبيئية. بالإضافة إلى ذلك تقيم الدراسة أثر تحويل دعم الكهرباء إلى حوافز مباشرة لتبني الطاقة الشمسية ومدى إمكانية أن يساهم هذا التحول في تعزيز الاستثمار في الطاقة المتجددة وتقليل استهلاك النفط. لتحقيق هذه الأهداف اعتمدت الدراسة على منهجية تحليلية شاملة تضمنت جمع بيانات كمية من خلال استبيانات وسجلات حكومية وتحليل جغرافي. تناولت الدراسة معايير رئيسية مثل الفوائد المالية للأنظمة الشمسية وتكاليف تركيبها وإمكانية بيع فائض الإنتاج الكهربائي لتحديد تأثيرها على معدلات التبني. كما قُيِّمت الدراسة مستوى وعي السكان بفوائد الطاقة الشمسية ودورها في تحقيق الاستدامة. أظهرت نتائج الدراسة رؤى مهمة حول العوامل المؤثرة في تبني أنظمة الطاقة الشمسية المنزلية في المملكة. تبين أن الحوافز الحكومية مثل الإعفاءات الضريبية والدعم المالي وبرامج الدعم الموجهة تلعب دوراً محورياً في تقليل التكاليف الأولية وتسريع فترة استرداد التكاليف للاستثمار في الطاقة الشمسية. كما أبرزت الدراسة أهمية زيادة وعي الجمهور بالمزايا الاقتصادية والبيئية للأنظمة الشمسية لتعزيز قبولها ودمجها في المنازل. حددت الدراسة أيضاً التحديات الرئيسية التي تعوق انتشار الأنظمة الشمسية المنزلية مثل العوائق التقنية وعدم كفاية البنية التحتية لإدارة الفائض الكهربائي والحاجة إلى أطر تنظيمية أكثر شمولية. بناءً على هذه النتائج تقدم الدراسة مجموعة من التوصيات العملية لصناع القرار تشمل تعزيز الحوافز المالية لتقديم حلول تمويل مبتكرة وتنفيذ حملات توعية موجهة للسكان. تساهم هذه الدراسة في سد الفجوة المعرفية حول العلاقة بين الحوافز الحكومية وتبني أنظمة الطاقة الشمسية وتدعم تطوير سياسات فعالة لتعزيز ممارسات الطاقة المستدامة. تتماشى التوصيات المطروحة مع رؤية المملكة 2030 كما تقدم خارطة طريق لتحقيق الاستدامة الاقتصادية والبيئية من خلال دمج حلول الطاقة المتجددة في القطاع السكني.

الفصل الأول

المقدمة

تواجه المملكة العربية السعودية تحديات ببنية واقتصادية تتطلب اعتماد حلول مبتكرة لتحقيق الاستدامة خصوصاً في قطاع الطاقة الذي يُعد من أهم القطاعات المؤثرة في التنمية الاقتصادية والاجتماعية. نظراً لاعتماد المملكة العربية السعودية الكبير على النفط كمصدر رئيسي للطاقة أصبح التحول إلى مصادر الطاقة المتجددة وعلى رأسها الطاقة الشمسية ضرورة استراتيجية لتحقيق رؤية المملكة 2030. تُعد محطة سكاكا للطاقة الشمسية التي انطلقت في عام 2021 أولى خطوات المملكة في هذا الاتجاه حيث تُساهم في تنويع مصادر الطاقة وتقليل الاعتماد على النفط (2030، 2023). تتميز المملكة العربية السعودية بموقع جغرافي يمنحها معدلات إشعاع شمسي عالية مما يجعلها بيئة مثالية لاستغلال الطاقة الشمسية كمصدر مستدام لتلبية احتياجات الطاقة. وفقاً للمركز السعودي لكفاءة الطاقة يستهلك قطاع المباني حوالي 29% من الطاقة الأولية المستهلكة في المملكة مما يعزز أهمية استغلال الطاقة الشمسية في هذا القطاع (الطاقة، 2024). في ظل التوجهات العالمية نحو خفض الاعتماد على الوقود الأحفوري وتقليل الانبعاثات الكربونية بدأت المملكة في اتخاذ خطوات لتعزيز استخدام الطاقة الشمسية. تُعد الأنظمة الشمسية المنزلية واحدة من أهم الحلول المبتكرة التي يمكن أن تسهم في تحقيق هذا الهدف. ورغم الإمكانيات الكبيرة التي توفرها هذه الأنظمة لا تزال معدلات تبنيها في المنازل السعودية منخفضة مقارنة بالدول الأخرى مما يثير تساؤلات حول العوائق التي تواجه انتشارها ومدى فعالية الحوافز الحكومية في تحفيز السكان على الاستثمار فيها. تتبع أهمية هذه الدراسة من الحاجة إلى تحليل شامل لتأثير الحوافز الحكومية في زيادة تبني أنظمة الطاقة الشمسية المنزلية ودورها في تحقيق الأهداف البيئية والاقتصادية. كما تسعى الدراسة إلى تقييم الجدوى الاقتصادية لتركيبة هذه الأنظمة بما في ذلك تقليل التكاليف على الأسر وتوفير مصادر دخل إضافية من خلال بيع الفائض من الإنتاج الكهربائي. إضافة إلى ذلك تهدف الدراسة إلى تسليط الضوء على التحديات التي تواجه السكان عند اعتماد الطاقة الشمسية مثل التكاليف الأولية العالية ونقص الوعي بفوائد هذه التقنية. تهدف هذه الدراسة إلى سد الفجوة المعرفية المتعلقة بتأثير الحوافز الحكومية على تبني الطاقة الشمسية المنزلية من خلال تحليل السياسات الحالية واستكشاف الطرق التي يمكن من خلالها تحسين تلك السياسات لتشجيع الأسر على التحول نحو استخدام الطاقة المتجددة. كما تركز الدراسة على تقييم مستوى وعي السكان بجدوى أنظمة الطاقة الشمسية ومدى تأثير ذلك على قراراتهم الاستثمارية. علاوة على ذلك تسعى الدراسة إلى تقديم حلول عملية لمواجهة التحديات الفنية والتنظيمية المرتبطة بتركيب الأنظمة الشمسية بما في ذلك تحسين البنية التحتية وتشجيع الابتكار في مجال تخزين الطاقة. ومن خلال تحليل البيانات المستخلصة من الجهات المعنية ومشاركة المستفيدين تُقدم الدراسة رؤية شاملة لدعم صانعي القرار في تصميم سياسات فعالة تعزز من انتشار الطاقة الشمسية في المنازل. بهذا تسلط الدراسة الضوء على كيفية تحقيق التكامل بين الاستدامة البيئية والاقتصادية بما يساهم في تقليل الاعتماد على النفط وتحقيق تحول مستدام نحو الطاقة المتجددة مما يجعلها إضافة نوعية للمساهمة في تحقيق أهداف رؤية المملكة 2030.

مشكلة الدراسة

تهدف رؤية المملكة العربية السعودية 2030 إلى تنويع مصادر الطاقة في البلاد وتقليل الاعتماد على النفط من خلال تعزيز تبني مصادر الطاقة المتجددة بما في ذلك الطاقة الشمسية. يأتي ذلك في ظل التطور السريع لأنظمة الطاقة الشمسية على مستوى العالم حيث أصبحت هذه الأنظمة محط أنظار الحكومات كوسيلة للحد من الاعتماد على النفط خاصة في ظل التقلبات السريعة والقوية التي تشهدها أسعار النفط. بالإضافة إلى ذلك تشكل الانبعاثات الكربونية الناتجة عن حرق الوقود الأحفوري والعمليات التكريرية لتحويل النفط إلى ديزل لتلبية احتياجات القطاع السكني بالطاقة تحدياً بيئياً واقتصادياً يستدعي البحث عن بدائل مستدامة (EcoMENA، 2023). تُعد المملكة العربية السعودية من بين الدول التي تتمتع بموارد طبيعية هائلة للطاقة الشمسية إذ تتلقى البلاد كميات وفيرة من أشعة الشمس على مدار العام. ومع ذلك لا تزال معدلات تبني أنظمة الطاقة الشمسية المنزلية منخفضة مما يثير تساؤلات حول العوامل التي تعيق انتشار هذه الأنظمة وتأثير الحوافز الحكومية في تعزيز جديدها الاستثمارية. تبرز مشكلة الدراسة من واقع عدم فهم العوامل التي تؤثر على تبني الطاقة الشمسية المنزلية بشكل كافٍ رغم الجهود المبذولة لتشجيع استخدامها. إن تحليل هذه الجوانب بما في ذلك تأثير الحوافز الحكومية يُعد أمراً بالغ الأهمية لتطوير سياسات فعالة تدعم تبني هذه الأنظمة بما يساهم في تحقيق الأهداف البيئية والاقتصادية لرؤية المملكة 2030. تركز الدراسة على سد هذه الفجوة المعرفية من خلال تحليل جدوى الاستثمار في مشاريع الطاقة الشمسية المنزلية ودراسة تأثير الحوافز الحكومية على معدلات التبني بما يعزز من فهم دور هذه السياسات في تحقيق التحول نحو مصادر الطاقة المتجددة.

أهمية الدراسة

تكمن أهمية هذه الدراسة في كونها تتناول عدة أبعاد مرتبطة بتأثير الحوافز الحكومية وجدوى الاستثمار في مشاريع الطاقة الشمسية المنزلية في المملكة العربية السعودية حيث تهدف إلى:

- تحليل دور الحوافز الحكومية في تشجيع السكان على تركيب أنظمة الطاقة الشمسية في المنازل ما يساهم في فهم كيفية تعزيز هذه الحوافز لتحقيق انتشار أوسع للطاقة النظيفة.
- التقليل من الاعتماد على النفط من خلال استبداله بمصادر طاقة متجددة مثل الطاقة الشمسية وهو أمر حيوي لتحقيق رؤية المملكة 2030 نحو التنمية المستدامة.

- دراسة تأثير السياسات المالية مثل تحويل دعم الكهرباء إلى حوافز لتبني أنظمة الطاقة الشمسية والذي قد يشجع الأسر على الاستثمار في الطاقة الشمسية ويسهم في تقليل الاستهلاك التقليدي للطاقة.
 - تقييم الجدوى الاقتصادية لتركيب أنظمة الطاقة الشمسية المنزلية من خلال تحليل العوائد المادية للمستهلكين سواء من خلال توفير فواتير الكهرباء أو بيع الفائض من الإنتاج الكهربائي مما قد يدعم قرار المستثمرين ويزيد من إقبالهم على هذه الأنظمة.
 - توفير رؤية حول التحديات التنظيمية والفنية التي يواجهها أصحاب المنازل عند تركيب أنظمة الطاقة الشمسية مما قد يساهم في وضع حلول تدعم عملية الانتقال إلى الطاقة المتجددة.
 - زيادة الوعي لدى السكان بمزايا وفعالية أنظمة الطاقة الشمسية حيث تسهم الدراسة في تقييم مستوى وعي السكان بجدوى هذه الأنظمة ومدى تأثيرها في قراراتهم الاستثمارية.
- تساهم هذه الدراسة في تقديم توصيات عملية تساعد صانعي القرار في المملكة على تطوير سياسات حوافز فعالة تعزز من تبني الطاقة الشمسية المنزلية وتحقيق الاستدامة الاقتصادية والبيئية.

أهداف الدراسة

تهدف الدراسة إلى تحليل تأثير الحوافز الحكومية على قرارات السكان في تركيب أنظمة الطاقة الشمسية في المنازل مع التركيز على مدى فعالية هذه الحوافز في تشجيع تبني الطاقة النظيفة. كما تسعى إلى تقييم إمكانية تقليل الاعتماد على النفط من خلال اعتماد الطاقة الشمسية كمصدر بديل للطاقة في المنازل بما يسهم في تحقيق أهداف التنمية المستدامة في المملكة العربية السعودية. تركز الدراسة أيضاً على دراسة أثر سياسات الدعم المالي مثل تحويل دعم الكهرباء إلى حوافز موجهة لأنظمة الطاقة الشمسية ومدى فعالية هذا التحول في زيادة الاستثمارات في هذا المجال. بالإضافة إلى ذلك تسعى إلى تحديد الجدوى الاقتصادية لتركيب أنظمة الطاقة الشمسية المنزلية من خلال تقييم العوائد المالية طويلة الأجل للمستخدمين سواء من حيث خفض تكاليف فواتير الكهرباء أو تحقيق أرباح من بيع الفائض الكهربائي. كما تهدف الدراسة إلى تحليل جاهزية البنية التحتية لتمكين أصحاب المنازل من بيع الفائض من إنتاج الكهرباء مع تحديد العوائق التي قد تعترض هذا النظام. وتتناول الدراسة أيضاً التحديات التنظيمية والفنية التي يواجهها المستخدمون عند تركيب أنظمة الطاقة الشمسية مع تقديم مقترحات للتغلب عليها وتسهيل تبني هذه الأنظمة. تشمل الدراسة كذلك تقييم مستوى وعي السكان بجدوى أنظمة الطاقة الشمسية ومدى تأثير هذا الوعي على قراراتهم الاستثمارية بما يسهم في توجيه جهود التوعية المستقبلية بشكل أكثر فعالية. وفي النهاية تهدف الدراسة إلى تقديم توصيات لصانعي القرار حول سياسات الحوافز التي يمكن تطبيقها لزيادة انتشار أنظمة الطاقة الشمسية في المنازل وتعزيز دورها في تحقيق الاستدامة البيئية والاقتصادية في المملكة.

تساؤلات الدراسة

تركز الدراسة على استكشاف مدى تأثير الحوافز الحكومية في قرارات السكان بشأن تركيب أنظمة الطاقة الشمسية في منازلهم وتبحث في إمكانية أن يؤدي تبني هذه التقنية إلى تقليل الاعتماد على النفط كمصدر أساسي للطاقة في المملكة. كما تهدف إلى فهم الجدوى الاقتصادية لتركيب أنظمة الطاقة الشمسية المنزلية على المدى الطويل من خلال تقييم مدى تأثيرها في تخفيض تكاليف الكهرباء وتحقيق أرباح من بيع الفائض. تتناول الدراسة أيضاً العلاقة بين مستوى وعي السكان بجدوى أنظمة الطاقة الشمسية وقراراتهم الاستثمارية حيث تسعى إلى تحليل مدى تأثير الوعي على تبني هذه التقنية. علاوة على ذلك تسعى إلى تحديد السياسات التحفيزية الأكثر فعالية التي يمكن أن يعتمدها صانعو القرار لتعزيز انتشار أنظمة الطاقة الشمسية المنزلية بما يحقق الأهداف البيئية والاقتصادية للمملكة ويدعم الاستدامة.

فروض الدراسة

- الحوافز الحكومية ودورها في تشجيع تركيب أنظمة الطاقة الشمسية المنزلية: تفترض الدراسة أن الحوافز الحكومية تسهم بشكل إيجابي في تشجيع السكان على تركيب أنظمة الطاقة الشمسية في منازلهم. تعمل هذه الحوافز على تخفيض التكاليف الأولية للتثبيت وتبسيط الإجراءات مما يجعل خيار الطاقة الشمسية أكثر جاذبية واعتمادية للمستهلكين.
- تقليل الاعتماد على النفط من خلال استخدام الطاقة الشمسية المنزلية: تطرح الدراسة فرضية مفادها أن تبني الطاقة الشمسية في المنازل يسهم في تنويع مصادر الطاقة بالمملكة مما يؤدي إلى تقليل الاعتماد على النفط كمصدر رئيسي للطاقة. يدعم ذلك تحقيق أهداف التنمية المستدامة وتقليل الأثر البيئي السلبي الناجم عن استخدام الوقود الأحفوري.
- الجدوى الاقتصادية للاستثمار في الطاقة الشمسية المنزلية على المدى الطويل: تفترض الدراسة أن الاستثمار في أنظمة الطاقة الشمسية المنزلية يعد مجدياً اقتصادياً على المدى الطويل. يتوقع أن يؤدي هذا الاستثمار إلى تحقيق عوائد مالية واضحة من خلال تخفيض فواتير الكهرباء وإمكانية بيع الفائض الكهربائي مما يعزز الجاذبية الاقتصادية لهذه التقنية.

- تأثير مستوى وعي السكان على قرارات تبني الطاقة الشمسية: تطرح الدراسة فرضية أن مستوى الوعي بفوائد وجدوى أنظمة الطاقة الشمسية يؤثر بشكل كبير على قرارات السكان الاستثمارية. كلما زادت المعرفة بالمزايا البيئية والاقتصادية للطاقة الشمسية زاد إقبال الأفراد على تبني هذه التقنية.
- السياسات التحفيزية كعامل أساسي لزيادة انتشار أنظمة الطاقة الشمسية: تفترض الدراسة أن السياسات الحكومية الفعالة التي تقدم حوافز مدروسة وملائمة تلعب دورًا حاسمًا في زيادة معدلات تبني أنظمة الطاقة الشمسية المنزلية. هذه السياسات من شأنها تعزيز الاستدامة البيئية والاقتصادية وتشجيع استخدام مصادر الطاقة المتجددة.

النظرية العلمية المتبعة لإعداد البحث

تتبع هذه الدراسة النظرية العلمية الخاصة بالانتقال إلى الطاقة المتجددة والتي تستند إلى عدة أطر نظرية مثل نظرية التغيير السلوكي ونظرية الاعتماد على الابتكار بالإضافة إلى الإطار النظري للجدوى الاقتصادية بهدف فهم العوامل التي تشجع أو تعيق تبني الطاقة الشمسية المنزلية في المملكة العربية السعودية والتأثير الإيجابي للحوافز الحكومية على هذا التوجه.

أ. نظرية التغيير السلوكي

تقوم نظرية التغيير السلوكي على أن القرارات المتعلقة بالاستثمار أو تبني أي تقنية جديدة تعتمد بشكل كبير على الدوافع الخارجية والمؤثرات البيئية والاجتماعية التي تؤثر على القرارات الفردية والجماعية. في سياق هذه الدراسة يُعد التغيير السلوكي للمستهلكين السعوديين نحو تبني أنظمة الطاقة الشمسية في منازلهم مرتبطًا بعدة عوامل بما في ذلك الحوافز الحكومية التكلفة الأولية للتركيب الوعي البيئي والاستعداد لدفع تكلفة أقل للكهرباء على المدى الطويل.

○ تحليل التغيير السلوكي: تعمل الدراسة على تقييم كيفية تأثير الحوافز كوسيلة دعم خارجية على تغيير سلوك المستهلكين من الاعتماد على الطاقة التقليدية إلى استخدام الطاقة الشمسية وقياس مدى تأثير قراراتهم بالدعم الحكومي والتخفيضات في التكلفة والفوائد البيئية للطاقة الشمسية.

○ عوامل التبني والتكيف: تساعد نظرية التغيير السلوكي أيضًا في تحليل مدى قبول المستهلكين لهذه التقنيات واستعدادهم للاستثمار في الطاقة الشمسية كجزء من المساهمة في التنمية المستدامة وتقليل الاعتماد على الوقود الأحفوري.

ب. نظرية الاعتماد على الابتكار

تعتمد هذه النظرية على أن تبني الابتكارات الجديدة مثل أنظمة الطاقة الشمسية يعتمد على توافر عوامل مشجعة تسهم في زيادة الإقبال على استخدامها. تشمل هذه العوامل إمكانية الحصول على تمويل ميسر توافر معلومات وافية عن المزايا وضمانات توفر للمستهلكين الاطمئنان بشأن جودتها.

○ تأثير الدعم على الابتكار: الحوافز الحكومية كإعانات مباشرة وتسهيلات مالية تلعب دورًا كبيرًا في تمكين الأفراد من تجاوز العقبات التي قد تحول دون تبني الطاقة الشمسية. تعتمد هذه الدراسة على النظرية لتقييم إلى أي مدى تسهم الحوافز في تسريع الاعتماد على الطاقة الشمسية بين المستهلكين.

○ دور الحوافز في الانتشار: يشير الإطار النظري إلى أن الابتكارات التي تحصل على دعم حكومي ينتشر استخدامها بشكل أسرع وتقل المخاطر المرتبطة بها وهو ما تسعى الدراسة إلى تحليله في ضوء الدعم المقدم للطاقة الشمسية المنزلية في السعودية.

ج. الإطار النظري للجدوى الاقتصادية

يعتمد هذا الإطار على تحليل التكاليف والعوائد والفوائد الاقتصادية طويلة الأجل التي تعود على الأفراد والمجتمع من خلال الاستثمار في الطاقة الشمسية. تركز الدراسة على النظرية الاقتصادية في دراسة جدوى الاستثمار في الطاقة الشمسية حيث تقوم بتقييم عدة جوانب تشمل العوائد المالية التكاليف الأولية وتأثير الدعم الحكومي على جعل الاستثمار في الطاقة الشمسية خيارًا أكثر جاذبية.

○ تحليل التكلفة والعائد: يركز هذا الإطار على حساب تكلفة تركيب أنظمة الطاقة الشمسية مقارنةً بالعوائد المادية المحتملة بما في ذلك تقليل فواتير الكهرباء وإمكانية تحقيق دخل من بيع الفائض الكهربائي.

○ تأثير الحوافز على الجدوى: تقوم الدراسة باستخدام هذا الإطار لتحديد ما إذا كانت الحوافز الحكومية تسهم في جعل الاستثمار في الطاقة الشمسية المنزلي مجديًا من الناحية الاقتصادية وما إذا كانت المزايا التي تحققها هذه الأنظمة توازي التكاليف المرتبطة بها.

د. الاستدامة البيئية والاجتماعية:

هذا الإطار يركز على الدور الإيجابي للطاقة الشمسية في تحقيق الأهداف البيئية والاجتماعية التي ترتبط بتحقيق الاستدامة. يُساهم الاعتماد على الطاقة المتجددة في تقليل الأضرار البيئية الناتجة عن استخدام الوقود الأحفوري ويحقق فوائد اجتماعية من خلال توفير خيارات اقتصادية مستدامة. يشمل الإطار النظري أيضاً فهم تأثيرات الطاقة الشمسية على تحسين جودة الحياة وتقليل الضغط المالي على الأسر من خلال توفير مصادر طاقة موثوقة ومستدامة خاصة في ظل ارتفاع تكاليف الكهرباء التقليدية.

التكامل بين الأطر النظرية

تقوم الدراسة بدمج هذه الأطر النظرية المختلفة للوصول إلى فهم شامل حول تأثير الحوافز الحكومية على تبني أنظمة الطاقة الشمسية مع دراسة جدوى الاستثمار فيها وتقييم الأثر البيئي والاجتماعي والاقتصادي لهذه الأنظمة. يعزز هذا التكامل من شمولية التحليل ويوفر رؤية متكاملة تدعم اتخاذ قرارات مدروسة لتحقيق التنمية المستدامة في المملكة.

بهذا التوجه النظري تساعد هذه الدراسة على تقديم نتائج شاملة تساهم في صياغة سياسات حوافز فعالة لدعم انتشار الطاقة الشمسية وتحديد العوامل التي يمكن تحسينها لزيادة الاعتماد على الطاقة المتجددة على المستوى المنزلي.

الفصل الثاني: الدراسات السابقة

مقدمة

تهدف هذه المجموعة من الدراسات إلى استكشاف الجوانب المختلفة لتبني أنظمة الطاقة الشمسية المنزلية وتأثير السياسات والحوافز على تعزيز انتشارها. تتناول الدراسات موضوعات متنوعة مثل تحليل الحوافز المالية وتأثيرها على قرارات التبني وتقييم السياسات العالمية الأفضل في دعم أنظمة الطاقة الشمسية وفهم العوامل الاجتماعية والاقتصادية التي تؤثر على قبول المجتمعات لهذه التقنية.

تركز الدراسات على أطر تحليلية ونماذج رياضية لتقييم الفوائد والتكاليف مع التركيز على استدامة السياسات والابتكار التكنولوجي لتحقيق انتشار طويل الأمد للطاقة الشمسية. كما تُبرز هذه الدراسات أهمية تقديم الحوافز المالية والتوعوية مع الاستفادة من تجارب الدول الرائدة لتحقيق التحول نحو الطاقة المتجددة بطريقة تعزز من الجدوى الاقتصادية وتدعم أهداف التنمية المستدامة.

الدراسات السابقة

دراسة (Crago, 2013)

تحت عنوان Adoption of Residential Solar Power Under Uncertainty

تعنى هذه الدراسة بتحليل تبني الأسر لأنظمة الطاقة الشمسية المنزلية (PV) في ظل حالة من عدم اليقين حول الفوائد المستقبلية والتكاليف المرتبطة بهذه التقنية. على الرغم من توفر حوافز سخية من الحكومات الفيدرالية وحكومات الولايات في الولايات المتحدة لتشجيع تبني الطاقة الشمسية إلا أن معدلات التبني لا تزال منخفضة مقارنة بالعائد المتوقع على الاستثمار. تستخدم الدراسة إطار "قيمة الخيار" لتفسير هذا التباطؤ والذي يشير إلى أن الأسر ترى فائدة في تأجيل اتخاذ القرار حتى تتضح عوامل مثل أسعار الطاقة والحوافز الحكومية وتكاليف التركيب. تشير النتائج إلى أن القيمة الحالية الصافية للفوائد يجب أن تكون أكبر بمقدار 1.8 مرة من تكلفة الاستثمار الأولي لتحفيز الأسر على التبني. بالإضافة إلى ذلك تبين أن غياب الحوافز يؤدي إلى تأخير التبني بمعدل يزيد عن الضعف مقارنة بالوضع الحالي. تشير الدراسة أيضاً إلى أن السياسات الحالية مثل الإعفاءات الضريبية والحوافز النقدية تلعب دوراً حاسماً في تقليل فترة استرداد التكاليف وتشجيع الاستثمار. ومع ذلك فإن وجود أسواق الانتماء للطاقة المتجددة يزيد من تقلب الفوائد مما يثبط التبني في ظل إطار قيمة الخيار. تقدم الدراسة إسهامات جديدة من خلال نمذجة ديناميكية تعتمد على بيانات فعلية حول أسعار الكهرباء وتكاليف التركيب والحوافز مع الأخذ في الاعتبار كل من عدم اليقين في الفوائد والتكاليف. كما تناقش الدراسة آثار السياسات المختلفة على تسريع التبني وتوصي بمواصلة تقديم الحوافز المباشرة كآلية أكثر فعالية مقارنة بالاعتماد على الأسواق المفتوحة. هذا الإطار التحليلي يمتد ليشمل أنواعاً أخرى من تقنيات الطاقة المتجددة ذات التكاليف الأولية العالية والفوائد المستقبلية غير المؤكدة.

دراسة (Torani, Rausser, و Zilberman, 2014)

تحت عنوان Innovation Subsidies versus Consumer Subsidies

تركز هذه الدراسة على مقارنة فعالية الحوافز الابتكارية والحوافز الموجهة للمستهلك في تبني الطاقة الشمسية في القطاعين السكني والتجاري باستخدام إطار تحليلي يعتمد على نموذج الخيارات الحقيقية. تناقش الدراسة تأثير التطور التكنولوجي السريع والتغيرات في أسعار الكهرباء على قرار الاستثمار في أنظمة الطاقة الشمسية المنزلية. تشير النتائج إلى أن التطور التكنولوجي المرتفع قد يؤدي إلى تأجيل التبني بسبب توقع المستهلك لانخفاض التكاليف المستقبلية مما يجعل الانتظار أكثر فائدة. وفي ظل غياب الحوافز يمكن أن يحدث تحول كبير نحو الطاقة الشمسية خلال 30 عاماً نتيجة للتغيرات التكنولوجية وحدها مما يثبت أن هذه التغيرات هي العامل الحاسم في تبني الأنظمة الشمسية أكثر من الحوافز أو الضرائب الكربونية. تقدم الدراسة رؤية قيمة حول تصميم سياسات تعزز من تطوير الابتكار التكنولوجي كوسيلة أساسية لتسريع التحول إلى الطاقة الشمسية بينما تعتبر الحوافز التقليدية أقل تأثيراً خاصة مع ارتفاع معدلات التطور التكنولوجي.

دراسة (Halimatussadiah & Hartono, 2023)

تحت عنوان The Impact of Fiscal Incentives on the Feasibility of Solar Photovoltaic and Wind Electricity Generation Projects

تتناول هذه الدراسة تأثير الحوافز المالية على جدوى مشروعات توليد الكهرباء بالطاقة الشمسية وطاقة الرياح في إندونيسيا. وتُحاكي الدراسة تأثير ستة أنواع من الحوافز المالية بما في ذلك الإعفاءات الضريبية والدعم المالي على تكلفة الطاقة المتجددة. وتركز على 66 مشروعاً مدرجاً في خطة إندونيسيا الوطنية لتوليد الكهرباء. تشير النتائج إلى أن الإعفاءات الضريبية (Tax Holiday) وتقليل الضرائب (Tax Allowance) هما الأكثر فعالية في تقليل تكلفة الكهرباء مقارنة بسياسات الدعم الأخرى. وتظهر المشاريع الشمسية

حساسية أعلى لهذه التدخلات مقارنة بمشاريع طاقة الرياح نظرًا لاعتمادها الكبير على المساحات الكبيرة وصغر حجمها النسبي. توفر الدراسة توصيات سياسية لتعزيز التحول نحو الطاقة المتجددة في البلدان النامية مع التأكيد على أهمية الحوافز المالية لتشجيع الاستثمار في المراحل الأولية من المشاريع مع تقليل تدخل الحكومة تدريجيًا لصالح آليات السوق.

دراسة (Mamalyga، 2024)

تحت عنوان Feasibility Study for the Implementation of Solar Power Plants in the USA

تناولت هذه الدراسة تحليل الجدوى الاقتصادية لإنشاء محطات الطاقة الشمسية في الولايات المتحدة مع التركيز على ولايات نيو جيرسي نيو مكسيكو وميشيغان. شملت الدراسة حساب متوسط تكلفة تركيب أنظمة شمسية بسعة 6 كيلوواط مع تطبيق إعفاء ضريبي بنسبة 26% واستهلاك الطاقة الشهري للأسر وأسعار الكهرباء. تشير النتائج إلى أن إنشاء محطات الطاقة الشمسية يمكن أن يكون مربحًا في ظل الارتفاع المستمر لأسعار الكهرباء المنتجة من المصادر التقليدية. ومع ذلك فإن استقرار أسعار الكهرباء يجعل الاستثمار في الطاقة الشمسية أقل جاذبية. توصي الدراسة بضرورة تطوير تقنيات تخزين وإنتاج الطاقة لتقليل تأثير عدم استقرار مصادر الطاقة المتجددة على الشبكات الكهربائية. كما أشارت إلى أن التطورات التكنولوجية المستمرة ستساهم في خفض تكاليف التركيب وزيادة كفاءة الألواح الشمسية. ومع ذلك أكدت الدراسة على تحدٍ رئيسي يتمثل في الحاجة إلى مساحات كبيرة لتركيب الألواح مما يقصر إمكانية الإنتاج المركزي للطاقة الشمسية على المناطق غير الصالحة للسكن أو النشاط الاقتصادي.

دراسة (Solangi & Saidur, 2011)

تحت عنوان A Review on Global Solar Energy Policy

تستعرض هذه الدراسة السياسات العالمية للطاقة الشمسية بهدف تخفيف الاعتماد على الوقود الأحفوري وتعزيز الإنتاج المحلي للطاقة. تُظهر الدراسة أن أنظمة مثل التعرفة التفضيلية (FIT) ومعايير الحافظة المتجددة (RPS) هي الأكثر فعالية في دعم استخدام تقنيات الطاقة المتجددة على مستوى العالم. تشير الإحصائيات إلى أن السعة المركبة عالميًا للطاقة الشمسية بلغت 22928.9 ميجاواط في عام 2009 بزيادة قدرها 46.9% مقارنة بعام 2008. وتتناول الدراسة سياسات الطاقة الشمسية في عدة دول مع مقارنة وضع ماليزيا مع الدول الرائدة. توصلت الدراسة إلى أن السياسات الداعمة مثل الحوافز المالية والتعرفة التفضيلية تلعب دورًا كبيرًا في تحفيز الاستثمار في تقنيات الطاقة المتجددة. كما تُبرز أهمية التركيز على الاستدامة وخفض التأثيرات البيئية من خلال توجيه الاستثمارات نحو الطاقة الشمسية. تشجع الدراسة صناعات القرار على تبني استراتيجيات فعالة لدعم الطاقة الشمسية مثل تقديم الإعفاءات الضريبية وتمويل مشاريع البحوث والتطوير لتحقيق التوازن بين التنمية الاقتصادية وتقليل الانبعاثات الكربونية.

دراسة (Schulte & Bruckner, 2022)

تحت عنوان A Meta-Analysis of Residential PV Adoption

تتناول هذه الدراسة تحليل التوجهات نحو اعتماد الأنظمة الشمسية الكهروضوئية (PV) في المنازل باستخدام تحليل تلوي ونموذج معادلات هيكلية. ركزت الدراسة على استكشاف العلاقة بين المتغيرات الديموغرافية والسلوكيات البيئية والتحفيزات الابتكارية وتأثيرها على نوايا تبني الأنظمة الشمسية. أظهرت النتائج أن إدراك الفوائد يمثل أقوى مؤشر على نية التبني يليه العوامل الاجتماعية مثل المعايير الذاتية في حين أن التأثير المباشر للمتغيرات الديموغرافية (مثل الدخل والتعليم) كان ضعيفًا وغير متسق. كذلك وجد أن المخاوف البيئية والسعي إلى الابتكار يساهمان بشكل غير مباشر في زيادة الإدراك الإيجابي للفوائد. توصي الدراسة بتوجيه السياسات نحو تعزيز إدراك الفوائد الشخصية والبيئية مع تقليل الحواجز التقنية والاجتماعية التي تعيق التبني. كما تؤكد على أهمية إجراء المزيد من الدراسات لفهم تأثير هذه العوامل في سياقات مختلفة ودورها في دعم التحول إلى الطاقة المتجددة.

دراسة (Simpson & Clifton, 2017)

تحت عنوان Testing Diffusion of Innovations Theory with Data

تناولت هذه الدراسة تأثير الحوافز المالية على تبني الأنظمة الشمسية المنزلية في أستراليا استنادًا إلى نظرية انتشار الابتكارات. أظهرت النتائج أن الحوافز المالية ساهمت في تعزيز تبني الأنظمة من خلال تقليل فترة استرداد التكلفة وزيادة الجدوى الاقتصادية. كما أوضحت أن الحوافز جذبت مجموعة جديدة من المستهلكين تختلف عن المتبنين الأوائل الذين كانوا يركزون على الجوانب التقنية.

والبيئية. أكدت الدراسة أن 70% من المشاركين اعتبروا الحوافز عنصرًا رئيسيًا في اتخاذ القرار وأن غياب الحوافز كان سيؤدي إلى تقليل معدلات التبني. ومع ذلك أظهرت النتائج أن المتبنين الذين ركزوا على الحوافز المالية كانوا أقل معرفة بالجوانب التقنية والبيئية مما قد يقلل من احتمالية إعادة التبني في المستقبل. توصي الدراسة بضرورة توفير معلومات شاملة للمستهلكين حول تكاليف وفوائد الأنظمة الشمسية لتعزيز قرارات التبني عالية الجودة بالإضافة إلى توجيه الحوافز نحو الفئات ذات الدخل المنخفض لتحقيق مزيد من العدالة الاجتماعية.

دراسة (Zander, 2019)

تحت عنوان: Preferences for and Potential Impacts of Financial Incentives to Install Residential Rooftop Solar Photovoltaic Systems in Australia

تستعرض الدراسة تفضيلات وتأثيرات الحوافز المالية لتركيبة أنظمة الطاقة الشمسية المنزلية في أستراليا مع التركيز على كيفية تأثير تغييرات هذه الحوافز على قرارات الأفراد بشأن تبني الأنظمة الشمسية. استخدم الباحثون نموذج اختيار لتقييم السيناريوهات المختلفة وأظهرت النتائج أن أهم عاملين مؤثرين على قرارات التبني هما: تكاليف التركيب وضمان بيع الكهرباء الزائدة. حوالي ثلث المشاركين كانوا حساسون للتكاليف والحوافز المالية وقد يمتنعون عن التبني إذا تم تقليص الدعم بشكل كبير. بينما يفضل البعض تكاليف تركيب منخفضة كانت هناك فئة أخرى غير متحمسة للاستفادة من الحوافز المقدمة مما يشير إلى وجود تفاوت في أولويات المستهلكين. توصي الدراسة بتصميم سياسات أكثر مرونة تلبي احتياجات المجموعات المختلفة مع ضمان استدامة الدعم المالي لتحفيز المزيد من التبني للطاقة الشمسية.

دراسة (Hanger, Komendantova, & Patt, 2016)

تحت عنوان: Community Acceptance of Large-Scale Solar Energy Installations in Developing Countries

تركز هذه الدراسة على تقييم قبول المجتمع المحلي لمشروع "نور 1" للطاقة الشمسية المركزة (CSP) في ورزازات المغرب. تشير النتائج إلى أن قبول المجتمع للمشروع مرتفع للغاية (91%) إما مؤيدون تمامًا أو مؤيدون) بسبب التصور الإيجابي للأثر البيئي للطاقة الشمسية مقارنة بالوقود الأحفوري. مع ذلك أظهر المشاركون مستوى منخفضًا من المعلومات حول المشروع حيث شعر 45% منهم بأنهم غير مطلعين بشكل كافٍ. من المثير للاهتمام أن الدعم للمشروع كان أعلى بين الأقل اطلاعًا مما يشير إلى احتمالية تأثير نقص المعلومات على تعزيز القبول الاجتماعي. تشير الدراسة أيضًا إلى توقعات إيجابية بشأن الآثار الاقتصادية والاجتماعية مثل خلق فرص عمل وخفض تكاليف الكهرباء على الرغم من وجود قلق بشأن توزيع الفوائد بين الفئات الاجتماعية. ومع ذلك أظهرت البيانات أن التوقعات المرتفعة قد تتعرض لخطر الفشل إذا لم تُلب هذه التوقعات على المدى الطويل. توصي الدراسة بزيادة شفافية المعلومات المقدمة للسكان المحليين وتقديم فرص المشاركة في عملية التخطيط والتنفيذ لضمان استدامة الدعم المجتمعي على المدى الطويل.

دراسة (Bunea, 2020)

تحت عنوان: What Do Adoption Patterns of Solar Panels Observed So Far Tell About Governments' Incentive? Insights from Diffusion Models

تستعرض الدراسة أنماط تبني الألواح الشمسية وتأثير الحوافز الحكومية باستخدام نموذج "باس" العام (GBM) لتحليل بيانات انتشار الألواح الشمسية في 26 دولة خلال الفترة من 1992 إلى 2016. أظهرت النتائج أن الأسواق الشمسية تعتمد بشكل كبير على الحوافز المالية مما يؤدي إلى موجات قصيرة من التبني تتوقف عند انتهاء الحوافز. بينما تدفع هذه الحوافز النمو على المدى القصير إلا أنها تفشل في تعزيز اعتماد مستدام على المدى الطويل مما يؤدي إلى ضعف تأثير الطاقة الشمسية كبديل دائم للطاقة التقليدية. تشير الدراسة إلى أن الاعتماد المفرط على الحوافز قد يعيق الابتكار الذاتي وتطوير التقنيات الداعمة للطاقة الشمسية وتوصي بتصميم سياسات توازن بين الحوافز المالية وتطوير السوق المستقل لضمان استدامة التبني.

دراسة (Gerarden, 2018)

تحت عنوان: Demanding Innovation: The Impact of Consumer Subsidies on Solar Panel Production Costs

تناقش هذه الدراسة تأثير الحوافز المالية الموجهة للمستهلكين على تكاليف إنتاج الألواح الشمسية من خلال تحليل سوق عالمي. تظهر النتائج أن الحوافز المالية تزيد الطلب بشكل كبير مما يؤدي إلى تحفيز الشركات على الاستثمار في الابتكار لتقليل التكاليف بمرور الوقت. أشارت الدراسة إلى أن الحوافز التي قدمت خلال الفترة من 2010 إلى 2015 أدت إلى زيادة بنسبة 49% في تبني الألواح الشمسية عالميًا وأسهمت بأكثر من 15 مليار دولار من الفوائد الاجتماعية الخارجية. كما وجدت الدراسة أن الابتكارات الناجمة عن هذه الحوافز رفعت الفوائد الاجتماعية بنسبة 22% إضافية. وتوصي الدراسة بسياسات تحفيزية منسقة على المستوى الدولي لمعالجة التغير المناخي بفعالية حيث أظهرت أن الحوافز المقدمة في دولة واحدة يمكن أن تحفز الابتكار الذي ينتقل أثره الإيجابي إلى دول أخرى.

دراسة (Gouchoe, Everette, & Haynes, 2002)

تحت عنوان Case Studies on the Effectiveness of State Financial Incentives for Renewable Energy

تناولت الدراسة تأثير الحوافز المالية الحكومية على تعزيز استخدام تقنيات الطاقة المتجددة في ست ولايات أمريكية وركزت على برامج الحوافز الضريبية وبرامج دعم تكلفة المعدات وبرامج القروض منخفضة الفائدة. أظهرت النتائج أن الحوافز الضريبية كانت عاملاً مساعداً في تشجيع الاستثمار لكنها لم تكن الدافع الأساسي لاتخاذ قرار الشراء. من جهة أخرى أثبتت برامج دعم تكلفة المعدات فعاليتها الكبيرة في زيادة تبني الأنظمة الشمسية خاصة عندما تكون المبالغ المدعومة كافية لجذب المستخدمين. أما برامج القروض منخفضة الفائدة فقد لعبت دوراً داعماً للعملاء غير القادرين على تحمل التكاليف الأولية لكنها لم تكن محفزاً رئيسياً لنمو السوق. خلصت الدراسة إلى أن الحوافز المالية يجب أن تكون جزءاً من استراتيجية شاملة تشمل التوعية والتعليم وضمان الجودة مع تقديم حوافز طويلة الأجل يتم تقليلها تدريجياً مع تطور السوق ونضجه. كما أشارت إلى أهمية التعاون مع شركات المرافق لضمان سهولة عمليات الاتصال بالشبكة وتحقيق فاعلية البرامج.

دراسة (Lopez-Ruiz, Blazquez, & Vittorio, 2019)

تحت عنوان: Assessing Residential Solar Rooftop Potential in Saudi Arabia Using Nighttime Satellite Images: A Study for the City of Riyadh

تناولت الدراسة تحليل جدي تركيب أنظمة الطاقة الشمسية على أسطح المنازل في الرياض باستخدام صور الأقمار الصناعية الليلية. أظهرت النتائج أن الطاقة القصوى الإجمالية التي يمكن إنتاجها من الأنظمة الشمسية السكنية في الرياض تبلغ حوالي 400 ميغاواط. ومع ذلك فإن تسعيرة الكهرباء الحالية لا تحفز انتشار هذه الأنظمة حتى مع انخفاض تكاليف الاستثمار في التكنولوجيا. تشير الدراسة إلى أن الاستثمار في الأنظمة الشمسية المنزلية ليس اقتصادياً في ظل التسعيرة الحالية بينما تعد المشاريع الضخمة للطاقة الشمسية خياراً أكثر كفاءة. تقترح الدراسة نموذج عمل بديل يعتمد على إنشاء حقول شمسية على مستوى الأحياء حيث يمكن توزيع تكاليف البنية التحتية على عدد أكبر من المشتركين مما يقلل من التكلفة الثابتة لكل وحدة. توصي الدراسة بسياسات تسعيرية وابتكارات تجارية تدعم التحول إلى الطاقة الشمسية مع التركيز على تخفيض الاعتماد على النفط في إنتاج الكهرباء ما يساهم في تحسين العوائد الاقتصادية للمملكة.

دراسة (Alrashoud & Tokimatsu, 2019)

تحت عنوان Factors Influencing Social Perception of Residential Solar Photovoltaic Systems in Saudi Arabia

تتناول هذه الدراسة قبول المجتمع لأنظمة الطاقة الشمسية المنزلية في المملكة العربية السعودية وتأثير العوامل الاجتماعية والاقتصادية على تبنيها. باستخدام نظرية انتشار الابتكارات استهدفت الدراسة 1498 مشاركاً من مختلف مناطق المملكة عبر استبيان إلكتروني. أظهرت النتائج أن الأغلبية العظمى من المشاركين (97%) لديهم تصور إيجابي عن الأنظمة الشمسية المنزلية مع تفاوت بسيط بين المناطق. أشير إلى أن الفوائد غير المالية مثل حماية البيئة وتقليل الانبعاثات تُعد من العوامل الرئيسية التي تدفع للتبني بينما كانت تكلفة التركيب العامل الأكثر تأثيراً في تثبيط التبني. توصي الدراسة بتطوير سياسات توعوية لتعزيز فهم المجتمع للفوائد البيئية والاقتصادية للطاقة الشمسية بالإضافة إلى تقديم حوافز مالية مثل القروض منخفضة الفائدة أو الإعفاءات الضريبية لتقليل التكلفة الأولية على المستهلكين مما قد يساهم في تحقيق التحول نحو الطاقة المستدامة في المملكة.

تحت عنوان Rooftop Solar PV Policy Assessment of Global Best Practices and Lessons Learned for the Kingdom of Saudi Arabia

تناقش الدراسة تقييم سياسات أنظمة الطاقة الشمسية على الأسطح وتطبيقها في المملكة العربية السعودية مع الاستفادة من أفضل الممارسات العالمية في هذا المجال. ركزت الدراسة على السياسات المعتمدة في سبع دول رائدة (الصين الولايات المتحدة ألمانيا إيطاليا إسبانيا اليابان والهند) لاستكشاف عوامل النجاح في تطبيق أنظمة الطاقة الشمسية السكنية. أظهرت الدراسة أن الدول الناجحة تعتمد على سياسات شاملة مثل تعرفة التغذية (FIT) الشهادات الخضراء الإعفاءات الضريبية القروض منخفضة الفائدة وأهداف وطنية واضحة للطاقة المتجددة. كما تشير الدراسة إلى أن المملكة تتمتع بإمكانات هائلة لإنتاج الطاقة الشمسية بفضل موقعها الجغرافي ولكن نسبة إنتاج الكهرباء من الطاقة الشمسية ما زالت أقل من 1%. توصي الدراسة بتبني سياسات تدعم الاستثمار في الأنظمة الشمسية المنزلية مثل تقديم الحوافز المالية تمكين نظام عدادات الطاقة الصافية (Net Metering) وتوفير خيارات تمويل ميسرة من خلال البنوك الوطنية. كما توصي بتطبيق تعرفة تغذية مرنة تُشجع على الاستثمار طويل الأجل مع مراعاة التطورات التكنولوجية. تعتبر هذه السياسات أساسية لتحقيق أهداف رؤية المملكة 2030 في تنويع مصادر الطاقة وتقليل الاعتماد على الوقود الأحفوري.

الإطار النظري

تركز الدراسات المتعلقة بتبني أنظمة الطاقة الشمسية المنزلية على تحليل تأثير السياسات والحوافز في تعزيز الانتشار وتحقيق الاستدامة في استخدام هذه التقنية. يمثل الإطار النظري لهذه الأبحاث أساساً لفهم العلاقة بين العوامل الاقتصادية والاجتماعية والتقنية التي تؤثر على تبني أنظمة الطاقة الشمسية ودور الحوافز الحكومية في تحسين الجدوى الاقتصادية لهذه الأنظمة. تشير دراسة (Crago, 2013) إلى أن حالة عدم اليقين حول الفوائد المستقبلية والتكاليف تمثل عائقاً أمام تبني الأنظمة الشمسية على الرغم من الحوافز السخية المقدمة. استخدمت الدراسة نموذج "قيمة الخيار" لفهم هذا التباطؤ وخلصت إلى أن الأسر تفضل تأجيل القرارات الاستثمارية في ظل عدم وضوح العوائد طويلة الأمد. من جهة أخرى ركزت دراسة (Torani, Rausser, و Zilberman, 2014) على مقارنة الحوافز الابتكارية وحوافز المستهلكين وأظهرت أن الابتكار التكنولوجي السريع يؤدي أحياناً إلى تأجيل التبني بسبب توقع انخفاض التكاليف المستقبلية ما يتطلب سياسات تدعم الابتكار كوسيلة أساسية لتحقيق التحول إلى الطاقة الشمسية. أما دراسة (Halimatussadiah & Hartono, 2023) فقد ركزت على تأثير الحوافز المالية في دعم مشروعات توليد الكهرباء بالطاقة الشمسية في إندونيسيا وأوضحت أهمية الإعفاءات الضريبية في تقليل تكلفة الإنتاج ما يسهم في تشجيع الاستثمار طويل الأجل وتقليل تدخل الحكومة تدريجياً لصالح السوق الحرة. تناولت دراسة (Mamalyga, 2024) الجدوى الاقتصادية لإنشاء محطات طاقة شمسية في الولايات المتحدة وأكدت أن الأسعار المستقرة للطاقة قد تقلل من جاذبية الاستثمار في الأنظمة الشمسية. وشددت على أهمية تطوير تقنيات التخزين لتحسين استقرار الشبكات الكهربائية. من منظور السياسات أوضحت دراسة (Saidur و Solangi, 2011) أهمية الحوافز مثل التعرفة التفضيلية في دعم الاستثمار بالطاقة الشمسية على المستوى العالمي وشجعت على اعتماد استراتيجيات تعزز التوازن بين التنمية الاقتصادية وتقليل الانبعاثات الكربونية. تسلط دراسة (Bruckner و Schulte, 2022) الضوء على إدراك الفوائد البيئية والشخصية كمعامل رئيسية تؤثر على تبني الأنظمة الشمسية المنزلية مما يبرز أهمية تعزيز الوعي المجتمعي ودعم السياسات التحفيزية. من خلال هذه الأبحاث يصبح من الواضح أن تبني الأنظمة الشمسية يعتمد على مزيج من الحوافز الاقتصادية الابتكارات التكنولوجية ووعي المجتمع. يمثل هذا الإطار النظري قاعدة لفهم أفضل للممارسات والسياسات اللازمة لتحقيق الانتقال إلى الطاقة المتجددة بطريقة مستدامة وفعالة اقتصادياً.

الفصل الثالث: منهجية الدراسة

مقدمة

يتناول هذا الفصل منهج الدراسة والطرق والإجراءات التي تم اتباعها من حيث نوع وطبيعة الدراسة بالإضافة إلى توضيح مجتمع الدراسة وعينها وطريقة اختيارها وأداة الدراسة وكيفية اختبار الثبات والصدق فيها والأساليب الإحصائية التي تم استخدامها بغرض اختبار فرضيات الدراسة والإجابة عن أسئلتها وكما يلي:

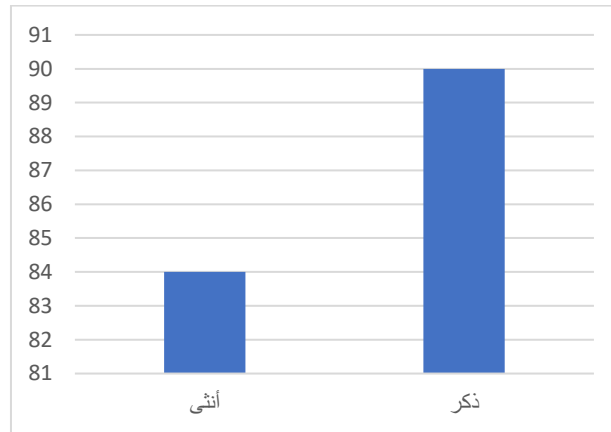
المنهجية وطرق البحث

ستعتمد هذه الدراسة على المنهج التحليلي الذي يهدف إلى جمع البيانات من الأفراد وتحليلها للوصول إلى استنتاجات دقيقة حول تأثير الحوافز الحكومية في تبني أنظمة الطاقة الشمسية المنزلية. تم استخدام عينة إحصائية لتحديد مساحة الأسطح السكنية من خلال برنامج Google Earth وشملت العينة المنازل والبيوت الشعبية في مدن مختلفة بالمملكة العربية السعودية وهي: الرياض الباحة الدمام أبها القصيم المدينة المنورة تبوك جازان جدة حائل حفر الباطن سكاكا عرعر مكة المكرمة ونجران. بالإضافة إلى ذلك تم جمع البيانات من مجموعة من الجهات الحكومية مثل وزارة الطاقة الهيئة العامة للإحصاء مدينة الملك عبد العزيز للعلوم والتقنية مدينة الملك عبد الله للطاقة الذرية والمتجددة الشركة السعودية للكهرباء والهيئة السعودية لتنظيم الكهرباء.

مجتمع البحث

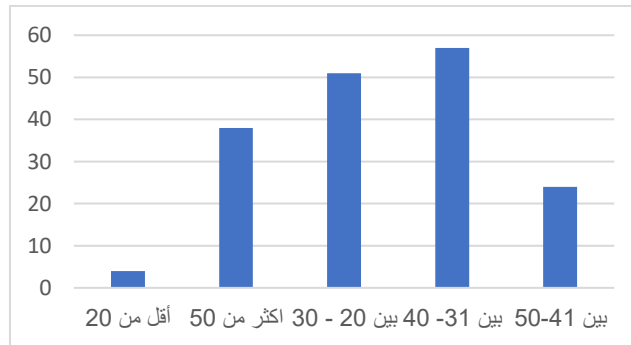
- يتكون مجتمع الدراسة من أفراد يمتلكون وحدات سكنية مختلفة مثل الفلل أو أدوار في الفلل أو شقق (سواء ملك أو مستأجرة) بالإضافة إلى البيوت الشعبية. شارك في الاستبيان الخاص بهذه الدراسة 174 شخصًا توزعوا على النحو التالي:

- الجنس: بلغ عدد المشاركين الذكور 90 شخصًا بينما بلغ عدد المشاركات الإناث 84 شخصًا.



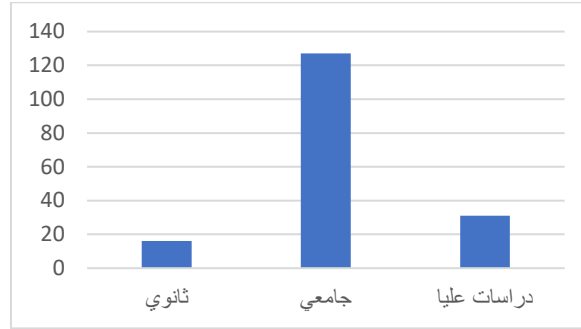
الشكل 1 يوضح الفئات المشاركة في الاستبيان حسب الجنس

- الفئة العمرية: شملت المشاركين 4 أشخاص تقل أعمارهم عن 20 عامًا و 51 شخصًا تتراوح أعمارهم بين 20 و 30 عامًا و 57 شخصًا بين 31 و 40 عامًا و 24 شخصًا بين 41 و 50 عامًا و 38 شخصًا تزيد أعمارهم عن 50 عامًا.



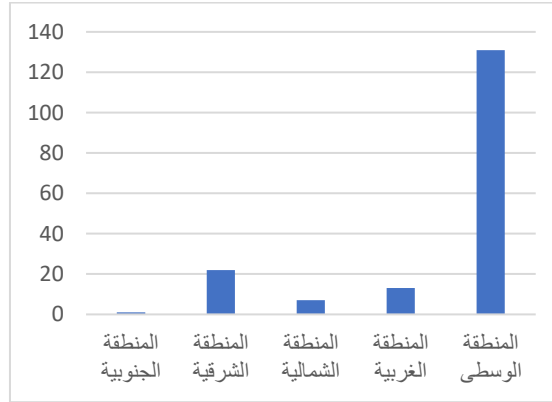
الشكل 2 يوضح الفئات المشاركة في الاستبيان حسب العمر

- **المؤهلات التعليمية:** ضمت العينة 16 شخصاً من حملة الشهادة الثانوية و127 شخصاً حاصلين على شهادات جامعية و31 شخصاً من حملة الدراسات العليا.



الشكل 3 يوضح الفئات المشاركة في الاستبيان حسب المؤهل الدراسي

- **أماكن السكن الحالية:** توزع المشاركون جغرافياً كالتالي: 131 شخصاً من المنطقة الوسطى و22 شخصاً من المنطقة الشرقية و7 أشخاص من المنطقة الشمالية و13 شخصاً من المنطقة الغربية وشخص واحد فقط من المنطقة الجنوبية.



الشكل 4 يوضح الفئات المشاركة في الاستبيان حسب المنطقة

- تم إجراء البحث باستخدام برنامج Google Earth لتحديد مساحات الأسطح الفعلية للمنازل حيث تم قياس أبعاد الأسطح بدقة من خلال أدوات القياس المدمجة في البرنامج. وقد ساهمت هذه العملية في تأكيد مساحات المنازل المذكورة في البيانات المستخلصة من الاستبيان مما يضمن صحة ودقة المعلومات المستخدمة في الدراسة. علاوة على ذلك تم تحديد المناطق الجغرافية التي شملها هذا التحليل بعناية وهي موضحة في الشكل (5) حيث يعكس الشكل المواقع التي تم جمع البيانات منها ومجالات المسح الذي أُجري. وقد أتاح هذا النهج إمكانية التحقق من موثوقية الاستبيان وربط النتائج بالبيانات المكانية الدقيقة مما يعزز من مصداقية النتائج النهائية للدراسة.



الشكل 5 يوضح العينات التي تم احصائها في خريطة المملكة العربية السعودية

حدود البحث

- **الحدود الموضوعية:** ركزت الدراسة على تحليل تأثير الحوافز الحكومية في تبني الأفراد لأنظمة الطاقة الشمسية في منازلهم بالإضافة إلى دراسة أثر هذا التبني على تقليل استهلاك النفط الخام في القطاع السكني داخل المملكة العربية السعودية.
- **الحدود المكانية:** اقتصرَت الدراسة على المنازل والبيوت الشعبية في مختلف مناطق المملكة العربية السعودية.
- **الحدود البشرية:** شملت الدراسة الأفراد المقيمين في المملكة العربية السعودية سواء كانوا مواطنين أو مقيمين.
- **الحدود الزمنية:** تم إجراء الدراسة في إطار زمني محدد لعام 2025م.

الفصل الرابع: النتائج والتوصيات

مقدمة

يلعب تحليل البيانات دوراً محورياً في توجيه القرارات الاستراتيجية المتعلقة بتبني الطاقة الشمسية المنزلية حيث يساهم في تقديم رؤية شاملة حول أنماط الاستهلاك والتحديات المرتبطة بالكفاءة الطاقوية ومدى تأثير الحوافز والسياسات الحكومية على قرارات الاستثمار. من خلال استعراض بيانات تفصيلية حول إنتاج واستهلاك الكهرباء على المستويين الفردي والإقليمي يُمكن فهم الديناميكيات المحيطة باستخدام مصادر الطاقة المتجددة.

تمتاز المملكة العربية السعودية بتنوع بيئاتها المناخية والاقتصادية مما يخلق تباينات واضحة في معدلات استهلاك الطاقة الكهربائية حسب المناطق كما هو موضح في الإحصائيات التي تستعرض نصيب الفرد والمشارك وتوزيع استهلاك الطاقة حسب القطاعات السكنية. تسلط هذه البيانات الضوء على الحاجة لتطوير حلول مستدامة لتلبية الطلب المتزايد خاصة في فصل الصيف مع التركيز على تعزيز استخدام الأنظمة الشمسية لتحسين كفاءة الطاقة وتقليل التكاليف البيئية والمالية.

علاوة على ذلك تشير الدراسات إلى أن الوعي بأهمية الطاقة الشمسية يلعب دوراً رئيسياً في تحفيز الأفراد على تبنيها حيث ترتبط معدلات الوعي بشكل كبير بنوع المساكن ومساحتها. كما تؤكد التحليلات على أهمية السياسات المالية والحوافز الحكومية في تعزيز الجدوى الاقتصادية لأنظمة الطاقة الشمسية. تبرز هذه البيانات الحاجة إلى تصميم سياسات مبتكرة تُعزز الاستثمارات في الطاقة المتجددة وتدعم تحقيق الأهداف البيئية والتنموية.

سيعمل هذا القسم على استعراض أهم البيانات والتحليلات المتعلقة بموضوع الدراسة بما في ذلك توزيع استهلاك الطاقة وتأثير الحوافز المالية ومستوى الوعي المجتمعي وذلك لتقديم توصيات تساهم في تعزيز كفاءة استخدام الطاقة وتوسيع الاعتماد على الأنظمة الشمسية في المملكة.

تحليل البيانات

القسم الأول: الجدوى الاقتصادية والتقنية لمشاريع الطاقة الشمسية المنزلية

• إنتاج واستهلاك الطاقة الكهربائية

وفقاً للبيانات الإحصائية لعام 2021 بلغ إجمالي إنتاج الطاقة الكهربائية في المملكة العربية السعودية 358,637 جيجا واط ساعة في حين بلغ إجمالي استهلاك الطاقة الكهربائية 301,561 جيجا واط ساعة. يُظهر هذا الفارق وجود فائض في الطاقة المنتجة بمقدار 57,076 جيجا واط ساعة مما يعكس قدرة المملكة على تلبية الطلب المحلي بالإضافة إلى تحقيق فائض يمكن استغلاله في التصدير أو التخزين الاستراتيجي.

استهلاك الطاقة الكهربائية للقطاع السكني حسب المناطق

تم تقسيم استهلاك القطاع السكني للطاقة الكهربائية بين المناطق المختلفة كما يلي:

- المنطقة الوسطى: 48,701 جيجا واط ساعة (34.2%).
- المنطقة الغربية: 47,661 جيجا واط ساعة (33.5%).
- المنطقة الشرقية: 27,142 جيجا واط ساعة (19.1%).
- المنطقة الجنوبية: 18,979 جيجا واط ساعة (13.2%).

يبلغ إجمالي استهلاك القطاع السكني 142,484 جيجا واط ساعة مما يُمثل 47.3% من إجمالي استهلاك الطاقة الكهربائية في المملكة. يُلاحظ أن المنطقة الوسطى هي الأعلى استهلاكاً تليها المنطقة الغربية وهو ما يعكس التباينات السكانية والأنشطة الاقتصادية بين المناطق.

استهلاك القطاع السكني من الكهرباء				
142,484 جيجا واط			47.2%	
المنطقة الوسطى	المنطقة الشرقية	المنطقة الغربية	المنطقة الشمالية	المنطقة الجنوبية
48,701.23 جيجا واط 34.18%	27,142.49 جيجا واط 19.05%	47,661.13 جيجا واط 33.45%	-	18,978.75 جيجا واط 13.32%

الجدول 1 يوضح استهلاك القطاع السكني للكهرباء حسب المنطقة

• استيراد وتصدير الكهرباء

تُظهر البيانات المتعلقة بحركة استيراد وتصدير الكهرباء ما يلي:

- استيراد الكهرباء 308: جيجا واط ساعة من خلال هيئة الربط الكهربائي الخليجي.
- تصدير الكهرباء 352: جيجا واط ساعة إلى هيئة الربط الكهربائي الخليجي.

يُلاحظ أن كمية الكهرباء المُصدرة تفوق الكمية المستوردة بفارق 44 جيجا واط ساعة مما يشير إلى دور المملكة كمصدر صافي للطاقة الكهربائية في المنطقة الخليجية ويؤكد وجود فائض في الطاقة المنتجة.

نصيب الفرد والمشارك من الطاقة الكهربائية المستهلكة

- عدد السكان: 34,110,821 نسمة.
- عدد المشتركين: 10,521,392 مشترك.
- إجمالي الطاقة الكهربائية المستهلكة: 301,561 جيجا واط ساعة.
- نصيب الفرد: 8,841 كيلو واط ساعة/فرد.
- نصيب المشترك: 28,662 كيلو واط ساعة/مشترك.

يُظهر نصيب المشترك من الطاقة المستهلكة معدلاً أعلى مقارنة بنصيب الفرد مما يُعزى إلى طبيعة المشتركين (سواء كانوا سكنيين أو صناعيين أو تجاريين) واختلاف أنماط الاستهلاك. هذا الفارق يعكس مستوى مرتفعاً من استهلاك الكهرباء يتطلب دراسة لتحسين كفاءة الاستخدام وإدارة الطلب. وتشير تحليل البيانات إلى وجود فائض كبير بين إنتاج واستهلاك الطاقة الكهربائية في المملكة مما يعكس فرصاً واعدة لزيادة صادرات الطاقة أو تطوير تقنيات مبتكرة لتخزينها. كما يبرز التفاوت في استهلاك القطاع السكني بين المناطق المختلفة وهو ما يعكس تأثير العوامل المناخية والأنشطة الاقتصادية والكثافة السكانية على نمط الاستهلاك. وعلى المستوى الإقليمي يعزز دور المملكة كمصدر للطاقة في منطقة الخليج أهمية هيئة الربط الكهربائي الخليجي كقناة استراتيجية لتبادل الطاقة مما يدعم استقرار الشبكة الكهربائية الإقليمية. بالإضافة إلى ذلك تشير المعدلات المرتفعة لنصيب المشترك من استهلاك الطاقة إلى الحاجة الملحة لتطوير سياسات تهدف إلى ترشيد الاستهلاك وتحسين كفاءة استخدام الطاقة لضمان استدامة الموارد.

• تحليل احصائيات الطاقة المنزلية

تحليل البيانات الخاصة بإحصاءات استهلاك الطاقة الكهربائية المنزلية لعام 2022 يكشف عن توزيع واضح لكمية وقيمة استهلاك الطاقة الكهربائية على مستوى المناطق الإدارية بالإضافة إلى نسب اهتمام الأسر بترشيد استهلاك الكهرباء. فيما يتعلق بكميات استهلاك الطاقة الكهربائية خلال فصل الشتاء كانت الرياض هي الأعلى استهلاكاً بكمية بلغت 7,051,873,187 كيلو واط ساعة تليها مكة المكرمة بـ 6,905,449,417 كيلو واط ساعة بينما كانت الحدود الشمالية الأقل استهلاكاً بكمية بلغت 455,981,402 كيلو واط ساعة. أما خلال باقي السنة فقد سجلت الرياض أيضاً أعلى كمية استهلاك بواقع 41,758,614,120 كيلو واط ساعة تليها المنطقة الشرقية بـ 22,330,217,673 كيلو واط ساعة في حين كانت منطقة الحدود الشمالية هي الأدنى استهلاكاً بكمية بلغت 1,767,270,866 كيلو واط ساعة.

من حيث القيمة المالية لاستهلاك الكهرباء بلغ إجمالي قيمة الاستهلاك خلال فصل الشتاء في المملكة 5,994,262,439 ريال سعودي بينما بلغ خلال باقي السنة 30,973,187,231 ريال سعودي مما يعكس زيادة كبيرة في الاستهلاك خلال الأشهر الأكثر حرارة وهو ما يتفق مع الطبيعة المناخية للمملكة واعتماد الأسر على التبريد.

أما فيما يتعلق بنسب اهتمام الأسر بترشيد استهلاك الكهرباء فإن البيانات توضح أن غالبية الأسر في مختلف المناطق الإدارية تهتم بترشيد الاستهلاك بدرجات متفاوتة. على مستوى المملكة 91.85% من الأسر أظهرت اهتماماً كبيراً بترشيد الاستهلاك بينما كانت 5.88% من الأسر مهتمة بعض الشيء و2.27% فقط غير مهتمة. من بين المناطق كانت منطقة جازان الأعلى في نسبة الأسر التي تهتم جداً بترشيد الاستهلاك بنسبة بلغت 93.16% تليها الجوف بنسبة 93.09% بينما كانت منطقة الباحة الأدنى بنسبة بلغت 92.00%.

هذه البيانات تعكس وعياً متزايداً لدى الأسر السعودية بضرورة ترشيد استهلاك الكهرباء وهو ما يعكس أهمية التوعية باليات الترشيد وتأثيرها في تخفيف أعباء الاستهلاك على المستوى المالي والبيئي. علاوة على ذلك فإن التفاوت الملحوظ في كميات وقيم الاستهلاك بين المناطق يشير إلى تأثير العوامل الجغرافية والمناخية ومستويات التحضر والبنية التحتية في نمط استهلاك الكهرباء. يعكس هذا أهمية تحسين استراتيجيات كفاءة الطاقة وتوفير حلول مبتكرة لتلبية الطلب المتزايد خاصة خلال فصل الصيف حيث يتزايد استهلاك الكهرباء بشكل كبير لتلبية احتياجات التبريد.

● التقديرات السكانية لعام 2022م وعدد المساكن ونوعها

تحليل البيانات المتعلقة بالمساكن المشغولة بالأسر السعودية وأنواعها في المناطق الإدارية لعام 2022 يظهر أن عدد المساكن الإجمالي بلغ 3,681,927 وحدة سكنية. يتوزع هذا العدد على أنواع متعددة من المساكن تشمل المنازل الشعبية الفلل الشقق والأدوار في منازل شعبية أو في فلل. يُظهر هذا التوزيع اختلافات ملحوظة في تفضيلات السكن بين المناطق وهو ما يرتبط بالعوامل السكانية والاجتماعية والاقتصادية الخاصة بكل منطقة.

في الرياض تُعتبر الفلل هي النوع الأكثر انتشاراً بواقع 395,560 وحدة بينما تأتي الشقق في المرتبة الثانية بـ 288,360 وحدة. تشير هذه الأرقام إلى ميل واضح نحو السكن الفاخر نسبياً في العاصمة مقارنة بالمناطق الأخرى. على النقيض نجد أن المنازل الشعبية لا تزال تحتل نسبة من مساكن المناطق الأقل سكاناً مثل الحدود الشمالية حيث يبلغ عدد المنازل الشعبية فيها 6,552 وحدة فقط.

أما في مكة المكرمة يُلاحظ ارتفاع كبير في عدد المنازل الشعبية مقارنة بالمناطق الأخرى حيث بلغ 183,876 وحدة مما يعكس طبيعة التوسع العمراني التقليدي في المنطقة وأهمية المنازل الشعبية للسكان المحليين. من ناحية أخرى تتركز الشقق في المناطق ذات الكثافة السكانية العالية مثل مكة المكرمة والمدينة المنورة نتيجة للطلب الكبير على السكن القريب من الحرم المكي والمدني.

بالنسبة لاستخدام الطاقة الشمسية في المنازل تشير البيانات إلى نسب متفاوتة بين المناطق. تُعد منطقة الرياض الأعلى استخداماً للطاقة الشمسية بنسبة 2.07% من إجمالي المساكن تليها منطقة حائل بنسبة 2.30%. في المقابل تسجل مناطق مثل الباحة والجوف نسباً أقل حيث بلغت 0.79% و0.93% على التوالي. هذه الأرقام تشير إلى وجود فجوة كبيرة في استخدام الطاقة الشمسية بين المناطق ما يستدعي تعزيز برامج التوعية والدعم الحكومي لتحفيز الانتقال إلى استخدام مصادر الطاقة المتجددة خصوصاً في المناطق التي تشهد معدلات منخفضة.

بناءً على هذه البيانات يبدو أن نمط السكن وتوزيعه الجغرافي يعكس طبيعة الخصائص الاقتصادية والديموغرافية للمناطق. فالمناطق ذات التوسع الحضري السريع مثل الرياض والمنطقة الشرقية تميل إلى زيادة في عدد الفلل والشقق في حين أن المناطق الأقل كثافة مثل الحدود الشمالية والباحة تظهر أنماطاً تقليدية في اختيار نوع السكن. من ناحية أخرى يمثل التفاوت في تبني الطاقة الشمسية فرصة كبيرة لتحسين كفاءة الطاقة على مستوى المساكن مما يتطلب تكثيف الجهود لزيادة الوعي حول فوائد استخدام الطاقة المتجددة ودعم التحول نحوها على مستوى المملكة.

● حساب الإنتاج والاستهلاك

تم إجراء دراسة تحليلية لتقييم إنتاج واستهلاك الطاقة الشمسية في المناطق السكنية بالمملكة العربية السعودية حيث اعتمدت الدراسة على بيانات مستخلصة من برامج وأدوات تحليلية مثل "Google Earth" و"بوابة شمسي". هدفت الدراسة إلى تحديد قدرة الأسطح المنزلية على إنتاج الطاقة الشمسية وتقدير الفائض أو العجز في الإنتاج مقارنة بالاستهلاك في كل منطقة.

بدأت الدراسة بحساب متوسط مساحات الأسطح المنزلية في المملكة باستخدام أدوات القياس المتوفرة في برنامج Google Earth. أظهرت النتائج أن متوسط مساحة الأسطح يختلف من منطقة إلى أخرى حيث بلغ 257.19 متر مربع في المنطقة الوسطى و278.26 متر مربع في المنطقة الشرقية و320.93 متر مربع في المنطقة الغربية و308.02 متر مربع في المنطقة الشمالية و287.73 متر مربع في المنطقة الجنوبية. تم استخدام هذه المساحات لحساب حجم الأنظمة الشمسية التي يمكن تركيبها على الأسطح المنزلية في كل منطقة. أظهرت الحسابات أن حجم النظام الشمسي لكل منزل يبلغ 48.87 كيلوواط في المنطقة الوسطى و52.87 كيلوواط في المنطقة الشرقية و60.98 كيلوواط في المنطقة الغربية و58.52 كيلوواط في المنطقة الشمالية و54.67 كيلوواط في المنطقة الجنوبية بينما بلغ متوسط حجم النظام على مستوى المملكة 55.18 كيلوواط لكل منزل.

اعتمادًا على بيانات بوابة شمسي تم تقدير الإنتاج السنوي للطاقة الشمسية لكل منزل بناءً على حجم النظام. أظهرت النتائج أن المنازل في المنطقة الوسطى تنتج ما متوسطه 86872.22 كيلوواط/ساعة سنوياً بينما تنتج المنازل في المنطقة الشرقية 96704.31 كيلوواط/ساعة سنوياً. أما المنازل في المنطقة الغربية فتنتج حوالي 114545.67 كيلوواط/ساعة سنوياً في حين تنتج المنازل في المنطقة الشمالية 112005.10 كيلوواط/ساعة سنوياً وتنتج المنازل في المنطقة الجنوبية 104471.96 كيلوواط/ساعة سنوياً. وبلغ متوسط الإنتاج السنوي لجميع المنازل في المملكة 102919.85 كيلوواط/ساعة سنوياً لكل منزل.

استناداً إلى إحصائيات الهيئة العامة للإحصاء تم الحصول على بيانات حول عدد المنازل والبيوت الشعبية في المملكة. وُجد أن عدد المنازل يبلغ 567557 منزلاً في المنطقة الوسطى و233888 منزلاً في المنطقة الشرقية و399884 منزلاً في المنطقة الغربية و173174 منزلاً في المنطقة الشمالية و385725 منزلاً في المنطقة الجنوبية مما يجعل الإجمالي 1760228 منزلاً على مستوى المملكة. بناءً على هذه البيانات تم حساب الإنتاج الإجمالي للطاقة الشمسية لكل منطقة عن طريق ضرب عدد المنازل في حجم النظام الشمسي. أظهرت النتائج أن الإنتاج الإجمالي بلغ 49304.94 جيجاوات/ساعة سنوياً في المنطقة الوسطى و22617.98 جيجاوات/ساعة سنوياً في المنطقة الشرقية و45804.98 جيجاوات/ساعة سنوياً في المنطقة الغربية و19396.37 جيجاوات/ساعة سنوياً في المنطقة الشمالية و40297.45 جيجاوات/ساعة سنوياً في المنطقة الجنوبية. بلغ إجمالي الإنتاج المتوقع على مستوى المملكة 177421.71 جيجاوات/ساعة سنوياً.

تم أيضاً حساب الفرق بين الإنتاج والاستهلاك لتحديد الفائض أو العجز في كل منطقة. أظهرت النتائج أن المنطقة الوسطى حققت فائضاً في الإنتاج بلغ 603.71 جيجاوات/ساعة بينما سجلت المنطقة الشرقية عجزاً قدره 4524.51 جيجاوات/ساعة والمنطقة الغربية عجزاً قدره 1856.15 جيجاوات/ساعة. في المقابل سجلت المنطقة الشمالية فائضاً قدره 19396.37 جيجاوات/ساعة والمنطقة الجنوبية فائضاً قدره 21318.70 جيجاوات/ساعة. وعند جمع الفائض والعجز في جميع المناطق تبين أن إجمالي الفائض في الإنتاج على مستوى المملكة بلغ 34938.11 جيجاوات/ساعة سنوياً.

المنطقة	متوسط مساحة السطح	حجم النظام (ك.و لكل منزل)	المجموع السنوي للطاقة المنتجة ك.و/ساعة لكل منزل	عدد الفلل والبيوت الشعبية حسب المنطقة	الإنتاج التقريبي للمنطقة من الطاقة الشمسية لكل المنازل والبيوت الشعبية ج.و/ساعة	اجمالي الفرق بين الإنتاج والاستهلاك بين المناطق ج.و/ساعة
المنطقة الوسطى	257.19	48.87	86,872.22	567,557	49,304.94	603.71
المنطقة الشرقية	278.26	52.87	96,704.31	233,888	22,617.98	-4524.51
المنطقة الغربية	320.93	60.98	114,545.67	399,884	45,804.98	-1856.15
المنطقة الشمالية	308.02	58.52	112,005.10	173,174	19,396.37	19396.37
المنطقة الجنوبية	287.73	54.67	104,471.96	385,725	40,297.45	21318.70
الإجمالي والمتوسطات	المتوسط	متوسط حجم النظام	المتوسط السنوي للطاقة المنتجة ك.و/ساعة	اجمالي الفلل والبيوت الشعبية	اجمالي الإنتاج التقريبي ج.و/ساعة	اجمالي الفرق بين الإنتاج والاستهلاك ج.و/ساعة
	290.426	55.18	102,919.85	1,760,228	177,421.71	34,938.11

الجدول 2 يوضح أجمالي الفرق بين الإنتاج والاستهلاك حسب المنطقة

• حساب عدد وقيمة التوفير في استهلاك النفط (السيناريو المثالي)

○ عدد براميل النفط المستهلكة

تم عمل دراسة تحليلية عن عدد براميل النفط التي سيتم توفيرها في حالة تم تركيب الأنظمة الشمسية في جميع الفلل والبيوت الشعبية في المملكة العربية السعودية. من خلال الجدول (3) نرى أنه تم تقسيم الجدول إلى 5 مناطق في المملكة العربية السعودية. وتم حساب عدد براميل النفط الخام المستهلكة لتوليد الكهرباء لهذه المناطق عن طريق معرفة إنتاج برميل النفط الخام الواحد من الطاقة، تعتمد هذه القيمة على كفاءة محطات التوليد ولكن في المتوسط يكون إنتاج برميل النفط الواحد حوالي 450 كيلو واط. من خلال معرفة متوسط إنتاج برميل النفط يمكننا حساب عدد براميل النفط المستهلكة لتوليد الكهرباء في المملكة العربية السعودية من خلال المعادلة التالية:

$$301561Gw \times 1000000 = 301561000000 Kw$$

$$\frac{301561000000 Kw}{450 Kw/Barrel} = 670136333 Barrel/year$$

من خلال المعادلة السابقة تم ضرب استهلاك الطاقة الإجمالي في المملكة العربية السعودية 301561 جيجا واط في 1 مليون لنتمكن من اظهار الناتج بالكيلو واط ساعة وبقسمة هذا الناتج على 450 كيلو واط يظهر لنا ان عدد البراميل النفط المستهلكة لتوليد الكهرباء في المملكة هي 670136333 برميل سنوياً. هذه الاعتبارات قد لا تكون صحيحة بسبب ان يدخل في توليد الكهرباء أمور أخرى

غير برميل النفط مثلا الطاقة المتجددة وغيرها ولكن سنركز في هذه النقطة على برميل النفط فقط. أيضا من خلال معلومات وإحصائيات هيئة العامة للإحصاء وجدنا معلومة تفيد بأن القطاع السكني يستهلك 142484 جيجا واط وبفس المعادلة

$$142484 \text{ Gw} \times 1000000 = 142484000000 \text{ Kw}$$

$$\frac{142484000000 \text{ Kw}}{450 \text{ Kw/Barrel}} = 316630222.22 \text{ Barrel/year}$$

يتم حساب عدد براميل النفط الخام المستخدمة لتوليد القطاع السكني حيث 142484 جيجا واط مضروبة بـ 1 مليون يساوي قيمة الاستهلاك بالكيلو واط بعد ذلك يتم تقسيم هذا الناتج على 450 وهو انتاج برميل النفط الخام يظهر لنا ان استهلاك القطاع السكني من برميل نفط يساوي 316630222.22 برميل نفط سنويا وهو ما يعادل 42.2% من العدد الاجمالي للبراميل المنتجة.

○ استهلاك المناطق من برميل النفط للقطاع السكني فقط

الان وبعد معرفة عدد براميل النفط المستهلكة للقطاع السكني يمكننا توزيع هذه البراميل على حسب استهلاك كل منطقة وهي بالمعادلة التالية:

$$\text{Residential sector consumption of oil barrels} \times \text{percentage of regional consumption}$$

المنطقة الوسطى:

$$316630222.22 \times 34.18\% = 108224956 \text{ Barrel/year}$$

المنطقة الشرقية

$$316630222.22 \times 19.05\% = 60316644 \text{ Barrel/year}$$

المنطقة الغربية

$$316630222.22 \times 33.45\% = 105913622 \text{ Barrel/year}$$

المنطقة الشمالية: بسبب عدم توفر البيانات وبعد سؤال هيئة الإحصاء وجدنا انه تم ضم المنطقة الشمالية مع المنطقة الشرقية في معادلة استهلاك الكهرباء

المنطقة الجنوبية:

$$316630222.22 \times 13.32\% = 42175000 \text{ Barrel/year}$$

○ حساب عدد براميل النفط الخام التي سيتم توفيرها بسبب الطاقة الشمسية

يتم حساب عدد براميل النفط الخام التي سيتم توفيرها بسبب الطاقة الشمسية من خلال المعادلة التالية:

$$\frac{\text{Approximate production of solar energy in the region for all homes and popular houses (Gw)} \times 1000000}{\text{Oil barrel production (kW)}}$$

المنطقة الوسطى:

$$\frac{49304.94 (Gw) \times 1000000}{450 (Kw)} = 109566526 \text{ Barrel/year}$$

المنطقة الشرقية:

$$\frac{22617.98 (Gw) \times 1000000}{450 (Kw)} = 50262173 \text{ Barrel/year}$$

المنطقة الغربية:

$$\frac{45804.98 (Gw) \times 1000000}{450 (Kw)} = 101788846 \text{ Barrel/year}$$

المنطقة الشمالية:

$$\frac{19396.37 (Gw) \times 1000000}{450 (Kw)} = 43103047 \text{ Barrel/year}$$

المنطقة الجنوبية:

$$\frac{40297.45 (Gw) \times 1000000}{450 (Kw)} = 89549882 \text{ Barrel/year}$$

○ تكاليف انتاج برميل النفط

تم احتساب تكاليف انتاج برميل النفط 25 دولار امريكي ما يساوي 93.75 ريال سعودي وتشمل تكاليف الإنتاج والشحن والنقل والتشغيل والتكاليف الإدارية والبيئية والرأسمالية. وهي حسب متوسطة قد تختلف من وقت لآخر. ولعمل هذي المعادلة كتالي:

Consumption of oil barrels by regions for the residential sector only × 93.75 Saudi Riyal

المنطقة الوسطى:

$$108224956 \text{ Barrel} \times 93.75 \text{ Saudi Riyal} = 10,146,089,583 \text{ Saudi Riyal}$$

المنطقة الشرقية:

$$60316644 \text{ Barrel} \times 93.75 \text{ Saudi Riyal} = 5,654,685,417 \text{ Saudi Riyal}$$

المنطقة الغربية:

$$105913622 \text{ Barrel} \times 93.75 \text{ Saudi Riyal} = 9,929,402,083 \text{ Saudi Riyal}$$

المنطقة الشمالية: لا تتوفر بيانات استهلاك الكهرباء

المنطقة الجنوبية:

$$42175000 \text{ Barrel} \times 93.75 \text{ Saudi Riyal} = 3,953,906,250 \text{ Saudi Riyal}$$

○ حساب العجز/الفائض من براميل النفط لكل منطقة

بعد إيجاد بيانات براميل النفط الخام المستهلكة لكل منطقة وعدد براميل النفط الخام التي سيتم توفيرها بسبب الطاقة الشمسية تكون المعادلة على النحو التالي:

Nu. of barrels of crude oil will be saved due to solar energy – consumption of barrels oil for the residential

المنطقة الوسطى:

$$109566526 \text{ (Barrel)} - 108224956 \text{ (Barrel)} = 1341570 \text{ Barrel}$$

المنطقة الشرقية:

$$50262173 \text{ (Barrel)} - 60316644 \text{ (Barrel)} = -10054472 \text{ Barrel}$$

المنطقة الغربية:

$$101788846 \text{ (Barrel)} - 105913622 \text{ (Barrel)} = -4124776 \text{ Barrel}$$

المنطقة الشمالية: بسبب عدم وجود إحصائية لاستهلاك المنطقة الشمالية تم الاكتفاء بحساب براميل النفط التي سيتم توفيرها

$$43103047 \text{ Barrel}$$

المنطقة الجنوبية:

$$89549882 \text{ (Barrel)} - 42175000 \text{ (Barrel)} = 47374882 \text{ Barrel}$$

○ حساب قيمة العجز/الفائض في استهلاك برميل النفط

وبعد ظهور هذي النتائج ومن خلال المعطيات يمكننا حساب تكلفة التوفير او العجز في استهلاك براميل النفط بالريال السعودي من خلال المعادلة التالية:

$$\text{Deficit\&Surplus Account (Barrel)} \times 93.75 \text{ (Saudi Riyal)}$$

المنطقة الوسطى:

$$1341570 \text{ (Barrel)} \times 93.75 \text{ (Saudi Riyal)} = 125,772,201 \text{ Saudi Riyal}$$

المنطقة الشرقية:

$$-10054472 \text{ (Barrel)} \times 93.75 \text{ (Saudi Riyal)} = -942,606,738 \text{ Saudi Riyal}$$

المنطقة الغربية:

$$-4124776 \text{ (Barrel)} \times 93.75 \text{ (Saudi Riyal)} = -386,697,770 \text{ Saudi Riyal}$$

المنطقة الشمالية:

$$43103047 \text{ (Barrel)} \times 93.75 \text{ (Saudi Riyal)} = 4,040,910,664 \text{ Saudi Riyal}$$

المنطقة الجنوبية:

$$47374882 \text{ (Barrel)} \times 93.75 \text{ (Saudi Riyal)} = 4,441,395,161 \text{ Saudi Riyal}$$

○ المحصلة النهائية لحساب عدد وقيمة التوفير في استهلاك النفط

المحصلة النهائية لهذه الحسابات هي انه تم توفير ما قيمته 7.2 مليار ريال بسبب تبني المنازل للطاقة الشمسية وتم توفير ما يعادل 77 مليون برميل نفط سنوياً. وللتبسيط في الجدول (3) يوضح جميع البيانات التي تم عملها أعلاه.

المنطقة	عدد براميل النفط المستهلكة	إنتاج برميل النفط ك.و	استهلاك المناطق من برميل النفط للقطاع السكني فقط	عدد براميل النفط الخام التي سيتم توفيرها بسبب الطاقة الشمسية	تكاليف إنتاج برميل النفط	حساب العجز/الفائض	قيمة العجز/الفائض في استهلاك براميل النفط
المنطقة الوسطى	670,136,333	450	108,224,956	109,566,526	SAR 10,146,089,583	1341570	SAR 125,772,201
المنطقة الشرقية			60,316,644	50,262,173	SAR 5,654,685,417	-10054472	-SAR 942,606,738
المنطقة الغربية			105,913,622	101,788,846	SAR 9,929,402,083	-4124776	-SAR 386,697,770
المنطقة الشمالية			-	43,103,047	-	43103047	SAR 4,040,910,664
المنطقة الجنوبية			42,175,000	89,549,882	SAR 3,953,906,250	47374882	SAR 4,441,395,161
الإجمالي والمتوسطات			اجمالي استهلاك القطاع السكني من براميل النفط سنوياً	اجمالي براميل النفط الخام التي سيتم توفيرها	اجمالي تكاليف إنتاج براميل النفط	اجمالي العجز/الفائض برميل نفط	اجمالي قيمة العجز/الفائض في استهلاك براميل النفط
			316,630,222	394,270,473.08	SAR 29,684,083,333	77,640,251	SAR 7,278,773,518

الجدول 3 يوضح اجمالي قيمة العجز/الفائض في استهلاك براميل النفط

● حساب قيمة تركيب أنظمة الطاقة الشمسية (السيناريو المثالي)

من خلال البيانات التي أتاحت لنا بعد التحليل يمكننا حساب قيمة تركيب أنظمة الطاقة الشمسية لجميع الفلل والبيوت الشعبية في المملكة العربية السعودية عبر ضرب عدد الفلل والبيوت الشعبية حسب المنطقة في سعر تركيب النظام لكل منزل وهي من خلال الجدول رقم 4. ولحساب سعر تركيب النظام لكل منزل يتم ضرب تكلفة تركيب 1 كيلو واط من الطاقة الشمسية في حجم النظام (ك.و). حيث انه سعر تركيب نظام طاقة شمسية للمنطقة الوسطى 122175 ريال سعودي. المنطقة الشرقية 132175 ريال سعودي. المنطقة الغربية 152450 ريال سعودي. المنطقة الشمالية 146300 ريال سعودي. المنطقة الجنوبية 136675 ريال سعودي.

المنطقة	تكلفة تركيب 1 كيلو واط من الطاقة الشمسية	قيمة استهلاك الطاقة الكهربائية في جميع المساكن على مستوى المناطق الإدارية السنوي	سعر تركيب النظام لكل منزل	سعر التركيب النظام لجميع المنازل والبيوت الشعبية
المنطقة الوسطى	SAR 2,500	SAR 12,392,456,374	SAR 122,175	SAR 69,341,276,475
المنطقة الشرقية		SAR 5,524,229,430	SAR 132,175	SAR 30,914,146,400
المنطقة الغربية		SAR 11,301,904,446	SAR 152,450	SAR 60,962,315,800
المنطقة الشمالية		SAR 3,040,740,749	SAR 146,300	SAR 25,335,356,200
المنطقة الجنوبية		SAR 4,708,118,671	SAR 136,675	SAR 52,718,964,375
الإجمالي والمتوسطات		قيمة اجمالي استهلاك الطاقة الكهربائية في جميع المساكن في المملكة العربية السعودية	متوسط سعر تركيب النظام لكل منزل في جميع انحاء المملكة العربية السعودية	اجمالي سعر تركيب النظام الشمسي لجميع مناطق المملكة العربية السعودية
		SAR 36,967,449,670	SAR 137,955	SAR 239,272,059,250

الجدول 4 يوضح اجمالي سعر تركيب النظام الشمسي لجميع مناطق المملكة العربية السعودية

القسم الثاني: تأثير مشاريع الطاقة الشمسية المنزلية على الأفراد والبيئة

خلال هذا القسم سيتم اخذ عينة منزل موجود في مدينة الرياض ونريد ان نحسب اثر الفاتورة الشهرية قبل وبعد تركيب الطاقة الشمسية في المنزل. سنأخذ نموذج منزل مساحة الأرض 690 متر مربع ومساحة المنزل 300 متر مربع يشكل المنزل هنا 45% من مساحة الأرض مبني منذ سنوات ويرغب صاحبه في تركيب نظام طاقة شمسية لتقليل استهلاك الكهرباء من الشبكة العامة.



الشكل 6 يوضح المنزل الذي تم تركيب النظام الشمسي

لنتعرف على تصميم المنزل بشكل أكبر: يحتوي المنزل على غرف متعددة تشمل غرفة للأبناء غرفة للبنات لكل منها حمام خاص غرفة نوم رئيسية مع مكتب خاصه للزوج مع حمام خاص مطبخ مع غرفة مخفية تحتوي على أدوات التنظيف وغسالة الملابس غرفة للعاملة المنزلية غرفة معيشة ومجلس للضيوف بالإضافة إلى غرفة الطعام وغرفة للتحكم في الأنظمة الذكية المنزلية وأخيراً مستودع والذي سنستخدمه هنا لوضع العواكس والبطاريات. يوجد في المنزل 9 مكيفات هواء وهذا يشكل تحدياً كبيراً عند التفكير في استهلاك الكهرباء. كما يوجد 7 سخانات ماء موزعة في مختلف دورات المياه والمطبخ. كما يتوفر في المنزل أجهزة عدة مثل غلاية الماء في المطبخ والفرن وسطح الطبخ وبعض الأجهزة الإلكترونية مثل التلفاز وأجهزة الكمبيوتر.

• تحليل استهلاك الكهرباء في المنزل

لتحليل استهلاك الكهرباء نحتاج إلى الرجوع إلى الفواتير الشهرية للمنزل خلال سنة كاملة. من خلال الجدول (5) نلاحظ الفواتير الشهرية حسب الشهر للمنزل والتي سيتم شرحها أسفل الجدول.

الشهر	الاستهلاك (كيلو واط ساعة)	الاستهلاك (كيلو واط ساعة لكل يوم)	الفاتورة الشهرية (ريال سعودي)	الاستهلاك (كيلو واط ساعة) في فترة الصباح	الاستهلاك (كيلو واط ساعة) في فترة المساء	الاستهلاك السنوي (كيلو واط ساعة)
يناير	1278	42.6	230.04	21.3	21.3	33400
فبراير	1302	43.4	234.36	21.7	21.7	
مارس	1450	48.3	261.00	24.2	24.2	
أبريل	1619	54.0	291.42	27.0	27.0	
مايو	2734	91.1	492.12	45.6	45.6	
يون	5322	177.4	957.96	88.7	88.7	
جولاي	5326	177.5	958.68	88.8	88.8	
أغسطس	4961	165.4	892.98	82.7	82.7	
سبتمبر	3144	104.8	565.92	52.4	52.4	
أكتوبر	3306	110.2	595.08	55.1	55.1	
نوفمبر	1771	59.0	318.78	29.5	29.5	
ديسمبر	1187	39.6	213.66	19.8	19.8	

الجدول 5 يوضح الاستهلاك السنوي للمنزل

عند مراجعة الفواتير السابقة نرى أن المنزل يستهلك شهرياً كالتالي:

- 1278 كيلو واط ساعة في شهر يناير
- 1302 كيلو واط ساعة في شهر فبراير
- 1450 كيلو واط ساعة في شهر مارس

إذا واصلنا الاطلاع على الاستهلاك خلال العام سنلاحظ أن استهلاك الكهرباء يرتفع بشكل كبير خلال أشهر الصيف وبالتحديد في يونيو يوليو وأغسطس. هذا الارتفاع الكبير يعود إلى الاستخدام المكثف لأجهزة التكييف بسبب الحرارة العالية في هذه الأشهر مما يشكل تحدياً في تقليل الاستهلاك.

العامود الثالث هو الاستهلاك اليومي للطاقة ومثل ما تم الحديث فيه الاستهلاك اليومي للطاقة يتم حسابه (الاستهلاك الشهري تقسيم 30 يوم).

نلاحظ ان الاستهلاك اليومي للطاقة في:

- شهر يناير هو 42.6 كيلو واط لكل ساعة في اليوم.
- شهر فبراير 43.4 كيلو واط لكل ساعة.
- شهر جون 177.4 كيلو واط لكل ساعة وهو ما يمثل استهلاك كبير في الطاقة في اليوم الواحد.
- شهر سبتمبر 104.8 كيلو واط لكل ساعة.

وقس عليها باقي الأشهر.

العامود الرابع والخامس وهي استهلاك الكهرباء خلال فترتين النهار والليل. أيضا معادلتها بسيطة وهي تقسيم الاستهلاك اليومي على 2. صحيح قد تكون المعادلة ليست بالدقة المطلوبة ولكن نحاول أن نكون أكثر دقة في المعطيات المتوفرة لنا. لأنه في فترة النهار يكون الاستهلاك أكثر من فترة الليل في مدينة الرياض بسبب حرارة الأجواء التي تجعل من كمبريسور المكيف يعمل بشكل أكثر ويزيد من استهلاك الطاقة.

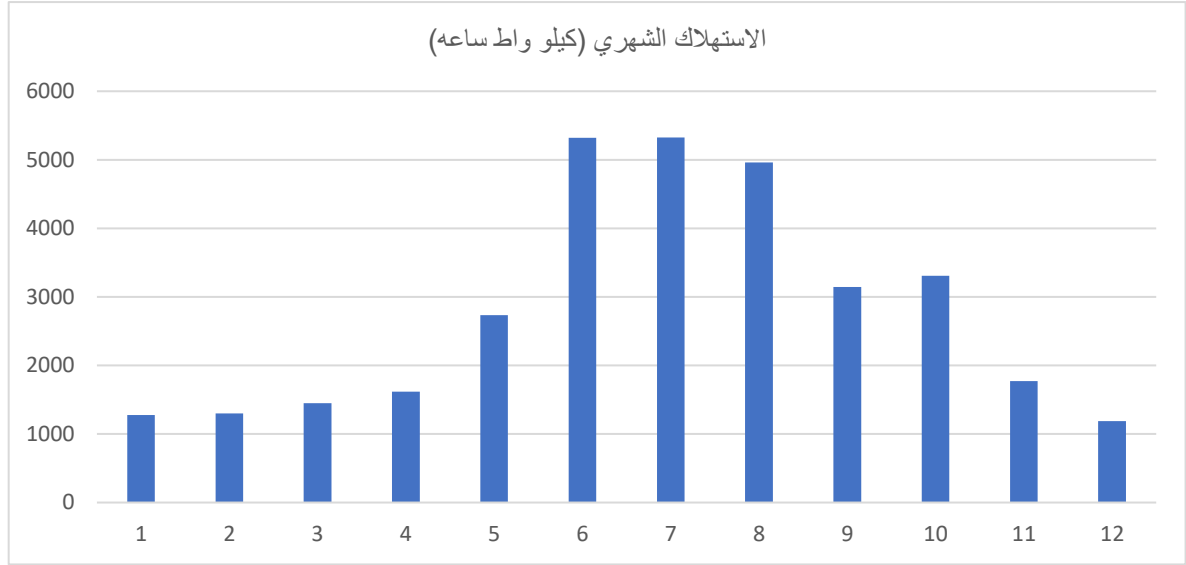
العامود السادس يوضح لنا الاستهلاك السنوي للطاقة وهي 33 ألف كيلو واط لكل ساعة وهي عبارة عن جمع استهلاك جميع الأشهر. وبفقدنا هذا العمود لمعرفة الاستهلاك السنوي للمنزل ومحاولة مقارنته مع الإنتاج السنوي للكهرباء من خلال الواح الطاقة الشمسية.

نرى في العامود السابع التكاليف الشهرية التي يدفعها صاحب المنزل على الفواتير بعملة الريال السعودي

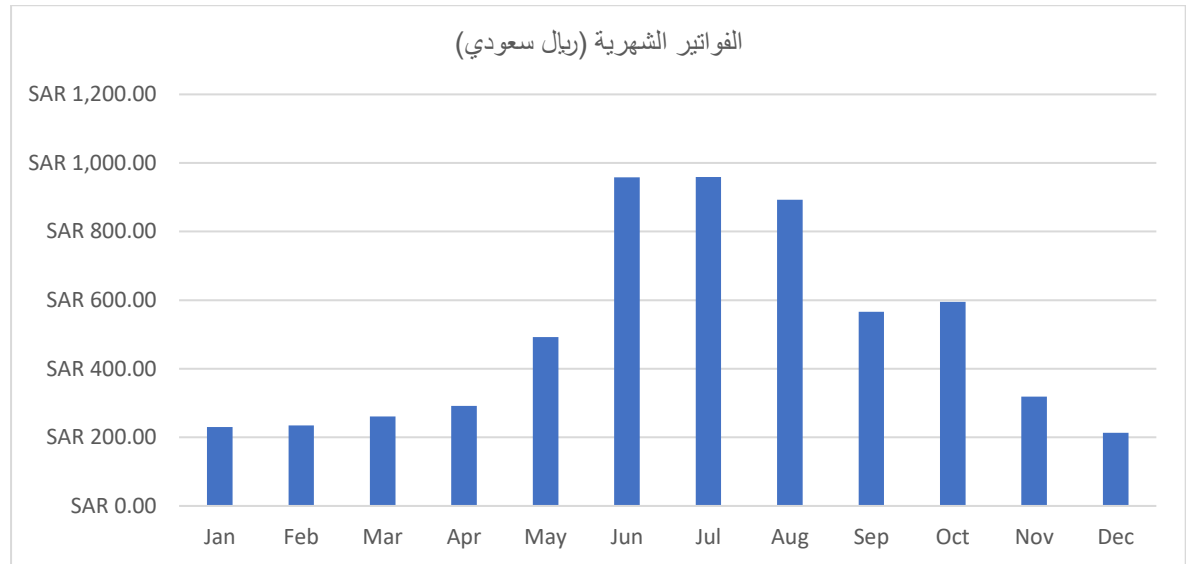
نلاحظ انه

- في شهر يناير يدفع 230 ريال سعودي بسبب استهلاك 1278 كيلو واط لكل ساعة.
- شهر فبراير يدفع تقريبا 234 ريال سعودي.
- شهر جون يرتفع استهلاك الكهرباء بسبب حرارة الصيف حيث يدفع 957 ريال سعودي بسبب استهلاك 5322 كيلو واط لكل ساعة.
- في شهر سبتمبر يدفع 565 ريال سعودي ويستهلك 3144 كيلو واط لكل ساعة.

الرسم البياني (7) و (8) يوضح الاستهلاك الشهري كيلو واط ساعة حسب الأشهر ومبلغ الفواتير الشهرية بالريال السعودي



الشكل 7 يوضح الاستهلاك الشهري



الشكل 8 يوضح الفواتير الشهرية

لكي نيسط الأمور سنعتمد على بيانات الاستهلاك من فواتير الكهرباء المقدمة من شركة الكهرباء المحلية التي تم استعراضها. من خلال معادلة بسيطة لحساب متوسط الاستهلاك اليومي من خلال تقسيم الاستهلاك الشهري على 30 يوماً يمكننا تحديد ما إذا كان بالإمكان الاعتماد بشكل كامل على الألواح الشمسية أم لا. بالإضافة إلى ذلك سنأخذ في الاعتبار استخدام نظام هجين يجمع بين الطاقة الشمسية والشبكة العامة مع إمكانية تركيب بطاريات لتخزين الطاقة للاستخدام الليلي.

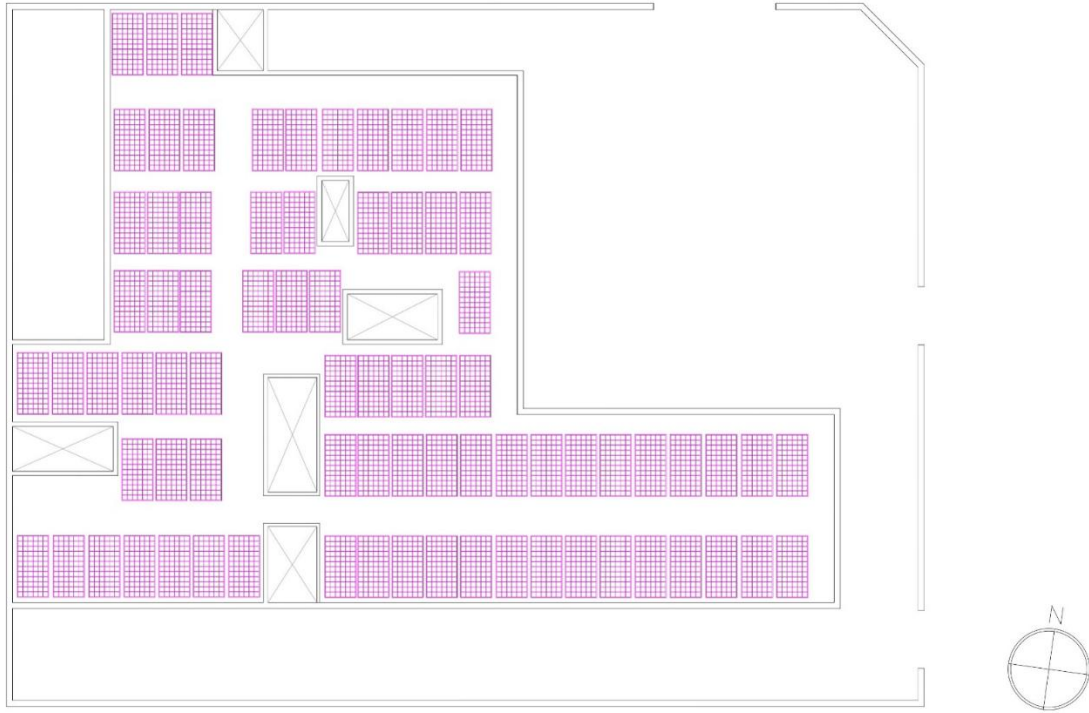
ورغم أن تركيب البطاريات في هذا المشروع قد لا يكون الخيار الأكثر اقتصادياً إذا كان المنزل مرتبطاً بالشبكة العامة بسبب تكلفتها البطارياات المرتفعة.

ميزة كبيرة لهذا المشروع هو أن سطح المنزل مصنوع من الخرسانة مما يسمح لنا باستخدام كامل المساحة لتركيب الألواح الشمسية وهذا أفضل من تركيبها على الأرض بسبب انه سيتضيق من مساحة دخول وخروج السيارات في المرائب. أيضاً لتقليل التكاليف سيتم وضع الألواح على هيكل معدني قصيرة بدل من إضافة هياكل معدنية مرتفعة لتقليل الأوزان على سطح المنزل وتقليل التكاليف كذلك لأنه لا يوجد جدار مرتفع في السطح ولا نحتاج لإضافة الهياكل المعدنية لرفع الألواح إلى الأعلى لتقليل الظلال. إضافة إلى ذلك يوجد مستودع يمكن استغلاله لوضع البطاريات والعواكس بشكل آمن وبعيد عن تعرضها لأشعة الشمس. الهدف من هذا المشروع هو توليد الكهرباء من الألواح الشمسية تخزين الفائض في البطاريات وتشغيل المنزل عن طريق البطاريات في الليل وبيع ما يتبقى من الطاقة إلى الشبكة العامة مما يتيح لصاحب المنزل فرصة الحصول على دخل إضافي.

علينا أن نضع في اعتبارنا أن سعر شراء الكهرباء في المملكة العربية السعودية هو 0.18 ريال سعودي لكل كيلو واط ساعة بينما سعر البيع للشبكة العامة هو 0.07 ريال سعودي لكل كيلو واط ساعة. هذه الأسعار يجب أن تكون في ذهننا عند حساب العائد المالي من النظام.

• تركيب نظام الطاقة الشمسية

كما لاحظنا في المنزل يحتوي على سطح ذات مساحة كبير ويمكن من خلاله توزيع الألواح الشمسية. ولكن كم لو يمكننا وضعه في سطح المنزل؟ أغلب أحجام الألواح الشمسية تكون بطول 2 متر وعرض 1 متر لذلك كما نرى في الشكل (9) أنه يمكن وضع 75 لوح شمسي بدون وجود ظلال على أي لوح. هذي المعطيات تفيدنا بتحديد حجم النظام الشمسي.



الشكل 9 يوضح مواضع تركيب الألواح الشمسية

○ اختيار الألواح الشمسية

بعد زيارة للسوق المحلي وروية منتجات عديدة تم تلخيص بإختيار 3 أنواع من الألواح الشمسية وهي في الجدول رقم (6)

المميزات	العلامة التجارية 1	العلامة التجارية 2	العلامة التجارية 3
نوع التقنية في اللوح الشمسي	البولي كريستالين	المونو كريستالين	المونو كريستالين
خرج اللوح الشمسي (Pmax)	300 واط	370 واط	370 واط
الكفاءة	18.33%	21.40%	22.70%
جهد الدائرة المفتوحة (Voc)	39.7 فولت	42.8 فولت	42.8 فولت
تيار الدائرة القصيرة (Isc)	9.83 امبير	10.82 امبير	10.84 امبير
أقصى جهد لنقطة القدرة (Vmp)	32.5 فولت	37.0 فولت	37.0 فولت
الحد الأقصى لتيار نقطة القدرة (Imp)	9.24 امبير	10.01 امبير	10.01 امبير
درجة حرارة التشغيل	-40°C الى +85°C	-40°C الى +90°C	-40°C الى +60°C

الضمان	25 سنة	25 سنة	25 سنة
السعر لكل لوح	900 ريال سعودي	1500 ريال سعودي	1875 ريال

الجدول 6 يوضح مواصفات العلامات التجارية للألواح الشمسية

تمثل المقارنة بين خيارات الألواح الشمسية المتوفرة في السوق خطوة مهمة لاختيار الأنسب من حيث الأداء والكفاءة والتكلفة. بداية يمكن ملاحظة اختلاف نوع الألواح حيث تعتمد العلامة التجارية الأولى على تقنية البولي كريستالين في حين تستخدم العلامتان الثانية والثالثة تقنية المونو كريستالين. تُعد الألواح المونو كريستالين أكثر كفاءة في إنتاج الطاقة مما يجعلها تتفوق في هذا الجانب.

فيما يتعلق بقدرة الإنتاج تنتج العلامة التجارية الأولى 300 واط بينما تنتج العلامتان الثانية والثالثة 370 واط لكل منهما مما يضعهما في مرتبة متقدمة من حيث الطاقة المنتجة. عند النظر إلى الكفاءة تتفوق العلامة التجارية الثالثة على بقية العلامات ما يجعلها الخيار الأكثر جدارة من هذه الناحية. أما بالنسبة لفرق الجهد المفتوح (VOC) فتظهر العلامتان الثانية والثالثة أداءً متساوياً أعلى من العلامة الأولى.

بالانتقال إلى تيار الدائرة القصيرة (ISC) سجلت العلامة الثالثة تفوقاً واضحاً بتيار يبلغ 10.84 أمبير مما يجعلها مميزة في هذا الجانب. كما يظهر أداء مشابه في فرق الجهد والتيار عند الطاقة القصوى Vmp و Imp حيث تفوقت العلامتان الثانية والثالثة على العلامة الأولى.

فيما يتعلق بقدرة الألواح على تحمل درجات الحرارة العالية وهو أمر أساسي في ظل ظروف الطقس الحار في الرياض أظهرت العلامة الثانية أداءً أفضل مقارنة بالألواح الأخرى. من ناحية فترة الضمان توفر جميع العلامات التجارية فترة ضمان متساوية تصل إلى 25 عاماً مما يعزز الثقة في جودة المنتج.

عند النظر إلى التكلفة يتضح أن العلامة التجارية الأولى هي الأقل سعراً بسعر 900 ريال سعودي للوح الواحد مقارنة بـ 1500 ريال سعودي للعلامة الثانية و 1875 ريال سعودي للعلامة الثالثة. بالنظر إلى الحاجة لشراء 75 لوحاً تصبح التكلفة الإجمالية عاملاً حاسماً يدعم اختيار العلامة الأولى في هذا الجانب. بناءً على التحليل السابق.

عند التفكير في اختيار اللوح الشمسي المناسب قد يتجه الشخص الذي يفتقر إلى الخبرة الكافية في هذا المجال إلى اختيار العلامة التجارية الثالثة بناءً على معايير الكفاءة العالية والإنتاجية المرتفعة وهو اختيار يبدو منطقياً من النظرة الأولى. مع ذلك ساقوم باختيار العلامة التجارية الأولى رغم ذلك والسبب يعود إلى تحليل معمق يأخذ بعين الاعتبار تكلفة استهلاك الطاقة السنوية ومتطلبات النظام الشمسي.

وفقاً لبيانات استهلاك المنزل فإن الاحتياج السنوي للطاقة يبلغ 33400 كيلوواط ساعة. عند حساب الإنتاج المتوقع باستخدام الألواح الشمسية من العلامة التجارية الأولى حيث يبلغ عدد الألواح 75 لوحاً بإنتاجية لكل لوح تقدر بـ 300 واط نجد أن النظام الشمسي ينتج ما مجموعه 22.5 كيلوواط.

لإيضاح الحسابات بشكل أفضل يمكن الاستعانة بجدول (7) يوضح العلاقة بين عدة متغيرات منها عدد ساعات الذروة الشمسية اليومية في مدينة الرياض (Peak Sun Hours) والتي تعكس عدد ساعات تعرض الألواح لضوء الشمس في اليوم الواحد. بناءً على ذلك يتم احتساب إنتاجية الطاقة اليومية للنظام الشمسي بقسمة الحجم الإجمالي للنظام على ساعات الذروة اليومية يليها ضرب الناتج في عدد أيام الشهر للحصول على إجمالي الإنتاج الشهري. يتم بعد ذلك جمع الإنتاج الشهري على مدار العام للحصول على الإنتاج السنوي للنظام.

بناءً على هذه المعادلات ينتج النظام الشمسي باستخدام الألواح من العلامة التجارية الأولى حوالي 87862.5 كيلوواط ساعة سنوياً. عند مقارنة هذا الرقم مع احتياج المنزل السنوي البالغ 33400 كيلوواط ساعة يتضح وجود فائض في الإنتاج يصل إلى 54462.5 كيلوواط ساعة سنوياً. يتمثل هذا الفائض في ميزة اقتصادية كبيرة حيث يمكن بيعه للشبكة العامة وتحقيق دخل إضافي لمالك المنزل.

من هذا التحليل يظهر أن الخيار الاقتصادي الأفضل هو العلامة التجارية الأولى حيث يحقق النظام الشمسي باستخدامها القدرة على تلبية احتياجات المنزل بكفاءة بالإضافة إلى توفير إمكانية تحقيق عائد مادي من بيع الفائض.

الشهر	ساعة الذروة للشمس (PSH) في (الرياض)	الطاقة اليومية (كيلوواط ساعة / يوم)	عدد الأيام في الشهر	الطاقة الشهرية (كيلوواط ساعة)	إجمالي إنتاج الطاقة السنوي (كيلوواط ساعة / سنة)
يناير	9	202.5	31	6277.5	87862.5
فبراير	10	225.0	29	6525.0	
مارس	11	247.5	31	7672.5	
أبريل	11	247.5	30	7425.0	
مايو	12	270.0	31	8370.0	

	8100.0	30	270.0	12	جون
	8370.0	31	270.0	12	جولاي
	8370.0	31	270.0	12	أغسطس
	7425.0	30	247.5	11	سبتمبر
	6975.0	31	225.0	10	أكتوبر
	6075.0	30	202.5	9	نوفمبر
	6277.5	31	202.5	9	ديسمبر

الجدول 7 يوضح إجمالي إنتاج الطاقة السنوي

● تحليل الفقد

في هذا الجزء سيتم تحليل بيانات الفقد في إنتاج الطاقة الشمسية من خلال حساب الفقد في الكابلات الكهربائية والفقد بسبب درجات الحرارة والفقد بسبب الظلال والفقد بسبب عدم التطابق والفقد بسبب العواكس

○ حساب الفقد في الكابلات الكهربائية

يُعدّ الهدر الناتج عن الكابلات عاملاً مهماً يجب مراعاته في أي نظام طاقة. يوضح الجدول (8) عملية حساب الهدر المرتبط بالكابلات. يبدأ الجدول بالعمود الأول الذي يعرض عدد أيام كل شهر بينما يتضمن العمود الثاني المعطيات الأساسية مثل التيار المولد في النظام المقاومة الداخلية للكابلات طول الكابلات ومساحة مقطعها والتي تُستخلص عادة من بيانات الشركة المصنعة للكابلات.

أما العمود الثالث فيوضح إجمالي الهدر المحسوب استناداً إلى المعطيات المدرجة في العمود الثاني بينما يُبين العمود الرابع كمية الطاقة المهدرة لكل شهر. في النهاية يوضح العمود الخامس الإنتاج السنوي الصافي بعد خصم الهدر الناتج عن الكابلات.

الشهر	حسابات الكيبل Power loss = I ² * R		إجمالي فقدان الطاقة شهريًا (كيلووات ساعة)	الطاقة الشهرية (كيلوواط ساعة)	إجمالي إنتاج الطاقة بعد خسائر الكابلات سنويًا (كيلووات ساعة/سنة)
يناير	التيار (I ²)	100	2.6208	6274.9	87831.1
فبراير	مقاومة مادة الكابل (ρ)	1.68E-08		6522.4	
مارس				7669.9	
أبريل				7422.4	
مايو	طول الكيبل (L)	52		8367.4	
يون				8097.4	
جولاي				8367.4	
أغسطس				8367.4	
سبتمبر	مساحة المقطع العرضي للكابل A (m2)	1.00E-06		7422.4	
أكتوبر				6972.4	
نوفمبر				6072.4	
ديسمبر	المقاومة (R)	0.8736		6274.9	

الجدول 8 يوضح حساب الفقد في الكابلات الكهربائية

○ حساب الفقد بسبب الحرارة

يُعدّ الهدر الناتج عن الحرارة عاملاً آخر يجب تقديره بدقة ضمن أنظمة الطاقة. يُظهر الجدول (9) تحليل هذا الجانب حيث يوضح العمود الأول عدد أيام كل شهر بينما يتضمن العمود الثاني نسبة فقدان الطاقة الناتجة عن الحرارة والتي تختلف تبعاً للظروف المناخية. ففي المناطق ذات المناخ الحار جداً تزداد نسبة الفقد بشكل ملحوظ. في سياق المشروع الحالي يُفترض أن نسبة الفقد معتدلة.

أما العمود الثالث فيوضح الإنتاج الشهري بعد خصم الهدر الناتج عن الكابلات والحرارة في حين يُبرز العمود الرابع الإنتاج اليومي بعد تطبيق الخصم نفسه. وأخيراً يقدم العمود الخامس الإنتاج السنوي النهائي بعد احتساب الهدر الناتج عن الكابلات والحرارة.

الشهر	نسبة عدم الفقد	الطاقة بعد الحرارة (كيلو وات ساعة/شهر)	الطاقة بعد درجة الحرارة كيلو وات في الساعة/اليوم	إجمالي إنتاج الطاقة بعد خسائر درجة الحرارة سنوياً (كيلووات ساعة / سنة)
يناير	95.0%	5961.1	192.29	83439.5
فبراير		6196.3	213.66	
مارس		7286.4	235.04	
أبريل		7051.3	235.04	

	256.42	7949.0	مايو
	256.42	7692.5	يون
	256.42	7949.0	يولاي
	256.42	7949.0	أغسطس
	235.04	7051.3	سبتمبر
	213.67	6623.8	أكتوبر
	192.29	5768.8	نوفمبر
	192.29	5961.1	ديسمبر

الجدول 9 يوضح حساب الفقد بسبب الحرارة

○ حساب الفقد بسبب الظلال

الهدر الناتج عن الظلال يُعتبر من العوامل المؤثرة على كفاءة الأنظمة الشمسية ويستوجب تضمينه في تقييم الأداء. في المشروع الحالي تم التأكد من أن نسبة الظلال لا تتجاوز 3% مما يحد من تأثيرها على الإنتاج الكلي للنظام.

يُظهر الجدول (10) في العمود الثاني نسبة تعرض الألواح الشمسية للشمس المتوقعة لكل شهر بينما يُبين العمود الثالث الإنتاج الشهري بعد خصم الهدر الناتج عن الكابلات والحرارة والظلال. وأخيرًا يوضح العمود الرابع الإنتاج السنوي النهائي للنظام بعد احتساب جميع أنواع الهدر.

الشهر	نسبة التعرض للشمس	إنتاج الطاقة بعد حساب الفقد بسبب الظل (كيلو واط ساعة/شهر)	إجمالي إنتاج الطاقة بعد خسائر التظليل سنويًا (كيلووات ساعة/سنة)
يناير	97.0%	5782.3	80936.3
فبراير		6010.4	
مارس		7067.8	
أبريل		6839.7	
مايو		7710.5	
يون		7461.7	
يولاي		7710.5	
أغسطس		7710.5	
سبتمبر		6839.7	
أكتوبر		6425.0	
نوفمبر		5595.7	
ديسمبر		5782.3	

الجدول 10 يوضح حساب الفقد بسبب الظلال

○ حساب الفقد بسبب عدم التطابق

الهدر الناتج عن عدم التطابق بين مكونات النظام يُعد من العوامل التي تؤثر على كفاءة الأنظمة الشمسية وإن كان بدرجة محدودة. في المشروع الحالي تم تحديد نسبة عدم التطابق بـ 1% فقط وهو ما تم إدراجه في حسابات الإنتاج النهائي للنظام.

في العمود الرابع من الجدول يظهر انخفاض طفيف في الإنتاج نتيجة لهذا النوع من الهدر مما يوضح تأثيره المحدود على الأداء الكلي للنظام.

الشهر	كفاءة عدم التطابق	إنتاج الطاقة بعد عدم التطابق (كيلو واط ساعة/شهر)	إجمالي إنتاج الطاقة بعد خسائر عدم التطابق سنويًا (كيلووات ساعة/سنة)
يناير	99.0%	5724.5	80126.9
فبراير		5950.3	
مارس		6997.1	
أبريل		6771.3	
مايو		7633.4	
يون		7387.1	
يولاي		7633.4	
أغسطس		7633.4	
سبتمبر		6771.3	
أكتوبر		6360.8	
نوفمبر		5539.7	
ديسمبر		5724.5	

الجدول 11 يوضح حساب الفقد بسبب عدم التطابق

○ حساب الفقد بسبب العواكس

العاكس الكهربائي (Inverter) هو الجهاز المسؤول عن تحويل التيار المستمر الناتج عن الألواح الشمسية إلى تيار متناوب مناسب للاستخدام المنزلي. تختلف كفاءة العاكسات الكهربائية حسب النوع والمواصفات حيث يؤدي ارتفاع كفاءة العاكس إلى تقليل نسبة الهدر في الطاقة.

في المشروع الحالي تم اختيار عاكس بكفاءة تصل إلى 98.6% مما يقلل بشكل كبير من فقدان الطاقة. في العمود الأخير من الجدول يتضح تأثير الهدر الناتج عن العاكس على الإنتاج النهائي للنظام حيث يظهر انخفاض بسيط في الإنتاج نتيجة لهذا الهدر.

الشهر	كفاءة العاكس (η)	طاقة التيار المستمر التي تنتجها الألواح الشمسية (EDC)	الطاقة بعد العاكس (EAC)	إجمالي إنتاج الطاقة (كيلوواط ساعة / سنة)
يناير	98.6%	5724.5	5644.3	79005.2
فبراير		5950.3	5867.0	
مارس		6997.1	6899.2	
أبريل		6771.3	6676.5	
مايو		7633.4	7526.6	
يون		7387.1	7283.7	
يوليو		7633.4	7526.6	
أغسطس		7633.4	7526.6	
سبتمبر		6771.3	6676.5	
أكتوبر		6360.8	6271.7	
نوفمبر		5539.7	5462.2	
ديسمبر		5724.5	5644.3	

الجدول 12 يوضح حساب الفقد بسبب العواكس

○ إجمالي الفقد

يوضح الجدول (13) الفرق بين الإنتاج النظري للنظام الشمسي الذي يفترض عدم وجود أي هدر فيه والإنتاج الفعلي بعد احتساب جميع أنواع الهدر. من المهم الإشارة إلى أنه لا يمكن لأي نظام أن يعمل بكفاءة مثالية بنسبة 100% ولكن الهدف الأساسي هو تقليل الهدر إلى أدنى مستوى ممكن لضمان الاستفادة القصوى من الطاقة الشمسية.

إجمالي الفقد	الفترة قبل حساب الخسائر	الفترة بعد حساب الخسائر
10.08%	87862.5	79005.2

الجدول 13 حساب إجمالي الفقد

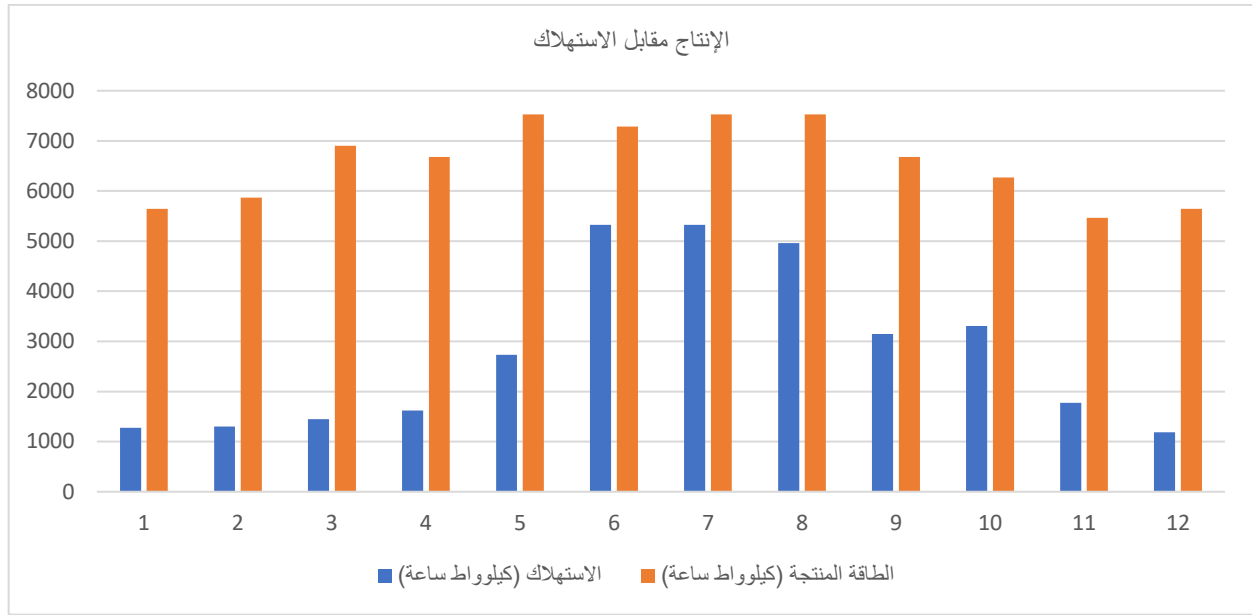
○ تحليل العائد المالي

يوضح الرسم البياني (10) المرفق بشكل جلي أن إنتاج النظام الشمسي يفوق استهلاك الطاقة خلال جميع أشهر السنة. هذه النتيجة تؤكد أن النظام الشمسي المركب في هذا المشروع ليس فقط قادراً على تلبية احتياجات المنزل من الطاقة بالكامل ولكنه أيضاً يولد فائضاً يمكن استغلاله لتحقيق عوائد مالية. التحليل النهائي يُظهر أن النظام الشمسي لا يقتصر على تقليل تكاليف استهلاك الطاقة بل يمكن أن يصبح مصدر دخل مستدام. فصاحب المنزل لن يكون مطالباً بدفع فواتير الكهرباء طوال العام بل سيتمكن من بيع الفائض من الطاقة والحصول على أرباح. هذه المزايا تجعل الأنظمة الشمسية خياراً استثمارياً جذاباً للأفراد المهتمين بالاستدامة والطاقة النظيفة بالإضافة إلى الاستفادة من العوائد المالية طويلة الأجل.

معدل الربح	تكلفة البيع السنوية (ريال سعودي)	سعر البيع (ريال سعودي)	كم قيمة فاتورتي بعد نظام الطاقة الشمسية؟ (ريال سعودي)	الفرق بين الإنتاج والاستهلاك كيلو واط ساعة/يوم	الفرق بين الإنتاج والاستهلاك كيلو واط ساعة	الإنتاج السنوي (كيلوواط ساعة)	الطاقة المنتجة (كيلوواط ساعة)	الطاقة المنتجة (كيلوواط ساعة)
151.85%	3648.41	349.31	0	145.54	4366.3	79005.2	188.1	5644.3
155.83%		365.20	0	152.17	4565.0		195.6	5867.0
167.02%		435.93	0	181.64	5449.2		230.0	6899.2
138.84%		404.60	0	168.58	5057.5		222.6	6676.5
77.91%		383.41	0	159.75	4792.6		250.9	7526.6

7283.7	242.8		1961.7	65.39	0	156.94		16.38%
7526.6	250.9		2200.6	73.35	0	176.05		18.36%
7526.6	250.9		2565.6	85.52	0	205.25		22.98%
6676.5	222.6		3532.5	117.75	0	282.60		49.94%
6271.7	209.1		2965.7	98.86	0	237.26		39.87%
5462.2	182.1		3691.2	123.04	0	295.29		92.63%
5644.3	188.1		4457.3	148.58	0	356.59		166.89%

الجدول 14 يوضح تحليل العائد المالي



الشكل 10 يوضح الإنتاج مقابل الاستهلاك

القسم الثالث: تحليل الحوافز والسياسات الحكومية

في ظل الاهتمام المتزايد بالتوجه نحو مصادر الطاقة المتجددة تلعب أنظمة الطاقة الشمسية دورًا حيويًا في تعزيز الاستدامة وتقليل الاعتماد على المصادر التقليدية للطاقة. يعد وعي السكان بجدوى هذه الأنظمة وتأثير هذا الوعي على قراراتهم الاستثمارية أحد المحاور الأساسية التي تحدد مدى انتشار هذه التقنيات في المملكة العربية السعودية. تتأثر هذه القرارات بعوامل متعددة منها نوع المسكن حجمه ومسؤولية السكان عن تكاليف الطاقة حيث يُظهر تحليل البيانات تباينًا واضحًا في مستوى الوعي بناءً على تلك العوامل. تقدم هذه الدراسة نظرة معمقة حول مستوى معرفة السكان بالطاقة الشمسية وتأثير نوعية المساكن ومساحتها على قراراتهم الاستثمارية وأبرز التحديات والمخاوف التي تواجههم في تبني أنظمة الطاقة الشمسية مما يساهم في بناء فهم شامل للفرص والتحديات المرتبطة بنشر هذه التكنولوجيا.

تقييم مستوى وعي السكان بجدوى أنظمة الطاقة الشمسية ومدى تأثير هذا الوعي على قراراتهم الاستثمارية

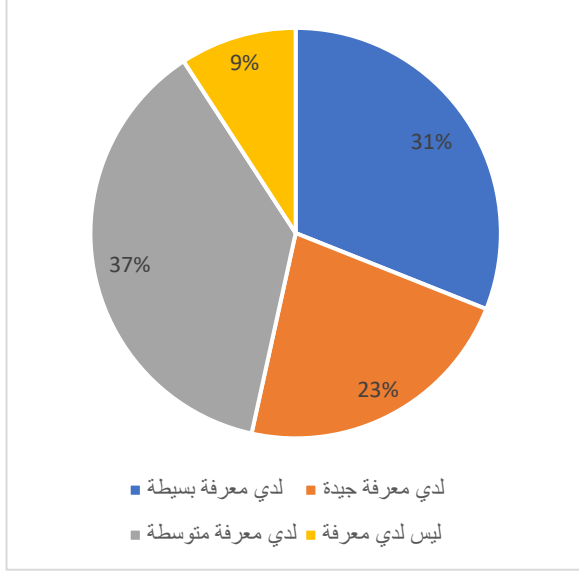
• مساحة المسكن ونوعه وأثرهما على مستوى الوعي:

كان السؤال الذي طرح ما مدى معرفتك بالطاقة الشمسية وكانت الإجابات كالتالي:

- تبين أن المشاركين الذين يعيشون في "فلل ملك" كانوا أكثر وعيًا بجدوى أنظمة الطاقة الشمسية مقارنةً بالمقيمين في "شقق ملك" أو المساكن ذات المساحات الصغيرة. فالأفراد الذين يسكنون في "فلل ملك" و"دور في فيلا" أظهروا معرفة أوسع بالطاقة الشمسية إذ أن هذه الفئة غالبًا ما تكون مسؤولة عن تكاليف الطاقة بشكل مباشر وتبحث عن بدائل لتقليلها.

- على النقيض المشاركون الذين يعيشون في "شقق مستأجرة" أو "شقق ملك" أظهروا وعيًا محدودًا نسبيًا بالطاقة الشمسية ربما بسبب قلة المساحة المتوفرة لتنشيط الألواح الشمسية أو لأن تكاليف الكهرباء تُعتبر أقل عبئًا في هذه الفئة. هذا الاختلاف في مستوى الوعي يعكس أن نوع المسكن وحجمه يلعبان دورًا هامًا في تحديد مدى اهتمام الأفراد بأنظمة الطاقة الشمسية.

● مستوى المعرفة بالطاقة الشمسية



الشكل 11 يوضح مستوى المعرفة بالطاقة الشمسية

- **المعرفة الجيدة بالطاقة الشمسية:** أفاد عدد كبير من المشاركين بأن لديهم معرفة جيدة بالطاقة الشمسية وهي الفئة التي أبدت اهتمامًا أكبر بجدوى الاستثمار في هذه الأنظمة. هؤلاء الأفراد كانوا أكثر إدراكًا لفوائدها الاقتصادية والبيئية ما جعلهم يميلون إلى النظر بجدية في اعتماد هذه التقنية في منازلهم.
- **المعرفة البسيطة بالطاقة الشمسية:** المشاركون الذين أفادوا بأن لديهم معرفة بسيطة بالطاقة الشمسية كانوا أكثر ترددًا بشأن اتخاذ قرارات استثمارية. هذا التردد يُظهر أن هذه الفئة تحتاج إلى مزيد من المعلومات حول الفوائد الاقتصادية التي يمكن أن تحققها الطاقة الشمسية لتتمكن من اتخاذ قرارات واعية.
- **عدم وجود معرفة بالطاقة الشمسية:** نسبة صغيرة من المشاركين أشارت إلى أنهم لا يملكون أي معرفة بالطاقة الشمسية. غالبية هذه الفئة تعيش في مساكن صغيرة أو مستأجرة مما يُفسر انخفاض اهتمامهم بتلك الأنظمة بسبب عدم وعيهم بفوائدها أو اعتبارها غير عملية بالنظر إلى ظروفهم السكنية.

● تأثير مستوى الوعي على قرارات الاستثمار

- **الوعي العالي:** الأفراد ذوو المعرفة الجيدة بالطاقة الشمسية كانوا الأكثر استعدادًا لاتخاذ خطوات جديّة في الاستثمار بهذه التقنية. إدراكهم لجدوى الأنظمة الشمسية في تقليل فواتير الكهرباء والحصول على عوائد مالية من فائض الطاقة المنتجة جعلهم أكثر حماسًا للتفكير في تبني هذه الأنظمة.
- **الوعي المنخفض:** الأفراد ذوو المعرفة المحدودة أبدوا ترددًا كبيرًا بسبب عدم قدرتهم على تقييم الفوائد بشكل واضح. هذا التردد يعكس فجوة في مستوى الوعي حيث أن نقص المعلومات قد يكون العائق الأساسي أمام هذه الفئة للاستثمار.
- **عدم الوعي:** أظهرت نتائج المشاركين غير المدركين للطاقة الشمسية أنهم أقل عرضة لاتخاذ قرارات استثمارية. عدم وجود المعرفة يجعلهم ينظرون إلى الأنظمة الشمسية ك فكرة معقدة أو غير مفيدة خاصة إذا لم يواجهوا تحديات مالية مباشرة تتعلق بتكاليف الطاقة.

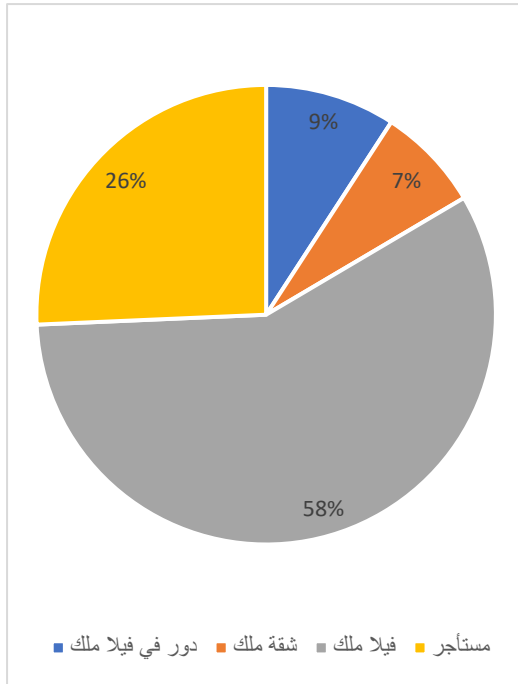
مساحة المسكن ومدى تأثيرها على قرارات تركيب نظام طاقة شمسية

كان السؤال الذي طرح هو هل تفكر في تركيب نظام طاقة شمسية في منزلك؟ وكانت الإجابات التالية:

تشير بيانات الاستبيان إلى أن مساحة المسكن تلعب دورًا مؤثرًا في توجهات الأفراد نحو التفكير في تركيب نظام طاقة شمسية. المساكن ذات المساحات الكبيرة مثل التي تزيد عن 601 متر مربع أظهرت توجهًا واضحًا نحو التفكير في تركيب الأنظمة الشمسية حيث أفاد معظم المشاركين في هذه الفئة بأنهم مستعدون أو يفكرون بجدية في تبني هذا النظام. قد يكون السبب وراء ذلك هو استهلاك الطاقة المرتفع في المساكن الكبيرة مما يجعل الحلول المستدامة أكثر جدوى اقتصادية.

على الجانب الآخر المساكن الصغيرة مثل تلك التي تقل مساحتها عن 150 مترًا مربعًا أظهرت توجهًا أقل نحو التفكير في تركيب الأنظمة الشمسية. المشاركون في هذه الفئة غالبًا ما أبدوا تحفظات تتعلق بالمساحة المحدودة المتاحة لتركيب الألواح الشمسية بالإضافة إلى الاعتقاد بأن استهلاك الطاقة المنخفض لا يبرر الاستثمار في مثل هذه الأنظمة.

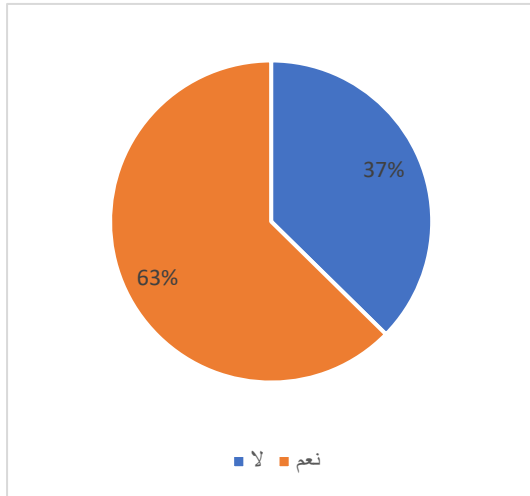
• نوع المسكن وأثره على قرارات تركيب الأنظمة الشمسية



الشكل 12 يوضح نوع الأشخاص مع نوع سكنهم المهمين بتركيب طاقة شمسية

- **فلل ملك:** المشاركون الذين يعيشون في فلل يملكونها أظهروا أعلى مستويات الاهتمام بتركيب أنظمة الطاقة الشمسية. هذا التوجه يمكن تفسيره برغبة هؤلاء الأفراد في تحسين كفاءة استهلاك الطاقة في منازلهم خاصة مع وجود مساحات كافية لتركيب الأنظمة. كما أن الشعور بالملكية قد يعزز من استعدادهم للاستثمار طويل الأجل في هذه التكنولوجيا.
- **دور في فيلا:** سكان الدور المستقلة داخل الفلل أبدوا اهتمامًا جيدًا بتركيب الأنظمة الشمسية لكن بدرجة أقل مقارنة بسكان الفلل الكاملة. قد يكون هذا ناتجًا عن تقاسم تكاليف الطاقة أو القيود المتعلقة بملكية العقار.
- **شقق ملك:** المشاركون الذين يعيشون في شقق يملكونها أبدوا اهتمامًا محدودًا نسبيًا بتركيب الأنظمة الشمسية. قد يكون السبب وراء ذلك هو عدم توفر المساحات الكافية لتركيب الألواح الشمسية على الأسطح أو التكاليف المشتركة مع سكان آخرين في نفس المبنى مما يجعل القرار أقل وضوحًا.
- **شقق مستأجرة:** كانت هذه الفئة الأقل اهتمامًا بتركيب الأنظمة الشمسية حيث أشار أغلبهم إلى أن مسؤولية تركيب مثل هذه الأنظمة تقع على مالك العقار وليس المستأجر. بالإضافة إلى ذلك فإن الطبيعة المؤقتة للإقامة في الشقق المستأجرة تقلل من الدافع للاستثمار في نظام طويل الأجل.

• مدى التفكير في تركيب نظام طاقة شمسية



الشكل 13 يوضح مدى التفكير في تركيب نظام طاقة شمسية

- **نعم:** هذه الإجابة كانت الأكثر شيوعًا بين المشاركين الذين يعيشون في فلل ومساحات كبيرة مما يعكس استعدادهم للاستثمار في تقنيات الطاقة المتجددة لتلبية احتياجاتهم المتزايدة من الكهرباء.
- **لا:** كانت هذه الإجابة شائعة بين المشاركين الذين يعيشون في شقق مستأجرة أو مساكن صغيرة. يعود ذلك إلى القيود المكانية وعدم الشعور بضرورة الاستثمار بالإضافة إلى قلة الحوافز التي تدفعهم للنظر في هذا الخيار.

• العلاقة بين مساحة المسكن ونوعه مع التفكير في الاستثمار بالطاقة الشمسية

التحليل يشير إلى أن التفكير في تركيب نظام طاقة شمسية يزداد بشكل ملحوظ مع زيادة مساحة المسكن حيث تعتبر المنازل الكبيرة بيئة مناسبة لتركيب الأنظمة من الناحية الفنية والاقتصادية. وبالنسبة لنوع المسكن فإن فلل الملك كانت الأكثر ميلًا نحو الاستثمار في الطاقة الشمسية بينما كانت الشقق المستأجرة الأقل اهتمامًا مما يُظهر أن عوامل الملكية والمساحة تؤثر بشكل كبير على قرارات الأفراد.

تحليل العلاقة بين مساحة المسكن ونوعه ومدى الاعتقاد بأن أنظمة الطاقة الشمسية تقلل تكاليف الكهرباء

كان السؤال المطروح هو هل تعتقد أن تركيب نظام الطاقة الشمسية سيساعد في تقليل تكاليف الكهرباء بشكل ملحوظ؟ والتحليل لها كالتالي:

• مساحة المسكن ومدى تأثيرها على الاعتقاد بفائدة تقليل تكاليف الكهرباء

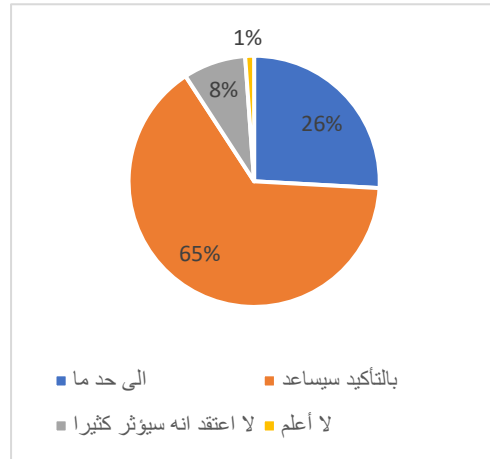
تحليل الاستبيان يشير إلى وجود ارتباط واضح بين مساحة المسكن ومدى اعتقاد المشاركين بأن أنظمة الطاقة الشمسية تساهم في تقليل تكاليف الكهرباء.

- **المساكن الكبيرة (أكثر من 601 متر مربع):** المشاركون الذين يعيشون في مساكن كبيرة أبدوا ثقة أكبر في أن الأنظمة الشمسية يمكن أن تقلل بشكل ملحوظ من تكاليف الكهرباء. هذه الفئة غالبًا ما تكون مثقلة بتكاليف طاقة مرتفعة نظرًا لحجم المنزل وعدد الأجهزة الكهربائية المستخدمة مما يجعل الفائدة المحتملة لأنظمة الطاقة الشمسية أكثر وضوحًا لهم.
- **المساكن المتوسطة (بين 251 إلى 600 متر مربع):** كانت هذه الفئة أيضًا مائلة للاعتقاد بفائدة تقليل التكاليف لكن بدرجة أقل مقارنة بالمساكن الكبيرة. هذا قد يعود إلى وجود احتياجات طاقة أقل نسبيًا مما يجعل التأثير المتوقع لتوفير التكاليف أقل وضوحًا.
- **المساكن الصغيرة (أقل من 150 متر مربع):** المشاركون الذين يعيشون في مساكن صغيرة كانوا أقل قناعة بقدرة الأنظمة الشمسية على تقليل تكاليف الكهرباء بشكل ملحوظ. يعود ذلك إلى أن استهلاك الطاقة لديهم غالبًا ما يكون منخفضًا أساسًا مما يجعل الفارق المحتمل أقل تأثيرًا.

• نوع المسكن ومدى تأثيره على الاعتقاد بفائدة تقليل تكاليف الكهرباء

- **فلل ملك:** المشاركون الذين يعيشون في "فلل ملك" أظهروا أعلى مستويات الثقة بأن تركيب الأنظمة الشمسية يمكن أن يقلل من تكاليف الكهرباء بشكل كبير. هذا الاعتقاد قد يكون ناتجًا عن ارتفاع فواتير الكهرباء في هذه المنازل بسبب حجمها واستهلاكها العالي للطاقة.
- **دور في فيلا:** السكان في "دور في فيلا" أبدوا تفاؤلًا متوسطًا بقدرة الأنظمة الشمسية على تقليل التكاليف. هذا التوجه قد يكون مرتبطًا بتقاسم التكاليف مع سكان آخرين في نفس المبنى أو بحجم استهلاكهم المعتدل.
- **شقق ملك:** المشاركون الذين يعيشون في شقق مملوكة أظهروا مستويات ثقة أقل نسبيًا بفائدة تقليل التكاليف. قد يكون السبب وراء ذلك هو صغر حجم الشقق والذي يعني عادةً فواتير كهرباء أقل من المنازل الكبيرة ما يجعل الفائدة المتوقعة من الأنظمة الشمسية تبدو غير ملموسة بالنسبة لهم.
- **شقق مستأجرة:** المشاركون الذين يعيشون في شقق مستأجرة كانوا الأقل قناعة بفكرة أن الأنظمة الشمسية يمكن أن تقلل من تكاليف الكهرباء. هذا قد يكون مرتبطًا بحقيقة أن المستأجرين غالبًا لا يتحملون المسؤولية المباشرة عن استثمارات طويلة الأجل مثل تركيب الأنظمة الشمسية.

• النتائج المستخلصة من سؤال تقليل تكاليف الكهرباء



الشكل 14 يوضح النتائج المستخلصة من سؤال تقليل تكاليف الكهرباء

- **الإجابة بالتأكيد سيساعد:** كانت هذه الإجابة شائعة بين المشاركين في الفلل والمساكن الكبيرة مما يعكس إيمانًا قويًا بجدوى الأنظمة الشمسية في خفض التكاليف بشكل ملموس خاصة مع ارتفاع استهلاك الطاقة في هذه الفئة من المساكن.
- **الإجابة إلى حد ما:** ظهرت بشكل كبير بين المشاركين في مساكن متوسطة الحجم ودور الفلل. يعكس ذلك توقعًا معتدلًا لتقليل التكاليف حيث يعتقدون أن الأنظمة الشمسية قد توفر جزءًا من فواتير الكهرباء دون أن تُحدث تأثيرًا جذريًا.
- **الإجابة لا أعلم:** كانت شائعة بين سكان الشقق الصغيرة والمستأجرين. هذه الفئة غالبًا ما تفتقر إلى المعلومات الكافية حول الفوائد الاقتصادية للطاقة الشمسية أو قد ترى أن التكاليف الأولية للأنظمة تشكل عائقًا أمام تحقيق وفورات واضحة.

• العلاقة بين المساحة النوع والاعتقاد بفائدة تقليل التكاليف

تحليل البيانات يشير إلى أن حجم المسكن ونوعه لهما تأثير مباشر على مدى إدراك السكان للفوائد الاقتصادية لأنظمة الطاقة الشمسية. السكان في المنازل الكبيرة والمملوكة يميلون إلى الاعتقاد بأن هذه الأنظمة يمكن أن توفر خفضًا ملحوظًا في فواتير الكهرباء. على الجانب الآخر سكان الشقق الصغيرة والمستأجرة يظهرون شكوكًا أو قلة وعي بفائدة هذه الأنظمة مما يعكس تأثير عوامل المساحة وملكية المسكن على هذا التصور.

تحليل العلاقة بين مساحة المسكن ونوعه ومدى الاعتقاد بأن نظام الطاقة الشمسية يزيد من قيمة العقار

كان السؤال الذي طرح هو هل تشعر أن وجود نظام طاقة شمسية سيزيد من قيمة العقار؟ وتم تحليل البيانات من خلال هذا السؤال كما هو مذكور ادناه:

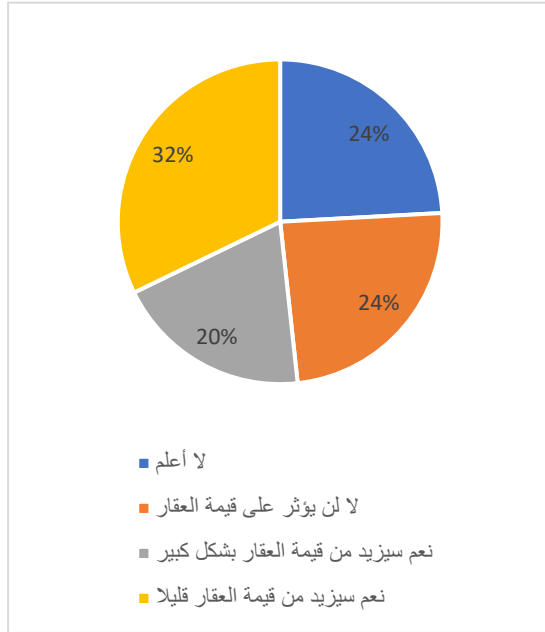
• مساحة المسكن ومدى تأثيرها على الاعتقاد بزيادة قيمة العقار

- **المساكن ذات المساحات الكبيرة (أكثر من 601 متر مربع):** أظهرت البيانات أن المشاركين الذين يعيشون في مساكن ذات مساحات كبيرة كانوا أكثر ميلاً للاعتقاد بأن تركيب نظام طاقة شمسية سيزيد من قيمة العقار. هذه الفئة غالباً ما تدرك أن العقارات الكبيرة التي تحتوي على أنظمة طاقة مستدامة تعتبر أكثر جاذبية في السوق العقاري حيث يرى المشترون المحتملون أن وجود أنظمة شمسية يعكس جودة العقار واستدامته على المدى الطويل.
- **المساكن المتوسطة (بين 251 إلى 600 متر مربع):** أبدى سكان المساكن المتوسطة اعتقاداً معتدلاً بخصوص تأثير أنظمة الطاقة الشمسية على قيمة العقار. هذه الفئة ترى أن النظام الشمسي قد يكون إضافة إيجابية للعقار لكنه ليس بالضرورة العامل الحاسم الذي يزيد من قيمته وربما يرتبط ذلك بتفاوت الوعي أو الاعتقاد بمدى تأثير الأنظمة الشمسية على سوق العقارات.
- **المساكن الصغيرة (أقل من 150 متر مربع):** أظهرت هذه الفئة مستويات منخفضة من الاعتقاد بأن تركيب الأنظمة الشمسية قد يزيد من قيمة العقار. قد يكون هذا الانطباع ناتجاً عن أن المساكن الصغيرة غالباً ما تكون أقل تنافسية في السوق العقاري أو أن قيمة العقار تعتمد بشكل أكبر على عوامل أخرى مثل الموقع أو التصميم بدلاً من وجود أنظمة طاقة متجددة.

• نوع المسكن ومدى تأثيره على الاعتقاد بزيادة قيمة العقار

- **فلل ملك:** سكان "فلل ملك" كانوا الأكثر اقتناعاً بأن تركيب أنظمة الطاقة الشمسية يساهم في زيادة قيمة العقار. هذا الاعتقاد قد يعود إلى طبيعة هذه الفلل كاستثمارات طويلة الأجل حيث يرى الملاك أن أي إضافة مستدامة تزيد من كفاءة العقار قد تنعكس إيجابياً على سعره عند البيع أو التأجير.
- **دور في فيلا:** سكان "دور في فيلا" أظهروا اعتقاداً متوسطاً بخصوص تأثير الأنظمة الشمسية على قيمة العقار. قد يكون هذا ناتجاً عن أن دور الفلل يُنظر إليها على أنها جزء من عقار أكبر وبالتالي قد لا يعكس تركيب النظام على دور واحد فقط قيمة كبيرة للعقار بأكمله.
- **شقق ملك:** المشاركون الذين يعيشون في شقق مملوكة كانوا أقل اقتناعاً بفكرة أن تركيب الأنظمة الشمسية يزيد من قيمة العقار. يمكن أن يُعزى ذلك إلى القيود الفنية التي تجعل تركيب الأنظمة الشمسية في الشقق السكنية أكثر تعقيداً مثل الحاجة إلى اتفاقيات جماعية مع سكان المبنى أو محدودية المساحات المتاحة لتركيب الأنظمة.
- **شقق مستأجرة:** هذه الفئة كانت الأقل اهتماماً أو قناعة بفكرة أن الأنظمة الشمسية تؤثر على قيمة العقار وهو أمر متوقع نظراً لأن المستأجرين لا يملكون العقار وبالتالي لا يرون تأثيراً مباشراً على القيمة.

• مدى الاعتقاد بزيادة قيمة العقار بناءً على نتائج السؤال



الشكل 15 يوضح الاعتقاد بزيادة قيمة العقار حسب المشاركين

- نعم سيزيد من قيمة العقار كثيرًا: كانت هذه الإجابة الأكثر شيوعًا بين المشاركين في المساكن الكبيرة مثل "فلل ملك" حيث أبدى هؤلاء قناعة واضحة بأن الأنظمة الشمسية تمثل ميزة إضافية ترفع من القيمة السوقية للعقار.
- نعم سيزيد من قيمة العقار قليلاً: ظهرت هذه الإجابة بشكل ملحوظ بين سكان المساكن المتوسطة مثل "دور في فيلا" ما يعكس اعتقادًا بأن تأثير الأنظمة الشمسية على قيمة العقار موجود لكنه قد يكون محدودًا مقارنةً بالعوامل الأخرى.
- لا أعلم: كانت هذه الإجابة شائعة بين المشاركين الذين يعيشون في شقق صغيرة أو مستأجرة. يُظهر هذا نقصًا في الوعي حول تأثير الأنظمة الشمسية على القيمة السوقية للعقارات وربما يعود ذلك إلى قلة التجارب أو المعلومات المتوفرة في هذه الفئة.
- لا لن يؤثر على قيمة العقار: كانت هذه الإجابة نادرة لكنها ظهرت بشكل أساسي بين سكان الشقق المستأجرة أو المساكن الصغيرة. يُمكن أن يعكس ذلك اعتقادًا بأن الأنظمة الشمسية هي مجرد وسيلة لتوفير الطاقة دون تأثير واضح على قيمة العقار.

● العلاقة بين المساحة النوع والاعتقاد بزيادة القيمة

تحليل البيانات يوضح أن المساكن الكبيرة والمملوكة خاصة فلل ملك كانت الأكثر إيمانًا بأن أنظمة الطاقة الشمسية تزيد من قيمة العقار نظرًا لارتفاع الوعي بأهمية الاستدامة والطاقة المتجددة. من ناحية أخرى الشقق الصغيرة والمستأجرة كانت الأقل اقتناعًا بهذه الفكرة وهو ما يعكس تأثير العوامل المكانية والملكية على تصورات المشاركين.

● تحليل العلاقة بين مساحة المسكن ونوعه والمخاوف الرئيسية بشأن استخدام الطاقة الشمسية في المنزل:

تم سؤال المشاركين في الاستبيان عن ماهي مخاوفك الرئيسية بشأن استخدام الطاقة الشمسية في منزلك؟ وتم تحليل هذا السؤال بناء على التالي:

● مساحة المسكن ومدى تأثيرها على طبيعة المخاوف

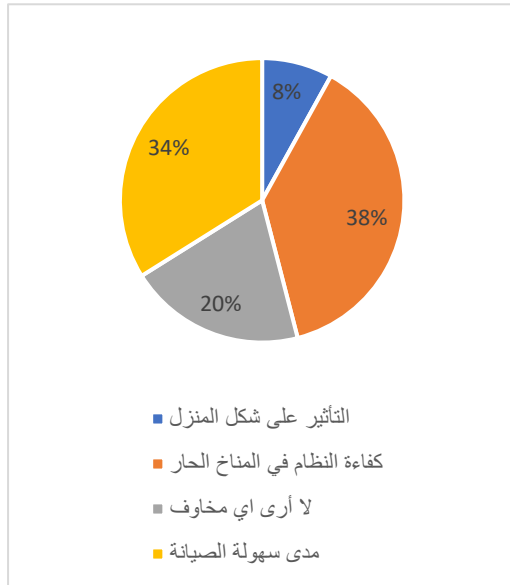
- المساكن ذات المساحات الكبيرة (أكثر من 601 متر مربع): المشاركون الذين يعيشون في مساكن ذات مساحات كبيرة عبروا عن مخاوفهم الرئيسية بشأن التكلفة الأولية المرتفعة لتركيب الأنظمة الشمسية. هذه الفئة ترى أن تركيب الأنظمة الشمسية على نطاق واسع يتطلب استثمارًا ماليًا كبيرًا مما يجعل التكلفة عائقًا رئيسيًا بالنسبة لهم. كما أشار بعضهم إلى القلق بشأن كفاءة الأنظمة في توليد كمية كافية من الطاقة لتلبية احتياجات منازلهم الكبيرة.
- المساكن المتوسطة (بين 251 إلى 600 متر مربع): سكان المساكن المتوسطة أظهروا مخاوف تتعلق بالصيانة وسهولة الاستخدام بالإضافة إلى التكلفة. هذه الفئة غالبًا ما تسعى لتحقيق توازن بين الفوائد المحتملة والتكاليف والصعوبات المرتبطة بالصيانة حيث أن المنازل المتوسطة تحتاج إلى حلول طاقة مستدامة ولكن بتكلفة معقولة.
- المساكن الصغيرة (أقل من 150 متر مربع): سكان المساكن الصغيرة كانوا أقل قلقًا بشأن التكلفة الأولية ولكن مخاوفهم تركزت بشكل أكبر على مدى كفاءة الأنظمة الشمسية في توفير الطاقة في بيئة صغيرة. قد يعكس ذلك عدم إدراكهم الكامل لفوائد الأنظمة الشمسية أو قلة الحاجة الملموسة إليها بسبب انخفاض استهلاك الطاقة في هذه المساكن.

● نوع المسكن ومدى تأثيره على طبيعة المخاوف

- فلل ملك: المشاركون الذين يعيشون في "فلل ملك" عبروا بشكل كبير عن مخاوف تتعلق بالتكلفة الأولية والضمانات طويلة الأجل. نظرًا لأن الفلل غالبًا ما تكون مشاريع استثمارية طويلة الأجل فإن سكانها يولون اهتمامًا كبيرًا لجودة النظام ومدة الضمان المتاحة. كما أن قلقهم بشأن تركيب الأنظمة الشمسية يتجاوز التكلفة ليشمل الأداء والكفاءة على المدى الطويل.
- دور في فيلا: المشاركون الذين يعيشون في "دور في فيلا" أبدوا مخاوف معتدلة تتعلق بسهولة الصيانة ومدى جاهزية السوق المحلي لتقديم خدمات الصيانة بجودة عالية. هذه الفئة تعتمد في قراراتها على توفر خدمات داعمة يمكن الوصول إليها بسهولة لتجنب المشكلات التي قد تطرأ.

- **شقق ملك:** سكان الشقق المملوكة أظهروا مخاوف تتعلق بالمساحات المحدودة التي قد لا تتيح تركيب أنظمة شمسية فعالة بالإضافة إلى القلق بشأن التكلفة الموزعة بين سكان المبنى. كما أبدوا تحفظاً بشأن تعقيد الإجراءات المطلوبة للحصول على الموافقة لتركيب الأنظمة في المباني المشتركة.
- **شقق مستأجرة:** المشاركون الذين يعيشون في شقق مستأجرة عبّروا عن قلق أقل بشأن التكلفة الأولية لأنهم غالباً لا يتحملون هذه المسؤولية ولكنهم أشاروا إلى مخاوف تتعلق بجِدوى استخدام الطاقة الشمسية في بيئة مؤقتة. كما أن عدم التحكم الكامل بالمبنى يجعلهم أقل اهتماماً بمثل هذه المشاريع.

● المخاوف الرئيسية بحسب الإجابات



الشكل 16 يوضح المخاوف الرئيسية للأشخاص

- **مدى سهولة الصيانة:** كانت هذه المخاوف بارزة لدى سكان المساكن المتوسطة والصغيرة. هذه الفئة ترى أن الصيانة الدورية قد تكون مكلفة أو معقدة مما يجعلها عاملاً رئيسياً في تحديد قرارهم باستخدام الطاقة الشمسية.
- **التكلفة الأولية المرتفعة:** كانت هذه المخاوف الأكثر شيوعاً بين سكان الفلل والمساكن الكبيرة. تعكس هذه المخاوف أهمية العامل المالي في القرارات المتعلقة بأنظمة الطاقة الشمسية حيث أن الاستثمار الأولي يُعتبر عائقاً حقيقياً لهذه الفئة.
- **كفاءة النظام في المناخ الحار:** هذه المخاوف كانت شائعة بين المشاركين الذين يعيشون في مناطق ذات درجات حرارة مرتفعة. يعكس ذلك قلقاً بشأن الأداء المتوقع للأنظمة الشمسية في ظروف مناخية قاسية والتي قد تؤثر على إنتاجية وكفاءة النظام.
- **التعقيد في التركيب:** كان هذا القلق بارزاً لدى سكان الشقق حيث أشار المشاركون إلى أن تركيب الأنظمة الشمسية في شقق مشتركة قد يتطلب إجراءات معقدة وتنسيقاً مع الجيران أو إدارة المبنى مما يجعل الفكرة أقل جاذبية.

● العلاقة بين المساحة النوع والمخاوف

تحليل البيانات يكشف أن مساحة المسكن ونوعه يؤثران بشكل كبير على طبيعة المخاوف المتعلقة باستخدام الأنظمة الشمسية. السكان في المساكن الكبيرة والمملوكة يعبرون عن مخاوف تتعلق بالتكلفة الأولية والضمانات طويلة الأجل بينما تتركز مخاوف السكان في المساكن الصغيرة أو المستأجرة على مدى كفاءة الأنظمة وسهولة تركيبها وصيانتها.

● تحليل العلاقة بين مساحة المسكن ونوعه وأبرز العوائق المتعلقة بتركيب أنظمة الطاقة الشمسية

تم سؤال المشاركين في الاستبيان السؤال ما هي أكثر العوائق التي تعتقد أنها قد تواجهك في تركيب نظام طاقة شمسية في منزلك؟ وكان التالي المحاور التي سنحللها:

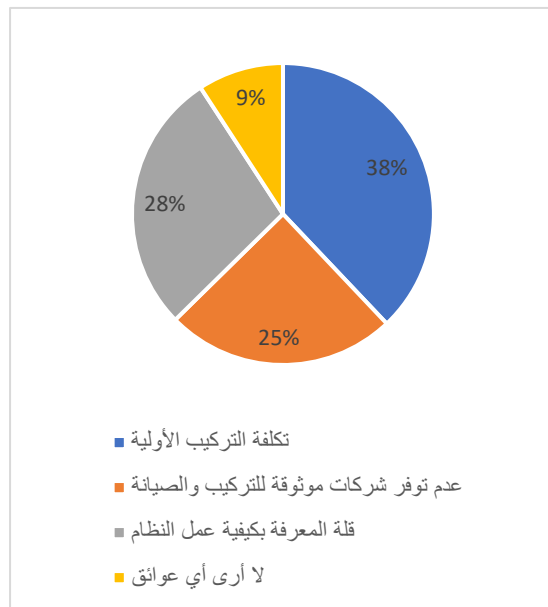
● مساحة المسكن ومدى تأثيرها على العوائق المتوقعة

- **المساكن ذات المساحات الكبيرة (أكثر من 601 متر مربع):** المشاركون الذين يعيشون في مساكن كبيرة أشاروا إلى أن التكلفة الأولية العالية تُعد من أبرز العوائق التي تواجههم في تركيب أنظمة الطاقة الشمسية. ذلك لأن تركيب الأنظمة على هذه المساكن الكبيرة يتطلب تجهيزات أكبر ومساحات إضافية ما يزيد من التكلفة الإجمالية. كما أشاروا إلى القلق بشأن الكفاءة المتوقعة للنظام في تلبية احتياجات الطاقة المرتفعة لهذه المنازل.
- **المساكن المتوسطة (بين 251 إلى 600 متر مربع):** سكان المساكن المتوسطة أبدوا قلقاً من عدة عوائق أبرزها الصيانة الدورية ومدى توفر الشركات الموثوقة لتركيب الأنظمة. هذه الفئة غالباً تسعى إلى تحقيق توازن بين تكاليف التركيب وجودة النظام لذلك تعتبر الصيانة والتعامل مع الشركات المعتمدة تحدياً كبيراً بالنسبة لهم.
- **المساكن الصغيرة (أقل من 150 متر مربع):** المشاركون الذين يعيشون في مساكن صغيرة أشاروا إلى أن محدودية المساحة المتاحة لتركيب الألواح الشمسية هي أكبر عائق يواجههم. يرون أن تصميم منازلهم لا يتيح مساحة كافية لتركيب الأنظمة بشكل فعال مما يجعلهم يشكون في جدوى هذه التقنية بالنسبة لمساكنهم.

• نوع المسكن ومدى تأثيره على العوائق المتوقعة

- **فلل ملك**: سكان الفلل المملوكة أبدوا قلقًا واضحًا من التكلفة الأولية العالية حيث أن تركيب الأنظمة الشمسية على هذه المنازل يتطلب استثمارات كبيرة. بالإضافة إلى ذلك فإن هذه الفئة تعتبر ضمانات النظام وجودة الخدمة عوامل مؤثرة حيث أن الاستثمار طويل الأجل يحتاج إلى دعم مستمر لضمان تحقيق العوائد المتوقعة.
- **دور في فيلا**: المشاركون الذين يعيشون في "دور في فيلا" ركزوا على عوائق تتعلق بتقاسم المسؤوليات بين سكان العقار الواحد بالإضافة إلى القلق بشأن سهولة الصيانة. ذلك لأن تركيب الأنظمة الشمسية في هذه الحالة قد يتطلب تنسيقًا بين جميع الأطراف المعنية.
- **شقق ملك**: سكان الشقق المملوكة أشاروا إلى أن محدودية المساحة والإجراءات التنظيمية المتعلقة بالحصول على موافقة سكان المبنى تُعد من أبرز العوائق. في كثير من الحالات يتطلب تركيب الأنظمة الشمسية في الشقق المشتركة موافقة إدارة المبنى أو الجيران مما يجعل العملية أكثر تعقيدًا.
- **شقق مستأجرة**: المشاركون الذين يعيشون في شقق مستأجرة أشاروا إلى أن عدم القدرة على التحكم بقرارات التركيب هو العائق الأكبر. كونهم مستأجرين فإن القرارات المتعلقة بالمبنى تقع على عاتق المالك مما يجعل الاستثمار في نظام طاقة شمسية غير عملي بالنسبة لهم.

• العوائق الرئيسية بحسب الإجابات



الشكل 17 يوضح العوائق الرئيسية حسب نوعها

- **التكلفة الأولية العالية**: كانت هذه الإجابة شائعة بين سكان الفلل والمساكن الكبيرة. المشاركون يرون أن تركيب نظام طاقة شمسية يتطلب استثمارات أولية مرتفعة مما يمثل حاجزًا كبيرًا أمام اتخاذ القرار.
- **الصيانة الدورية وصعوبة التعامل مع الشركات**: كانت هذه العوائق بارزة بين سكان المساكن المتوسطة والصغيرة. يعكس ذلك قلقًا بشأن جودة الخدمة المقدمة ومدى جاهزية السوق المحلي لتوفير خدمات تركيب وصيانة موثوقة.
- **محدودية المساحة المتاحة**: هذا القلق كان شائعًا بين سكان الشقق والمساكن الصغيرة حيث أن تصميم هذه المساكن لا يتيح مساحة كافية لتركيب الألواح الشمسية أو المعدات الداعمة.
- **الإجراءات التنظيمية وتعقيد الموافقات**: كانت هذه الإجابة شائعة بين سكان الشقق المشتركة. المشاركون أبدوا قلقًا بشأن الإجراءات البيروقراطية التي تتطلب موافقة الجيران أو إدارة المبنى مما يجعل تركيب الأنظمة الشمسية أكثر تعقيدًا.

• العلاقة بين المساحة النوع والعوائق المتوقعة:

تحليل البيانات يظهر أن مساحة المسكن ونوعه يلعبان دورًا كبيرًا في تحديد طبيعة العوائق التي يواجهها السكان فيما يتعلق بتركيب أنظمة الطاقة الشمسية. المساكن الكبيرة تواجه عوائق مالية بينما المساكن المتوسطة والصغيرة تواجه عوائق تتعلق بالصيانة والمساحة. سكان الشقق سواء المملوكة أو المستأجرة يواجهون تحديات إضافية تتعلق بالإجراءات التنظيمية وتعقيد الحصول على الموافقات.

تحليل العلاقة بين مساحة المسكن ونوعه والمخاوف الرئيسية المتعلقة باستخدام الطاقة الشمسية:

ماهي مخاوفك الرئيسية بشأن استخدام الطاقة الشمسية في منزلك؟ كان هذا السؤال الذي تم طرحه للمشاركين في الاستبيان وتم تحليل هذا السؤال بناء على:

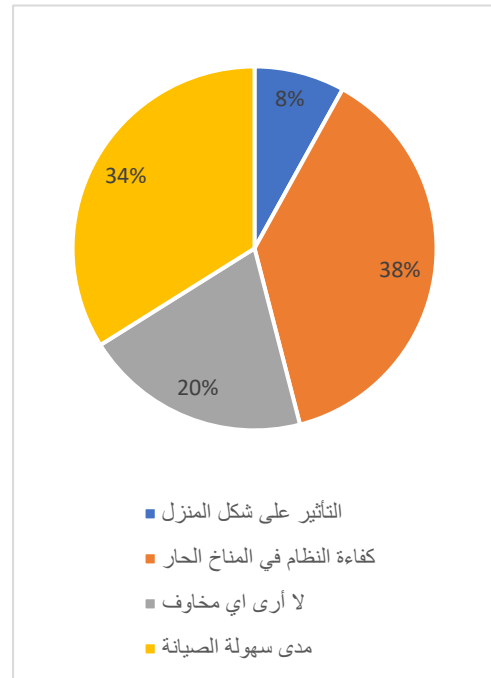
• مساحة المسكن ومدى تأثيرها على طبيعة المخاوف

- **المساكن ذات المساحات الكبيرة (أكثر من 601 متر مربع):** أظهرت البيانات أن سكان المنازل ذات المساحات الكبيرة عتبروا عن التكلفة الأولية المرتفعة كأبرز مخاوفهم المتعلقة باستخدام الطاقة الشمسية. بالنظر إلى المساحة الكبيرة لهذه المنازل فإن الأنظمة الشمسية المطلوبة لتغطية احتياجاتها من الطاقة غالبًا ما تكون باهظة التكاليف ما يجعل الاستثمار الأولي عائقًا رئيسيًا. كما أشار بعض المشاركين في هذه الفئة إلى القلق بشأن استدامة النظام أي مدى قدرة الأنظمة الشمسية على تغطية احتياجاتهم الكبيرة من الطاقة على المدى الطويل.
- **المساكن المتوسطة (بين 251 إلى 600 متر مربع):** سكان المساكن المتوسطة أبدوا مخاوف متنوعة لكن الصيانة الدورية وتوفير الدعم الفني كانت من أكثر المخاوف شيوعًا. هذا يعكس قلقهم من التعقيدات المرتبطة بالمحافظة على كفاءة النظام خاصة إذا لم تتوفر شركات موثوقة قادرة على تقديم خدمات الصيانة بسرعة وكفاءة.
- **المساكن الصغيرة (أقل من 150 متر مربع):** المشاركون الذين يعيشون في مساكن صغيرة أشاروا إلى أن محدودية المساحة المتاحة لتركيب الألواح الشمسية كانت العائق الأكبر بالنسبة لهم. في المنازل الصغيرة غالبًا ما تكون الأسطح المتوفرة غير كافية لتركيب الأنظمة الشمسية بشكل يلبي احتياجات المنزل من الطاقة. بالإضافة إلى ذلك فإن قلة استهلاك الطاقة في هذه المنازل قد تجعل الفائدة الاقتصادية أقل وضوحًا مما يزيد من قلق السكان بشأن فعالية الاستثمار في الطاقة الشمسية.

• نوع المسكن ومدى تأثيره على طبيعة المخاوف

- **فلل ملك:** سكان "فلل ملك" أظهروا قلقًا واضحًا من التكلفة الأولية المرتفعة والضمانات طويلة الأجل. نظرًا لأن الفلل غالبًا ما تكون مشاريع استثمارية طويلة الأجل فإن السكان يولون أهمية كبيرة لجودة النظام واستدامته على المدى الطويل. كما أبدى بعض سكان الفلل مخاوف تتعلق بأداء النظام في المناخ الحار حيث يرون أن الظروف المناخية في المملكة قد تؤثر على كفاءة النظام.
- **دور في فيلا:** سكان "دور في فيلا" عتبروا عن مخاوف تتعلق بالصيانة ومدى سهولة الوصول إلى خدمات الدعم الفني. نظرًا لأنهم غالبًا يشاركون المبنى مع سكان آخرين فإن التنسيق بشأن الصيانة والتركيب يمثل تحديًا إضافيًا لهم.
- **شقق ملك:** سكان الشقق المملوكة أظهروا مخاوف تتعلق بالمساحة المتوفرة والتعقيد في التركيب. بسبب تصميم الشقق والمباني المشتركة قد تكون الأسطح المشتركة أو المحدودة عائقًا أمام تركيب الأنظمة الشمسية. كما أشار البعض إلى القلق من الإجراءات التنظيمية اللازمة للحصول على موافقة سكان المبنى أو إدارة العقار.
- **شقق مستأجرة:** سكان الشقق المستأجرة عتبروا عن قلق أقل تجاه التكلفة نظرًا لأن قرار تركيب النظام عادةً ما يكون مسؤولية المالك. ومع ذلك فإنهم أبدوا مخاوف تتعلق بجودة استخدام النظام في حالة الإيجار المؤقت حيث أن التركيب قد لا يكون ذا قيمة بالنسبة لهم على المدى القصير.

• المخاوف الرئيسية بحسب الإجابات



الشكل 18 يوضح المخاوف الرئيسية بحسب الإجابة

- **التكلفة الأولية المرتفعة:** هذه المخاوف كانت الأكثر شيوعًا بين سكان الفلل والمساكن الكبيرة. المشاركون يرون أن الاستثمار الأولي المطلوب لتركيب النظام الشمسي يمثل حاجزًا كبيرًا خاصة في المنازل التي تتطلب تجهيزات أكبر لتغطية احتياجاتها.
- **الصيانة ومدى توفر الشركات الموثوقة:** سكان المساكن المتوسطة والصغيرة ركزوا على هذه المخاوف. يعكس ذلك قلقهم من قلة الشركات الموثوقة التي تقدم خدمات تركيب وصيانة بجودة عالية وبأسعار معقولة.
- **كفاءة النظام في المناخ الحار:** هذه المخاوف كانت شائعة بين المشاركين في جميع أنواع المساكن حيث أبدى السكان قلقًا من أن ارتفاع درجات الحرارة قد يؤثر سلبًا على كفاءة الأنظمة الشمسية ويؤدي إلى تآكلها أو تقليل إنتاجيتها.
- **محدودية المساحة المتوفرة:** كانت هذه المخاوف بارزة بين سكان الشقق والمساكن الصغيرة. المشاركون أشاروا إلى أن المساحة المحدودة للأسطح قد تعيق تركيب الأنظمة الشمسية بشكل كامل مما يجعل استخدامها غير مجدٍ اقتصاديًا.
- **الإجراءات التنظيمية وتعقيد الموافقات:** سكان الشقق المشتركة عتبروا عن قلق من الصعوبات التي قد تواجههم في الحصول على موافقة إدارة المبنى أو سكانه لتركيب الأنظمة الشمسية مما يجعل العملية معقدة وطويلة.

• العلاقة بين المساحة النوع وطبيعة المخاوف

تحليل البيانات يظهر أن طبيعة المخاوف المتعلقة باستخدام الأنظمة الشمسية تختلف بشكل كبير حسب مساحة المسكن ونوعه. المساكن الكبيرة تواجه مخاوف تتعلق بالتكاليف والجودة بينما تواجه المساكن الصغيرة والشقق تحديات ترتبط بالمساحة والإجراءات التنظيمية. سكان الفلل يميلون للقلق بشأن الاستدامة والجودة بينما سكان الشقق يواجهون عوائق تتعلق بالموقع والمساحة.

تحليل العلاقة بين مساحة المسكن ونوعه ومدى تجربة السكان مع المنتجات التي تعمل بالطاقة الشمسية

هل سبق لك رؤية أو استخدام منتج يعمل بالطاقة الشمسية مثل الأضواء الخارجية وغيرها؟ كان هذا السؤال الذي تم طرحه للمشاركين. والتحليل لها التالي:

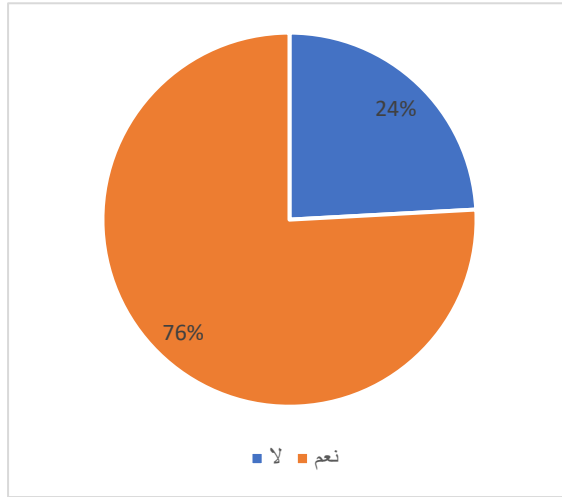
• مساحة المسكن ومدى تأثيرها على تجربة المنتجات الشمسية

- **المساكن ذات المساحات الكبيرة (أكثر من 601 متر مربع):** المشاركون الذين يعيشون في مساكن ذات مساحات كبيرة كانوا الأكثر تجربة للمنتجات التي تعمل بالطاقة الشمسية مثل الأضواء الخارجية. يعود ذلك إلى أن المنازل الكبيرة غالباً ما تحتوي على مساحات خارجية مثل الحدائق أو الفناء مما يجعل هذه المنتجات خياراً مناسباً للإضاءة الخارجية. المشاركون في هذه الفئة أشاروا إلى استخدام منتجات شمسية مثل المصابيح والأجهزة الصغيرة التي تعمل بالطاقة الشمسية ما يعكس وعياً أكبر بهذه التقنية.
- **المساكن المتوسطة (بين 251 إلى 600 متر مربع):** سكان المساكن المتوسطة أظهروا نسباً معتدلة من التجربة مع المنتجات التي تعمل بالطاقة الشمسية. تمت الإشارة إلى استخدام الأضواء الخارجية بشكل أساسي خاصة في المنازل التي تحتوي على مساحات محدودة في الفناء أو المداخل. هذه الفئة تبدو مهتمة بتجربة المنتجات الشمسية لكنها أقل انتشاراً مقارنة بالمساكن الكبيرة.
- **المساكن الصغيرة (أقل من 150 متر مربع):** المشاركون الذين يعيشون في مساكن صغيرة كانوا الأقل تجربة للمنتجات الشمسية. قد يعود ذلك إلى عدم وجود مساحات خارجية أو الحاجة المحدودة للإضاءة الخارجية حيث تُعتبر هذه المنتجات أقل أهمية بالنسبة لهذه الفئة. كما أن المنازل الصغيرة قد تفتقر إلى الدافع لاستخدام الطاقة الشمسية لأغراض غير أساسية.

• نوع المسكن ومدى تأثيره على تجربة المنتجات الشمسية

- **فلل ملك:** سكان "فلل ملك" أظهروا أعلى مستويات التجربة مع المنتجات التي تعمل بالطاقة الشمسية. هذه الفئة غالباً ما تستثمر في تحسين مرافق منازلها بما في ذلك استخدام الأضواء الخارجية التي تعمل بالطاقة الشمسية لتقليل استهلاك الطاقة التقليدية في الإضاءة.
- **دور في فيلا:** المشاركون الذين يعيشون في "دور في فيلا" أشاروا إلى تجربة محدودة مع المنتجات الشمسية. السبب وراء ذلك قد يكون عدم وجود مساحة مستقلة مخصصة للاستخدام الخارجي مما يجعل الحاجة إلى هذه المنتجات أقل.
- **شقق ملك:** سكان الشقق المملوكة أظهروا أقل مستويات التجربة مع المنتجات الشمسية. نظراً لعدم وجود مساحات خارجية تكون الفرصة لتجربة هذه المنتجات محدودة للغاية ويقتصر استخدامها للطاقة الشمسية على الأجهزة المحمولة الصغيرة إن وجدت.
- **شقق مستأجرة:** سكان الشقق المستأجرة أبدوا تجربة محدودة جداً أو شبه معدومة مع المنتجات الشمسية. يعود ذلك إلى أن المستأجرين غالباً ما لا يرون فائدة من الاستثمار في هذه المنتجات خاصة إذا كانت إقامتهم مؤقتة.

• مدى تجربة السكان مع المنتجات الشمسية بحسب الإجابات



الشكل 19 يوضح مدى تجربة السكان مع المنتجات الطاقة الشمسية

- نعم سبق لي استخدام المنتجات الشمسية: كانت هذه الإجابة شائعة بين سكان الفلل والمساكن ذات المساحات الكبيرة. يشير ذلك إلى أن هذه الفئة لديها وعي وتجربة مباشرة مع المنتجات الشمسية مما يعكس استعدادهم لاستخدام تقنيات مماثلة على نطاق أوسع.
- لا لم أستخدم المنتجات الشمسية: كانت هذه الإجابة شائعة بين سكان الشقق والمساكن الصغيرة. هذه الفئة غالباً لا تملك البيئة المناسبة لاستخدام المنتجات الشمسية أو قد تفتقر إلى الوعي بفوائدها.
- رأيت المنتجات الشمسية ولكن لم أستخدمها: هذه الإجابة كانت شائعة بين سكان المساكن المتوسطة. يعكس ذلك فضولاً تجاه التكنولوجيا دون تطبيقها بشكل عملي مما يشير إلى حاجة هذه الفئة لتجربة المنتجات قبل اتخاذ قرارات بشأن استخدامها.

● العلاقة بين المساحة النوع والتجربة مع المنتجات الشمسية

تحليل البيانات يوضح أن مساحة المسكن ونوعه يؤثران بشكل مباشر على احتمالية تجربة السكان للمنتجات التي تعمل بالطاقة الشمسية. سكان المنازل الكبيرة والفلل يظهرون تفاعلاً وتجربة أكبر مع هذه المنتجات حيث توفر المساحات الخارجية بيئة مناسبة لاستخدامها. أما سكان الشقق والمساكن الصغيرة فهم أقل تجربة بسبب القيود المكانية وقلة الاحتياج الفعلي لهذه المنتجات.

دراسة أثر سياسات الدعم المالي

● الجدوى والاستدامة

سياسات الدعم المالي للطاقة الشمسية تلعب دوراً أساسياً في تعزيز الجدوى والاستدامة لهذه الطاقة كمصدر متجدد ونظيف. هذه السياسات تتنوع بين تقديم إعانات مباشرة مثل تخفيض التكاليف الأولية لتركيب الأنظمة الشمسية وتقديم حوافز ضريبية مثل الإعفاءات أو الخصومات على الاستثمار في هذه التقنيات إلى دعم أسعار بيع الكهرباء الناتجة عن الطاقة الشمسية. وفقاً لتقارير الوكالة الدولية للطاقة المتجددة (IRENA, 2022) فإن هذه التدابير قد ساعدت في خفض تكاليف تقنيات الطاقة الشمسية بشكل ملحوظ حيث انخفضت تكاليف توليد الكهرباء من الخلايا الكهروضوئية بنسبة تصل إلى 85% خلال العقد الماضي مما جعلها أكثر تنافسية مقارنة بمصادر الطاقة التقليدية مثل الوقود الأحفوري. هذا الانخفاض الكبير يعكس التأثير الإيجابي لتلك السياسات على تعزيز اعتماد الطاقة الشمسية. بالإضافة إلى ذلك توفر السياسات المالية بيئة تشجع الابتكار التكنولوجي والتطوير الصناعي في هذا المجال. فقد أشارت IRENA إلى أن الدعم الحكومي المستدام ساهم في تحفيز الشركات والمستثمرين على تطوير تقنيات أكثر كفاءة وأقل تكلفة. ومع ذلك لضمان الاستدامة على المدى الطويل يتطلب الأمر وضع سياسات مالية مصممة بعناية لتجنب الاعتماد المفرط على الدعم الحكومي. التوجه نحو تعزيز الاستثمارات الخاصة وإتاحة الوصول إلى التمويل الميسر يعد من بين أهم استراتيجيات تحقيق هذا الهدف. التأثيرات الممتدة لهذه السياسات تشمل أيضاً الجانب الاقتصادي. تشير بيانات الأمم المتحدة إلى أن دعم الطاقة الشمسية لا يسهم فقط في تقليل الاعتماد على الوقود الأحفوري بل يعزز أيضاً النمو الاقتصادي المحلي من خلال خلق فرص عمل جديدة. على سبيل المثال قطاع الطاقة الشمسية يشهد طلباً متزايداً على العمالة في مجالات مثل تصنيع وتركيب وصيانة الأنظمة الشمسية. هذه التغيرات الاقتصادية تعزز التنمية المحلية وتسهم في تحقيق أهداف التنمية المستدامة التي أقرتها الأمم المتحدة. من جانب آخر تبرز أهمية سياسات الدعم المالي في ضمان الأمن الطاقوي للدول. فالاعتماد على الطاقة الشمسية يقلل من تعرض الدول لتقلبات أسعار الوقود الأحفوري في الأسواق العالمية مما يعزز من استقرار أنظمتها الاقتصادية. إضافة إلى ذلك تسهم هذه السياسات في تحسين البنية التحتية للطاقة مما يسهل على المستهلكين والمستثمرين دمج تقنيات الطاقة المتجددة في شبكات الكهرباء. باختصار السياسات المالية لدعم الطاقة الشمسية ليست فقط وسيلة لتعزيز اعتماد هذه الطاقة لكنها أيضاً استثمار استراتيجي يحقق فوائد اقتصادية بيئية واجتماعية على المدى البعيد. ومع ذلك لضمان الاستدامة يجب أن تُصمم هذه السياسات بعناية لتكون محفزة للنمو الذاتي للقطاع دون الاعتماد المفرط على الدعم الحكومي مع التركيز على بناء أسس اقتصادية قوية للطاقة المتجددة.

● التأثير الاقتصادي

تلعب سياسات الدعم المالي للطاقة الشمسية دوراً حيوياً في تعزيز النمو الاقتصادي من خلال عدة آليات مترابطة. أولاً تسهم هذه السياسات في خفض تكاليف إنتاج الطاقة الشمسية مما يجعلها أكثر تنافسية مقارنة بالوقود الأحفوري. وفقاً لتقارير الوكالة الدولية للطاقة المتجددة (IRENA, 2022) شهدت تكاليف توليد الكهرباء من الخلايا الكهروضوئية انخفاضاً بنسبة 85% بين عامي 2010

و2020 مما أدى إلى زيادة الاستثمارات في هذا القطاع . ثانيًا يؤدي تعزيز قطاع الطاقة الشمسية إلى خلق فرص عمل جديدة في مجالات متعددة بما في ذلك التصنيع والتركيب والصيانة. تشير بيانات IRENA إلى أن كل مليون دولار يُستثمر في مصادر الطاقة المتجددة بين عامي 2020 و2050 يمكن أن يخلق 26 سنة عمل على الأقل مما يساهم في تقليل معدلات البطالة وتعزيز التنمية الاقتصادية المحلية . ثالثًا يقلل الاعتماد على الطاقة الشمسية من الحاجة إلى استيراد الوقود الأحفوري مما يحسن ميزان المدفوعات ويعزز الاستقلالية الطاقوية. هذا التحول يقلل من تعرض الاقتصادات لتقلبات أسعار الوقود الأحفوري في الأسواق العالمية مما يعزز استقرارها الاقتصادي. بالإضافة إلى ذلك تسهم سياسات الدعم المالي في تحفيز الابتكار التكنولوجي وتطوير الصناعات المحلية المرتبطة بالطاقة الشمسية مما يعزز القدرة التنافسية للاقتصاد على المدى الطويل. تشير تقارير الأمم المتحدة إلى أن الاستثمار في الطاقة المتجددة يمكن أن يؤدي إلى مكاسب كبيرة في الناتج المحلي الإجمالي والتوظيف ورفاهية الإنسان في مختلف المناطق . في الختام تُظهر الأدلة أن سياسات الدعم المالي للطاقة الشمسية لا تعزز فقط الجدوى الاقتصادية والاستدامة البيئية بل تحقق أيضًا فوائد اقتصادية ملموسة بما في ذلك زيادة الإنتاجية وخلق فرص عمل ودعم النمو الاقتصادي. ومع ذلك لتحقيق استدامة طويلة الأمد يجب تصميم هذه السياسات بعناية لضمان انتقال سلس نحو سوق طاقة متجددة مستدامة دون الاعتماد المفرط على الدعم الحكومي.

• التأثير الاجتماعي

تلعب سياسات الدعم المالي للطاقة الشمسية دورًا حيويًا في تحسين المستوى المعيشي للأفراد وتقليل معدلات الفقر من خلال عدة آليات مترابطة. أولاً تساهم هذه السياسات في توفير فرص عمل جديدة في مجالات متعددة مثل تصنيع وتركيب وصيانة الأنظمة الشمسية مما يؤدي إلى زيادة الدخل وتحسين الظروف المعيشية للأسر. وفقًا لتقارير الوكالة الدولية للطاقة المتجددة (IRENA) فإن الاستثمار في الطاقة المتجددة يمكن أن يخلق ملايين الوظائف حول العالم مما يساهم في تقليل البطالة وتعزيز التنمية الاقتصادية المحلية. (Nations، بلا تاريخ). ثانيًا يؤدي توفير الطاقة الشمسية إلى تحسين الخدمات الأساسية مثل التعليم والصحة. على سبيل المثال يمكن للمدارس والمراكز الصحية في المناطق النائية استخدام الطاقة الشمسية لتشغيل المعدات الضرورية مما يعزز جودة التعليم والرعاية الصحية. تشير تقارير الأمم المتحدة إلى أن الوصول إلى الطاقة المستدامة يساهم في تحسين جودة الحياة والحد من الفقر . (Nations، بلا تاريخ) ثالثًا يقلل الاعتماد على الطاقة الشمسية من تكاليف الطاقة للأسر خاصة في المناطق الريفية حيث تكون تكاليف الوقود التقليدي مرتفعة. هذا التوفير في النفقات يمكن أن يُعاد استثماره في مجالات أخرى مثل التعليم والصحة مما يعزز التنمية البشرية. بالإضافة إلى ذلك تساهم الطاقة الشمسية في تحسين جودة الهواء والحد من التلوث مما يقلل من الأمراض المرتبطة بتلوث الهواء ويحسن الصحة العامة. تشير تقارير منظمة الصحة العالمية إلى أن تحسين جودة الهواء يمكن أن يقلل من معدلات الأمراض التنفسية مما يعكس إيجابًا على الإنتاجية ومستوى المعيشة. في الختام تُظهر الأدلة أن سياسات الدعم المالي للطاقة الشمسية تساهم بشكل مباشر في تحسين مستوى معيشة الأفراد وتقليل الفقر من خلال توفير فرص عمل وتحسين الخدمات الأساسية وتقليل تكاليف الطاقة وتحسين الصحة العامة. لذا يُعد الاستثمار في هذه السياسات خطوة استراتيجية نحو تحقيق التنمية المستدامة والرفاهية الاجتماعية.

• التأثير البيئي

تلعب سياسات الدعم المالي للطاقة الشمسية دورًا حيويًا في تعزيز الاستدامة البيئية من خلال تقليل الاعتماد على الوقود الأحفوري مما يؤدي إلى خفض انبعاثات غازات الدفيئة. وفقًا للوكالة الدولية للطاقة المتجددة (IRENA) يمكن لمصادر الطاقة المتجددة بما في ذلك الطاقة الشمسية إزالة الكربون عن 90% من قطاع الطاقة بحلول عام 2050 مما يساهم بشكل كبير في التخفيف من آثار تغير المناخ (Nations، بلا تاريخ). بالإضافة إلى ذلك تساهم الطاقة الشمسية في تحسين جودة الهواء من خلال تقليل الانبعاثات الضارة الناتجة عن حرق الوقود الأحفوري. تشير تقارير تحالف المناخ والهواء النظيف (CCAC) إلى أن التحول إلى الطاقة المتجددة يمكن أن يقلل بشكل كبير من تلوث الهواء مما يؤدي إلى فوائد صحية وبيئية ملموسة (للبيئة، 2019). علاوة على ذلك يقلل استخدام الطاقة الشمسية من استهلاك المياه مقارنة بمحطات الطاقة التقليدية التي تعتمد على التبريد المائي مما يحافظ على الموارد المائية ويعزز الاستدامة البيئية. تؤكد الأمم المتحدة على أهمية التحول إلى مصادر الطاقة المتجددة لتحقيق أهداف التنمية المستدامة بما في ذلك الحفاظ على النظم البيئية والحد من التلوث.

دراسة أثر سياسات الدعم المالي من خلال الاستبيان

تحليل أثر سياسات الدعم المالي على تبني أنظمة الطاقة الشمسية بناءً على مساحة المسكن ونوعه:

هل تعتقد ان توفر خدمات التمويل يساعد على تبني أنظمة الطاقة الشمسية؟ كان هذا السؤال الذي طرح في هذا المحور والتحليل لها التالي:

• مساحة المسكن ومدى تأثيرها على أهمية خدمات التمويل:

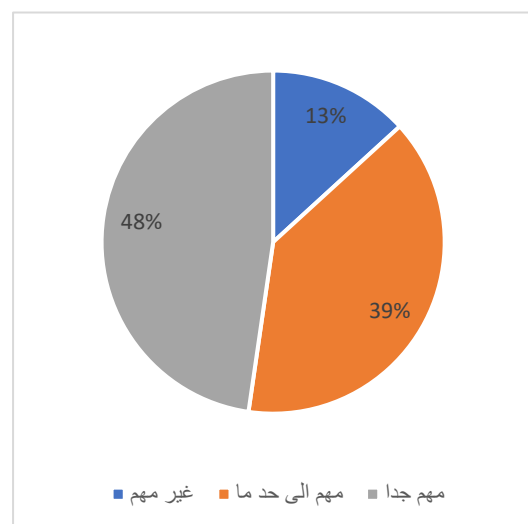
- المساكن ذات المساحات الكبيرة (أكثر من 601 متر مربع): سكان المنازل الكبيرة أظهروا اهتمامًا واضحًا بخدمات التمويل كعامل أساسي لتبني أنظمة الطاقة الشمسية. نظرًا للتكاليف المرتفعة التي يتطلبها تركيب الأنظمة في هذه المنازل

- الكبيرة فإن توفر قروض ميسرة أو دعم مالي مباشر يُعتبر ضرورة لتخفيف العبء المالي المرتبط بالاستثمار في هذه التكنولوجيا. المشاركون في هذه الفئة يرون أن التكلفة الأولية هي أكبر تحدٍ وأن التمويل يمكن أن يسهل تجاوز هذه العقبة.
- **المساكن المتوسطة (بين 251 إلى 600 متر مربع):** سكان المساكن المتوسطة أبدوا اهتمامًا ملحوظًا بخدمات التمويل حيث أشار العديد منهم إلى أن الدعم المالي يمكن أن يجعل الأنظمة الشمسية أكثر جاذبية وجدوى من الناحية الاقتصادية. هذه الفئة ترى في خدمات التمويل وسيلة لتوزيع التكاليف على فترة زمنية طويلة مما يخفف من الأثر المالي المباشر للتكاليف الأولية.
- **المساكن الصغيرة (أقل من 150 متر مربع):** سكان المنازل الصغيرة كانوا أقل تأثرًا بفكرة خدمات التمويل مقارنةً بالمساكن الكبيرة والمتوسطة. يرجع ذلك إلى أن الأنظمة الشمسية المطلوبة لهذه المنازل تكون أقل تكلفة بسبب انخفاض احتياجات الطاقة مما يجعل أهمية التمويل أقل وضوحًا بالنسبة لهذه الفئة. مع ذلك أشار بعضهم إلى أن التمويل قد يساعدهم في اتخاذ قرار الاستثمار.

● نوع المسكن ومدى تأثيره على أهمية خدمات التمويل

- **فلل ملك:** سكان "فلل ملك" أظهروا اهتمامًا كبيرًا بخدمات التمويل كعامل حاسم لتبني أنظمة الطاقة الشمسية. نظرًا لأن هذه المنازل تُعد مشاريع استثمارية طويلة الأجل فإن السكان يرون أن الدعم المالي مثل القروض طويلة الأجل أو الدعم المباشر يتيح لهم تحمل التكلفة الأولية العالية دون التأثير الكبير على ميزانياتهم.
- **دور في فيلا:** سكان "دور في فيلا" أبدوا اهتمامًا ملحوظًا بخدمات التمويل لكن بدرجة أقل مقارنةً بسكان الفلل الكاملة. هذه الفئة ترى في التمويل وسيلة فعالة لتخفيف العبء المالي ولكن تكلفة تركيب الأنظمة في هذه المساكن أقل مقارنة بالفلل الكبيرة مما يجعل تأثير التمويل أقل حدة.
- **شقق ملك:** سكان الشقق المملوكة أظهروا اهتمامًا متوسطًا بخدمات التمويل. السبب وراء ذلك هو أن تركيب الأنظمة الشمسية في الشقق غالبًا ما يكون محدودًا من حيث الحجم والمساحة مما يقلل من التكاليف المحتملة. ومع ذلك فإن السكان الذين يعتزمون تركيب الأنظمة يرون في التمويل وسيلة لتسهيل تبنيها.
- **شقق مستأجرة:** سكان الشقق المستأجرة كانوا الأقل اهتمامًا بخدمات التمويل. نظرًا لأن هذه الفئة ليست مسؤولة عن تركيب الأنظمة الشمسية فإن تأثير خدمات التمويل عليها محدود للغاية. ومع ذلك فإن بعض المستأجرين أشاروا إلى أن التمويل يمكن أن يشجع الملاك على الاستثمار في الأنظمة الشمسية مما يجعل السكن في هذه الشقق أكثر جاذبية.

● أهمية خدمات التمويل بحسب الإجابات



الشكل 20 يوضح أهمية خدمات التمويل بحسب الإجابات

- **مهم جدًا:** كانت هذه الإجابة الأكثر شيوعًا بين سكان الفلل والمساكن الكبيرة. تعكس هذه الردود إدراكهم لأهمية التمويل في تقليل التكاليف الأولية وتحفيز الاستثمار في الأنظمة الشمسية.
- **مهم إلى حد ما:** ظهرت هذه الإجابة بشكل ملحوظ بين سكان المساكن المتوسطة والشقق المملوكة. يعكس ذلك اهتمامهم بفكرة التمويل لكنه ليس العامل الوحيد المؤثر في قرارهم حيث أن العوامل الأخرى مثل التكلفة النهائية والصيانة تلعب دورًا أيضًا.
- **غير مهم:** كانت هذه الإجابة شائعة بين سكان الشقق المستأجرة والمنازل الصغيرة. يشير ذلك إلى أن هذه الفئة ليست على دراية كافية بفوائد التمويل أو أنها لا ترى تأثيرًا مباشرًا له على قراراتها.

● العلاقة بين المساحة النوع وأهمية خدمات التموي:

تحليل البيانات يظهر أن أهمية خدمات التمويل تختلف بشكل كبير بناءً على مساحة المسكن ونوعه. السكان في المنازل الكبيرة والفلل يظهرون اهتمامًا أكبر بخدمات التمويل نظرًا لتكاليف التركيب العالية لهذه الأنظمة. أما سكان الشقق والمنازل الصغيرة فإن تأثير التمويل يكون أقل وضوحًا حيث أن التكاليف الأولية أقل أو المسؤولية عن التركيب تقع على عاتق المالك.

تحليل أثر مساحة المسكن ونوعه على أهمية التكلفة الأولية لتركيب أنظمة الطاقة الشمسية

السؤال المطروح في الاستبيان هو هل ترى أن التكلفة الأولية لتركيبة أنظمة الطاقة الشمسية مهم لقرارك؟ والتحليل على هذا السؤال هو:

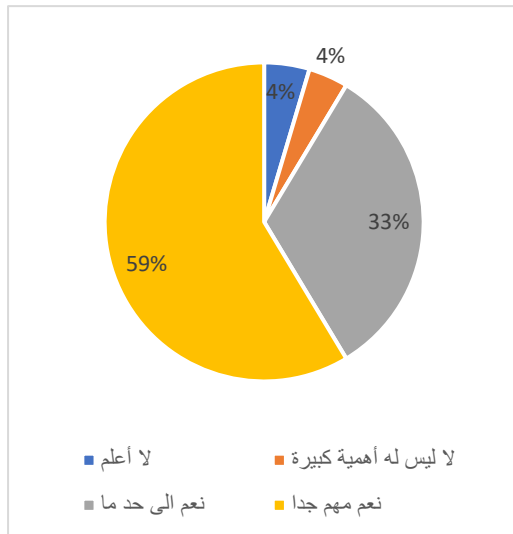
• مساحة المسكن ومدى تأثيرها على أهمية التكلفة الأولية

- **المساكن ذات المساحات الكبيرة (أكثر من 601 متر مربع):** سكان المنازل الكبيرة أظهروا اهتمامًا كبيرًا بأهمية التكلفة الأولية كعامل حاسم في قرارهم بتركيب أنظمة الطاقة الشمسية. نظرًا لحجم الأنظمة المطلوبة لتغطية احتياجات هذه المساكن فإن التكلفة الأولية تكون مرتفعة للغاية مما يجعلها عائقًا رئيسيًا أمام اتخاذ القرار. المشاركون في هذه الفئة يرون أن التكاليف العالية تجعل من الضروري التفكير الجدي في الجدوى الاقتصادية قبل الاستثمار في الأنظمة الشمسية.
- **المساكن المتوسطة (بين 251 إلى 600 متر مربع):** سكان المساكن المتوسطة أبدوا أيضًا اهتمامًا واضحًا بالتكلفة الأولية حيث تمثل هذه التكلفة عاملًا مؤثرًا على قراراتهم. بالنسبة لهذه الفئة تعتبر التكاليف المرتفعة تحديًا يمكن التغلب عليه إذا ما توفرت عوامل أخرى مساعدة مثل الحوافز أو خدمات التمويل. يرى سكان هذه المنازل أن التكلفة الأولية تؤثر بشكل مباشر على مدى استعدادهم للاستثمار.
- **المساكن الصغيرة (أقل من 150 متر مربع):** سكان المساكن الصغيرة كانوا أقل تأثرًا بأهمية التكلفة الأولية مقارنة بالمساكن الكبيرة والمتوسطة. يرجع ذلك إلى أن الأنظمة المطلوبة لتلبية احتياجات هذه المنازل تكون أصغر حجمًا وأقل تكلفة مما يجعل العبء المالي المرتبط بالتركيب أقل تأثيرًا. مع ذلك أشار بعضهم إلى أن التكلفة الأولية لا تزال تشكل عائقًا خاصة إذا كانت مواردهم المالية محدودة.

• نوع المسكن ومدى تأثيره على أهمية التكلفة الأولية

- **فلل ملك:** سكان "فلل ملك" أظهروا أعلى مستويات الاهتمام بالتكلفة الأولية. نظرًا لأن هذه المنازل تُعد مشاريع طويلة الأجل فإن سكانها يولون أهمية كبيرة لتقييم الجدوى المالية للأنظمة الشمسية. التكلفة الأولية المرتفعة تُعتبر بالنسبة لهم عائقًا رئيسيًا يحتاج إلى دراسة دقيقة قبل اتخاذ القرار بالاستثمار.
- **دور في فيلا:** سكان "دور في فيلا" أبدوا اهتمامًا ملحوظًا بالتكلفة الأولية ولكن بدرجة أقل مقارنة بسكان الفلل الكاملة. يرى سكان هذه المنازل أن التكلفة الأولية المرتفعة قد تؤثر على قرارهم خاصة إذا لم تكن لديهم موارد مالية كافية لتغطية النفقات المرتبطة بالتركيب.
- **شقق ملك:** سكان الشقق المملوكة أظهروا اهتمامًا متوسطًا بالتكلفة الأولية. السبب وراء ذلك هو أن تركيب الأنظمة الشمسية في الشقق يكون عادةً أقل تكلفة بسبب المساحة المحدودة مما يقلل من العبء المالي المرتبط بالقرار. مع ذلك لا يزال البعض منهم يرى أن التكلفة الأولية تمثل تحديًا خاصة إذا كانت تتطلب تعاونًا بين سكان المبنى.
- **شقق مستأجرة:** سكان الشقق المستأجرة أظهروا أقل اهتمامًا بالتكلفة الأولية نظرًا لأن مسؤولية التركيب تقع على عاتق المالك وليس المستأجر. مع ذلك فإن بعض المستأجرين الذين أبدوا اهتمامًا باستخدام الطاقة الشمسية أشاروا إلى أن التكلفة الأولية يمكن أن تكون عاملًا مهمًا إذا قرر المالك نقل هذه التكاليف إليهم.

• أهمية التكلفة الأولية بحسب الإجابات



الشكل 21 يوضح أهمية التكلفة الأولية بحسب الإجابات

- **نعم التكلفة الأولية مهمة جدًا:** كانت هذه الإجابة الأكثر شيوعًا بين سكان الفلل والمساكن الكبيرة. تعكس هذه الردود أن التكلفة الأولية تُعتبر حاجزًا رئيسيًا حيث أن تركيب الأنظمة الشمسية في هذه المنازل يتطلب استثمارًا كبيرًا.
- **التكلفة الأولية مهمة إلى حد ما:** ظهرت هذه الإجابة بشكل ملحوظ بين سكان المساكن المتوسطة والشقق المملوكة. يعكس ذلك إدراكهم لأهمية التكلفة الأولية ولكن بدرجة أقل من سكان المنازل الكبيرة.
- **التكلفة الأولية ليست مهمة:** كانت هذه الإجابة نادرة وظهرت بين سكان الشقق المستأجرة والمنازل الصغيرة. يشير ذلك إلى أن هذه الفئة ليست مسؤولة بشكل مباشر عن التكاليف أو أن الأنظمة المطلوبة في منازلهم تكون أقل تكلفة.

• العلاقة بين المساحة النوع وأهمية التكلفة الأولية

تحليل البيانات يوضح أن أهمية التكلفة الأولية تزداد بشكل ملحوظ مع زيادة مساحة المسكن وحجم الأنظمة المطلوبة. سكان المنازل الكبيرة والفلل يعتبرون التكلفة الأولية عاملاً حاسماً بسبب ارتفاع النفقات المرتبطة بالتركيب. أما سكان الشقق والمنازل الصغيرة فإن التكلفة الأولية تكون أقل أهمية نسبياً نظراً لانخفاض التكاليف المرتبطة بأنظمتهم.

تحليل العلاقة بين مساحة المسكن ونوعه ومتوسط قيمة الفواتير الشهرية

ما هو متوسط قيمة فاتورتك الشهرية؟ كان هذا السؤال الذي طرح للمشاركين في الاستبيان والتحليل لها التالي:

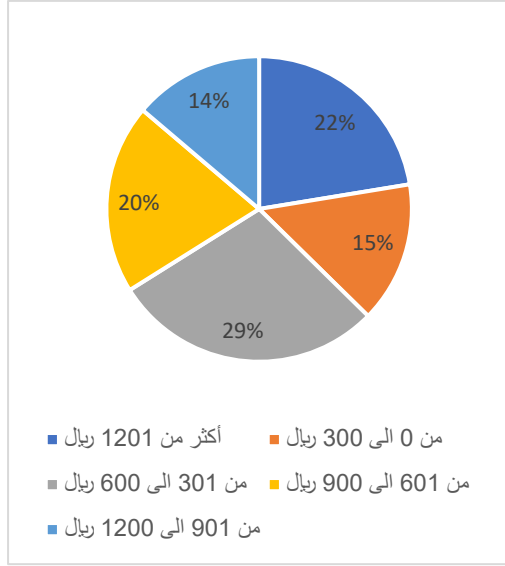
• مساحة المسكن ومدى تأثيرها على متوسط قيمة الفواتير الشهرية

- **المساكن ذات المساحات الكبيرة (أكثر من 601 متر مربع):** سكان المنازل ذات المساحات الكبيرة أظهروا أن متوسط قيمة فواتيرهم الشهرية هو الأعلى بين الفئات المختلفة. هذا أمر متوقع نظراً لأن المساحة الكبيرة تعني استهلاكاً أعلى للطاقة بسبب كثرة الأجهزة الكهربائية واستخدام التكييف بشكل مكثف خاصة في المناخ الحار. كما أن هذه الفئة غالباً ما تعتمد على الأنظمة الكهربائية لتغطية احتياجات المساحات الواسعة مثل الحدائق أو الأنظمة الأمنية.
- **المساكن المتوسطة (بين 251 إلى 600 متر مربع):** سكان المساكن المتوسطة أظهروا متوسط فواتير أقل نسبياً مقارنة بالمساكن الكبيرة. الاستهلاك في هذه الفئة يظل مرتفعاً لكنه أقل بالمقارنة مع المنازل الكبيرة حيث أن المساحة الأقل تعني عدداً محدوداً من الأجهزة الكهربائية واستهلاكاً أقل للتكييف. ومع ذلك فإن الفواتير الشهرية لا تزال تمثل جزءاً مهماً من ميزانية الأسرة لهذه الفئة.
- **المساكن الصغيرة (أقل من 150 متر مربع):** سكان المنازل الصغيرة أظهروا أدنى متوسط لفواتير الكهرباء الشهرية. يرجع ذلك إلى قلة عدد الأجهزة الكهربائية المساحات الصغيرة التي لا تتطلب تبريداً مكثفاً وانخفاض استهلاك الطاقة بشكل عام. هذه الفئة تميل إلى استخدام الأنظمة الأساسية فقط مما يجعل الفواتير الشهرية أقل عبئاً مقارنة بالفئات الأخرى.

• نوع المسكن ومدى تأثيره على متوسط قيمة الفواتير الشهرية

- **فلل ملك:** سكان "فلل ملك" أشاروا إلى أن متوسط قيمة فواتيرهم الشهرية هو الأعلى بين الأنواع المختلفة للمساكن. السبب في ذلك هو استهلاك الطاقة العالي الناتج عن تشغيل الأجهزة الكهربائية الكبيرة مثل أنظمة التكييف المركزي الإضاءة الخارجية والمساح بالإضافة إلى الاعتماد على الكهرباء لتلبية احتياجات المساحات الواسعة.
- **دور في فيلا:** سكان "دور في فيلا" أظهروا متوسط فواتير أقل من الفلل الكاملة لكن الفواتير لا تزال مرتفعة نسبياً. ذلك يعود إلى أن مساحة الدور تكون محدودة مقارنة بالفلل مما يقلل من الاستهلاك الإجمالي للطاقة رغم أن الأجهزة الأساسية مثل التكييف والتدفئة تظل تستهلك قدرًا كبيراً من الطاقة.
- **شقق ملك:** سكان الشقق المملوكة أظهروا متوسط فواتير معتدلاً. استهلاك الطاقة في هذه الفئة يكون محدوداً نظراً لمساحة الشقق الصغيرة وعدم الحاجة إلى استخدام التكييف أو الإضاءة بكثافة كما هو الحال في الفلل. ومع ذلك فإن متوسط الفواتير قد يرتفع في الشقق الفاخرة التي تعتمد على تجهيزات كهربائية متطورة.
- **شقق مستأجرة:** سكان الشقق المستأجرة أظهروا أدنى متوسط لفواتير الكهرباء الشهرية. السبب في ذلك هو أن المستأجرين يميلون إلى تقليل استهلاكهم للطاقة لتخفيض تكاليف الإيجار الإجمالية بالإضافة إلى أن مساحات الشقق المستأجرة غالباً ما تكون صغيرة ولا تتطلب استهلاكاً عالياً للطاقة.

● متوسط الفواتير الشهرية بحسب الإجابات



الشكل 22 يوضح متوسط الفواتير بحسب الإجابات

- أقل من 300 ريال: كانت هذه الإجابة شائعة بين سكان المنازل الصغيرة والشقق المستأجرة. يشير ذلك إلى أن هذه الفئة تتمتع بأقل استهلاك للطاقة نظراً لقلة الأجهزة المستخدمة وصغر مساحة المساكن.
- بين 300 و 700 ريال: كانت هذه الإجابة الأكثر شيوعاً بين سكان الشقق المملوكة والمساكن المتوسطة. يعكس ذلك استهلاكاً متوسطاً للطاقة يناسب حجم المنازل واحتياجات سكانها.
- أكثر من 700 ريال: كانت هذه الإجابة شائعة بين سكان الفلل الكاملة والمنازل الكبيرة. يشير ذلك إلى الاستهلاك العالي للطاقة نتيجة للمساحات الواسعة وعدد الأجهزة الكبير المستخدم في هذه المنازل.

● العلاقة بين المساحة النوع ومتوسط الفواتير الشهرية

تحليل البيانات يظهر أن مساحة المسكن ونوعه يلعبان دوراً كبيراً في تحديد متوسط قيمة الفواتير الشهرية. المساكن الكبيرة والفلل يظهر فيها الاستهلاك العالي للطاقة نتيجة للمساحات الواسعة وعدد الأجهزة الكبير. أما الشقق والمنازل الصغيرة فإن الاستهلاك يكون أقل بشكل ملحوظ مما يعكس على انخفاض متوسط الفواتير.

● مدى توفر الحوافز التمويلية والضمانات لأصحاب المنازل في دول الخارج

○ الحوافز الحكومية في الولايات المتحدة الأمريكية

تقدم الولايات المتحدة مجموعة واسعة من الحوافز لدعم استخدام الطاقة الشمسية على المستويات الفيدرالية والولائية والمحلية وذلك لتشجيع الأفراد والشركات على الانتقال إلى الطاقة المتجددة وتقليل اعتمادهم على المصادر التقليدية. تختلف هذه الحوافز باختلاف المواقع مما يمنح السكان مرونة في اختيار الأنظمة الشمسية المدعومة بشكل مباشر. فيما يلي قائمة ببعض الأنواع الأكثر شيوعاً لحوافز الألواح الشمسية الفيدرالية وحكومات الولايات:

أ- الائتمان الضريبي الفيدرالي للطاقة الشمسية (Federal Solar Tax Credit)

الائتمان الضريبي الفيدرالي للطاقة الشمسية المعروف أيضاً باسم الائتمان الضريبي للاستثمار (ITC) هو حافز مالي تقدمه الحكومة الفيدرالية الأمريكية لدعم اعتماد أنظمة الطاقة الشمسية في المنازل والمنشآت التجارية. هذا البرنامج يهدف إلى جعل الطاقة الشمسية خياراً متاحاً ومشجعاً على المستوى الوطني من خلال تقليل العبء المالي على المستهلكين والشركات. يتيح الائتمان لأصحاب المنازل والشركات خصم نسبة مئوية من تكاليف تركيب أنظمة الطاقة الشمسية من الضرائب الفيدرالية المستحقة مما يجعل الانتقال إلى الطاقة المتجددة خياراً أقل تكلفة.

حالياً يوفر البرنامج فرصة خصم تصل إلى 30% من تكلفة تركيب نظام الطاقة الشمسية سواء كان ذلك على مستوى الألواح الشمسية نفسها أو على مستوى المعدات المرتبطة بها مثل البطاريات والمحولات الكهربائية. هذا الائتمان يستمر بنفس النسبة حتى عام 2032 وبعد ذلك ستخف تدريجياً إلى 26% في عام 2033 و22% في عام 2034. بالنسبة للمشاريع السكنية من المتوقع أن تتوقف النسبة تماماً بعد ذلك بينما قد تبقى بعض الإعفاءات للمشاريع التجارية.

يعتبر الائتمان الضريبي للطاقة الشمسية حافزاً لمرة واحدة حيث لا يتم تجديده سنوياً وإنما يستفيد منه المستهلك عند تركيب النظام. تشمل تكاليف التركيب التي يغطيها الائتمان كافة النفقات المتعلقة بشراء وتركيب الألواح الشمسية بالإضافة إلى تكاليف البطاريات وأي معدات إضافية ضرورية مثل المحولات. عند تقديم الإقرار الضريبي يمكن للأفراد والشركات تطبيق خصم بنسبة 30% من إجمالي التكلفة على الضرائب المستحقة مما يساهم في تخفيض المبلغ المدفوع بشكل مباشر.

تكمُن أهمية هذا الائتمان الضريبي في مساهمته المباشرة في تقليل التكلفة الأولية لتركيبة أنظمة الطاقة الشمسية مما يجعل خيار استخدام الطاقة المتجددة أكثر جاذبية للأفراد والمؤسسات. علاوة على ذلك فإنه يدعم تحقيق الأهداف البيئية الأمريكية من خلال تشجيع التحول نحو مصادر طاقة نظيفة وتقليل الاعتماد على المصادر التقليدية ذات الانبعاثات الكربونية العالية.

ب- شهادات الطاقة المتجددة الشمسية (SRECs)

شهادات الطاقة المتجددة الشمسية أو ما يُعرف بـ (SRECs (Solar Renewable Energy Certificates هي آلية تشجيعية تُستخدم في بعض الولايات الأمريكية لتحفيز إنتاج الطاقة الشمسية وترويج استخدامها. تأتي هذه الشهادات كجزء من جهود التحول نحو مصادر الطاقة المتجددة حيث تمنح لأصحاب أنظمة الطاقة الشمسية فرصة لتحصيل عوائد مالية عن طريق بيع شهادات تعكس مقدار الطاقة النظيفة التي ينتجونها. تعتبر SRECs إحدى الطرق الفعالة لجعل الطاقة الشمسية خيارًا مجديًا ماليًا لأصحاب المنازل والشركات بالإضافة إلى دعم الأهداف البيئية للولايات التي تعتمد هذا النظام.

تعمل شهادات SRECs بناءً على مبدأ بسيط: مقابل كل ميغاواط/ساعة من الكهرباء يتم إنتاجها من نظام طاقة شمسية يحصل صاحب النظام على شهادة طاقة متجددة واحدة. يمكن بيع هذه الشهادة بشكل منفصل عن الطاقة الفعلية المُنتجة حيث يتم تسويقها للمرافق أو الشركات التي ترغب أو تحتاج إلى تلبية متطلبات الطاقة المتجددة. بعض الولايات الأمريكية تلزم المرافق بضرورة استخدام نسبة محددة من الطاقة المتجددة وبالتالي تحتاج إلى شراء SRECs للوفاء بهذه الالتزامات القانونية. هذا الطلب يُعزز قيمة SRECs حيث تُباع في أسواق مفتوحة تتيح لأصحاب الأنظمة الشمسية بيع شهاداتهم وتحقيق عائد مالي مستدام.

تختلف قيمة SRECs بناءً على عدة عوامل منها الولاية والقوانين المحلية ومدى الطلب على الشهادات وأحيانًا حجم العرض المتوفر في السوق. على سبيل المثال في ولايات مثل نيوجيرسي حيث يوجد متطلبات صارمة لاستخدام الطاقة المتجددة تكون قيمة SRECs مرتفعة مما يعود بفائدة كبيرة على أصحاب الأنظمة الشمسية. على العكس في ولايات لا تتطلب نسبة عالية من الطاقة المتجددة قد تكون قيمة SRECs أقل نتيجة لقلة الطلب.

للحصول على SRECs يحتاج أصحاب الأنظمة الشمسية إلى تسجيل أنظمتهم ضمن البرنامج المعتمد في ولايتهم. عادةً ما تقوم المنظمات الحكومية المحلية أو شركات إدارة الطاقة بمتابعة الإنتاج السنوي لكل نظام شمسي وتخصيص عدد الشهادات المطابق للإنتاج الفعلي للطاقة. بعد ذلك يمكن لأصحاب الأنظمة اختيار بيع SRECs بأنفسهم أو الاستعانة بوسطاء أو شركات مختصة تساعدهم على بيع الشهادات للمرافق.

تمثل SRECs حافزًا ماليًا إضافيًا بجانب توفير تكاليف الكهرباء حيث يستطيع أصحاب الأنظمة الشمسية تحقيق دخل ثابت ومستمر من بيع هذه الشهادات. يساهم هذا في تسريع فترة استرداد تكلفة النظام الشمسي مما يجعل الاستثمار في الطاقة الشمسية خيارًا أكثر جذبًا وفعالية.

ج- قروض وتمويل منخفض الفائدة

تقدم بعض الولايات والمؤسسات المالية قروضًا ميسرة لتمويل تركيب أنظمة الطاقة الشمسية مما يسهل على أصحاب المنازل تحمل التكاليف الأولية. القروض وبرامج التمويل منخفضة الفائدة للطاقة الشمسية هي آليات تمويلية تُقدم في الولايات المتحدة لدعم الأفراد والشركات في تركيب أنظمة الطاقة الشمسية وذلك من خلال توفير التمويل بأسعار فائدة منخفضة. تهدف هذه القروض إلى تسهيل الوصول إلى الطاقة المتجددة عن طريق تقليل العبء المالي الأولي المرتبط بتكاليف التركيب مما يجعل الطاقة الشمسية خيارًا متاحًا لشرائح أوسع من المجتمع. وتلعب الولايات الأمريكية دورًا محوريًا في تقديم هذه البرامج حيث تطلق مبادرات بالشراكة مع بنوك ومؤسسات مالية محلية لتقديم قروض بشروط ميسرة تساهم في تسريع انتشار أنظمة الطاقة الشمسية وتعزيز الاستدامة البيئية.

تأتي برامج القروض منخفضة الفائدة للطاقة الشمسية كجزء من سياسات حكومية محلية تهدف إلى تشجيع التحول نحو الطاقة النظيفة. تختلف هذه البرامج من ولاية إلى أخرى سواء من حيث الشروط أو نسب الفائدة أو مدة القرض كما يتم تخصيصها بحيث تتلاءم مع الاحتياجات المختلفة للمستهلكين بدءًا من الأفراد إلى المؤسسات الكبيرة. من خلال الحصول على تمويل منخفض الفائدة يمكن لأصحاب المنازل والمؤسسات تقليل تكلفة التركيب الأولية مما يجعل استرداد التكلفة أسرع ويقلل من الفاتورة الشهرية للطاقة. ومن بعض الأمثلة على برامج القروض منخفضة الفائدة في بعض الولايات الأمريكية:

كاليفورنيا - برنامج قروض الطاقة النظيفة: (California Residential Energy Loan Assistance - REEL)
تقدم ولاية كاليفورنيا برنامج REEL وهو جزء من مبادرة الأمانة الائتمانية للطاقة النظيفة في كاليفورنيا. هذا البرنامج يتيح للأسر الحصول على قروض بتمويل منخفض الفائدة يصل إلى 30000 دولار مع شروط مرنة تتراوح بين 5 و 15 عامًا. يتميز البرنامج بتوفير مرونة في السداد ومعدل فائدة تنافسي مما يساعد على خفض التكاليف الإجمالية للأسر التي ترغب في تركيب أنظمة الطاقة الشمسية أو تحسين كفاءة استخدام الطاقة.

نيويورك - برنامج التمويل الخاص بالطاقة النظيفة: (Green New York Loan Program) توفر ولاية نيويورك من خلال وكالة (NY State Energy Research and Development Authority (NYSERDA برنامج قروض الطاقة النظيفة. يُمكن للأفراد الحصول على قروض تصل إلى 25000 دولار بمعدل فائدة منخفض ويُقدّم للمستفيدين خيارات سداد تتراوح من 5 إلى 15 عامًا. الهدف من البرنامج هو دعم تركيب أنظمة الطاقة الشمسية وتحسين كفاءة الطاقة مما يعزز توفير الفواتير الشهرية للطاقة ويجعل التحول للطاقة المتجددة أسهل على السكان.

كولورادو - برنامج القروض من: Elevations Credit Union: تتيح ولاية كولورادو قروضًا لتمويل مشاريع الطاقة الشمسية من خلال شراكة مع Elevations Credit Union. يوفر هذا البرنامج قروضًا بأسعار فائدة منخفضة وتمويل يصل إلى 50,000 دولار مما يسمح للمستفيدين بتقسيم تكلفة تركيب أنظمة الطاقة الشمسية لفترة تصل إلى 15 عامًا. ويهدف البرنامج إلى تعزيز قدرة السكان على تحمل تكاليف الطاقة الشمسية والمساهمة في أهداف الاستدامة البيئية للولاية.

فلوريدا - صندوق قروض الطاقة الشمسية (SELF): يقدم برنامجًا مميّزًا لدعم الأفراد في تركيب أنظمة الطاقة الشمسية الكهروضوئية (PV) للمنازل من خلال توفير قروض شخصية غير مضمونة مما يعني أنه لا يتطلب ضمانات عقارية. يهدف البرنامج إلى تسهيل الوصول إلى الطاقة الشمسية للمنازل ويقدم قروضًا تتراوح بين 3000 و25000 دولار بفائدة ثابتة تتراوح بين 7.99% و8.25% مع فترات سداد مرنة تتراوح من 3 إلى 10 سنوات. حيث لا يشترط SELF حدًا أدنى للرصيد الائتماني أو للدخل كما لا يتطلب وجود أصول أو حقوق ملكية في المنزل مما يجعله مناسبًا لشرائح واسعة من المجتمع. بجانب تقديم التمويل يحرص SELF على تقديم دعم إضافي لإدارة المشروع مما يساهم في تخفيف الأعباء عن المتقدمين وضمان جودة تنفيذ المشاريع. تشمل خدمات إدارة المشروع التي يقدمها SELF التحقق من تراخيص المقاولين والتأكد من أن لديهم التأمين والسجل المهني اللازم. ومراجعة العروض المقدمة من المقاولين لإدارة المشروع مما يساهم في تخفيف الأعباء عن المتقدمين وضمان جودة تنفيذ المشاريع. تشمل خدمات إدارة المشروع التي يقدمها SELF التحقق من تراخيص المقاولين والتأكد من أن لديهم التأمين والسجل المهني اللازم. ومراجعة العروض المقدمة من المقاولين لضمان عدم وجود تلاعب بالأسعار أو رفع غير مبرر في التكلفة. أخيرًا التنسيق مع الجهات المحلية والرقابية قبل صرف المدفوعات النهائية للمقاولين مما يضمن التزامهم بالمعايير المطلوبة.

ماساتشوستس - برنامج Mass Solar Loan: يوفر برنامج Mass Solar Loan في ولاية ماساتشوستس قروضًا ميسرة للتمويل بأسعار فائدة منخفضة مما يسهل على أصحاب المنازل تركيب أنظمة الطاقة الشمسية. يمكن للمستفيدين الحصول على قروض تتراوح بين 3,000 و60,000 دولار مع إمكانية السداد على مدار 10 سنوات. كما يشمل البرنامج خيارات دعم إضافية للأسر ذات الدخل المنخفض والمتوسط مما يعزز من انتشار الطاقة الشمسية في المجتمع المحلي.

د- برامج صافي القياس (Net Metering)

برنامج صافي القياس (Net Metering) هو نظام يتيح لأصحاب أنظمة الطاقة الشمسية المنزلية والتجارية الاستفادة من فائض الطاقة الذي ينتجونه عن طريق إرسالها إلى شبكة الكهرباء المحلية. يُعتبر هذا البرنامج أحد الحوافز الهامة في دعم استخدام الطاقة الشمسية حيث يمنح أصحاب الأنظمة الشمسية القدرة على تعويض تكاليف الكهرباء التي يستخدمونها من الشبكة عبر بيع الطاقة الفائضة أو تحويلها إلى أرصدة في فواتيرهم. تختلف سياسات صافي القياس من ولاية لأخرى حيث تحدد كل ولاية شروطها الخاصة فيما يتعلق بنسب التعويض وقواعد استرجاع الأرصدة السنوية.

يعمل برنامج صافي القياس بشكل بسيط؛ فعندما ينتج نظام الطاقة الشمسية كمية من الكهرباء تزيد عن احتياجات المنزل أو المؤسسة يتم توجيه هذه الكمية الفائضة إلى شبكة الكهرباء العامة. يتم تسجيل هذه الطاقة بواسطة عداد ثنائي الاتجاه وعند الحاجة لاستهلاك الكهرباء من الشبكة يمكن لأصحاب الأنظمة الشمسية استخدام الأرصدة المتراكمة من الطاقة الفائضة لتغطية استهلاكهم مما يقلل من تكاليف فواتيرهم. ومن الأمثلة على برنامج صافي القياس في بعض الولايات الأمريكية:

كاليفورنيا: يُعتبر نظام صافي القياس من الأنظمة المتقدمة حيث تم تصميمه لدعم التحول إلى الطاقة المتجددة بشكل فعال. يُعرف برنامج صافي القياس الحالي باسم NEM 3.0 وهو النسخة الأحدث من البرنامج السابق (NEM 2.0). يتيح هذا النظام لأصحاب الأنظمة الشمسية إرسال فائض الكهرباء إلى الشبكة مقابل أرصدة تُستخدم لتعويض استهلاك الكهرباء من الشبكة. ومع ذلك يشمل نظام NEM 3.0 تغييرات في التعويضات حيث تم خفض قيمة الأرصدة المحسوبة للطاقة الفائضة مما جعل التعويض أقل مما كان عليه في النظام السابق. يعد هذا التغيير جزءًا من محاولة كاليفورنيا لتحقيق توازن بين التحفيز الاقتصادي والمصالح العامة.

نيوجيرسي: تعتبر نيوجيرسي واحدة من الولايات الرائدة في برامج صافي القياس حيث تتيح للأفراد والشركات إرسال فائض الطاقة المتجددة إلى الشبكة مقابل أرصدة كاملة. تمنح الولاية أرصدة بنسبة 100% من سعر التجزئة للكهرباء مما

يعني أن أصحاب الأنظمة الشمسية يحصلون على تعويض يعادل سعر الكهرباء الذي كانوا سيدفعونه لو استهلكوا هذه الكمية من الشبكة. علاوة على ذلك يمكن لأصحاب الأنظمة الشمسية في نهاية العام بيع فائض الأرصة المتبقية إلى شركة الكهرباء مما يجعل البرنامج جذابًا ومجديًا للمستثمرين في الطاقة الشمسية.

فلوريدا: يدعم برنامج صافي القياس نمو الطاقة الشمسية عن طريق السماح للمستخدمين بإرسال فائض الكهرباء إلى الشبكة وتلقي أرصة بنفس السعر. يتم ترحيل الأرصة من شهر إلى آخر مما يتيح للمستخدمين الاستفادة من إنتاج الطاقة خلال فترات النهار التي قد لا تتزامن مع ذروة استهلاكهم للطاقة. في نهاية العام إذا كانت هناك أرصة غير مستخدمة يمكن لأصحاب الأنظمة الحصول على تعويض نقدي عن هذه الأرصة بأسعار مخفضة. يعد هذا النظام مناسبًا للأفراد والشركات على حد سواء حيث يمنحهم القدرة على تخفيض تكاليف الكهرباء بشكل فعال.

كولورادو: يمكن للمقيمين الذين يملكون أنظمة طاقة شمسية استرجاع أرصة صافي القياس بأسعار تساوي سعر التجزئة للكهرباء. يُعد هذا النظام أحد أكثر برامج صافي القياس دعمًا للمستهلكين حيث يسمح بترحيل الأرصة بشكل غير محدود من شهر إلى آخر. في نهاية العام يتم تصفية الأرصة المتبقية للمستخدمين بأسعار منخفضة مما يسمح لهم بالاستفادة المالية القصوى من الطاقة التي ينتجونها. هذا النظام يحفز أصحاب المنازل والشركات على الاستثمار في الطاقة الشمسية للاستفادة من تقليل تكاليفهم الشهرية للكهرباء.

أريزونا: يتيح برنامج صافي القياس لأصحاب الأنظمة الشمسية إرسال فائض الكهرباء إلى الشبكة لكن التعويض يختلف عن البرامج الأخرى حيث يتم حساب الأرصة بناءً على سعر الجملة للكهرباء وليس سعر التجزئة. نتيجة لذلك يحصل أصحاب الأنظمة على تعويض أقل قليلاً مقارنة ببعض الولايات الأخرى. مع ذلك فإن هذا النظام لا يزال يتيح للمستهلكين تقليل تكاليفهم وتوفير الكهرباء بتكلفة أقل بفضل استغلالهم الطاقة الشمسية.

هـ- الإعفاء الضريبية على الممتلكات والمبيعات

في العديد من الولايات الأمريكية تتوفر إعفاءات ضريبية على الممتلكات والمبيعات لتحفيز تبني أنظمة الطاقة الشمسية. هذه الحوافز الضريبية تساعد في تقليل التكاليف الأولية لتركييب الألواح الشمسية وتخفيف الأعباء المالية الناتجة عن زيادة قيمة الممتلكات عند إضافة هذه الأنظمة ما يسهم في تسهيل الانتقال إلى استخدام الطاقة المتجددة. ومن أبرز هذه الولايات **كاليفورنيا** حيث تُعفى أنظمة الطاقة الشمسية من ضريبة المبيعات والاستخدام ما يقلل من التكلفة الإجمالية للتركييب. كما أن أي زيادة في قيمة الممتلكات بسبب تركيب النظام الشمسي تُعفى من ضريبة الأملاك فلا تؤدي إلى زيادة الضرائب العقارية مما يشجع الأفراد على تركيب الألواح الشمسية دون القلق من ارتفاع ضرائب العقار.

وفي **فلوريدا** تتبع الولاية سياسة مشابهة إذ تُعفى أنظمة الطاقة الشمسية من ضريبة المبيعات وكذلك من ضريبة الممتلكات. تسهم هذه الإعفاءات في جعل تكلفة تركيب الطاقة الشمسية أقل ما يجعلها خيارًا أكثر جذبًا للمستهلكين. نيويورك من جانبها تقدم إعفاءً ضريبياً على الممتلكات يصل إلى 15 عاماً للأنظمة الشمسية الجديدة إلى جانب إعفاء ضريبي على المبيعات ما يقلل من التكلفة الإجمالية للتركييب ويسهم في تشجيع سكان الولاية على اعتماد الطاقة الشمسية.

وفي ولاية **تكساس** تتاح إعفاءات ضريبية مميزة؛ إذ يمكن لأصحاب المنازل الذين يثبتون أنظمة الطاقة الشمسية التقدم بطلب للحصول على إعفاء من الضرائب العقارية المتزايدة الناتجة عن ارتفاع قيمة ممتلكاتهم. إضافةً إلى ذلك تُعفى معدات الطاقة الشمسية من ضريبة المبيعات مما يسهم في تقليل التكلفة للمستهلكين ويساعد في نشر التكنولوجيا الشمسية في الولاية. أما في **مينيسوتا** فالإعفاء من ضريبة الممتلكات والمبيعات يشجع الأفراد على الاستثمار في الطاقة الشمسية مما يجعلها خيارًا شائعاً وسهلاً للتبني.

نيوجيرسي أيضاً توفر حوافز ضريبية مهمة؛ حيث تُعفى أنظمة الطاقة الشمسية من الزيادة في قيمة الممتلكات مما يحمي أصحاب العقارات من أي زيادة في الضرائب العقارية. كما تقدم الولاية إعفاءً من ضريبة المبيعات على المعدات الشمسية ما يسهل وصول المستهلكين إلى هذه التقنية بتكلفة أقل. وفي ولاية واشنطن تُعفى أنظمة الطاقة الشمسية من الزيادة في قيمة الممتلكات وتُعفى المعدات الشمسية من ضريبة المبيعات ما يدعم تبني هذه التكنولوجيا بشكل أوسع ويساهم في تحقيق أهداف الولاية البيئية.

و- الحوافز القائمة على الأداء PBI's

برامج الحوافز القائمة على الأداء (Performance-Based Incentives - PBI's) هي آليات تشجيعية تُقدمها بعض الولايات الأمريكية لدعم تبني أنظمة الطاقة الشمسية. تُمنح هذه الحوافز بناءً على كمية الكهرباء التي ينتجها النظام الشمسي على مدار فترة زمنية محددة مما يعني أن المكافآت تُستحق بناءً على الأداء الفعلي للنظام بدلاً من تقديم مبلغ مقطوع عند التركيب. يهدف هذا النهج إلى ضمان كفاءة الأنظمة المثبتة وتحفيز المستخدمين على الحفاظ على أدائها الأمثل.

كيفية عمل برامج الحوافز القائمة على الأداء: عند تركيب نظام طاقة شمسية يتم قياس كمية الكهرباء المنتجة بواسطة عدادات خاصة. بناءً على الإنتاج الفعلي يحصل مالك النظام على حوافز مالية تُدفع عادةً على أساس شهري أو ربع سنوي. تستمر هذه المدفوعات لفترة محددة قد تصل إلى 5 أو 10 سنوات مما يوفر دخلاً مستداماً للمستفيدين. ومن بعض الأمثلة على الولايات التي تقدم PBI's

كاليفورنيا: تُقدم كاليفورنيا برنامج مبادرة كاليفورنيا للطاقة الشمسية (California Solar Initiative - CSI) الذي يتضمن حوافز قائمة على الأداء تُعرف بحوافز الأداء المستمر (Performance-Based Incentives - PBI). يُدفع للمستفيدين مبلغ محدد لكل كيلوواط/ساعة يتم إنتاجه على مدار 5 سنوات.

نيويورك: من خلال برنامج نيويورك صن (NY-Sun) تُقدم نيويورك حوافز قائمة على الأداء للمشاريع التجارية والصناعية. يتم دفع الحوافز بناءً على الإنتاج الفعلي للطاقة الشمسية على مدار فترة زمنية محددة.

تكساس: تقدم بعض شركات المرافق في تكساس مثل أوستن إنرجي (Austin Energy) حوافز قائمة على الأداء لأصحاب المنازل والشركات التي تقوم بتركيب أنظمة طاقة شمسية. يتم دفع الحوافز بناءً على كمية الكهرباء المنتجة.

ز - برامج الحوافز الحكومية لبعض الولايات

برنامج حوافز التوليد الذاتي (Self-Generation Incentive Program - SGIP)

يعتبر برنامج حوافز التوليد الذاتي في ولاية كاليفورنيا من البرامج الرائدة في دعم تقنيات تخزين الطاقة حيث يقدم خصومات مالية لمساعدة الأفراد والشركات على تركيب أنظمة تخزين الطاقة مثل البطاريات لتمكينهم من تخزين الكهرباء المنتجة من أنظمة الطاقة الشمسية. يهدف البرنامج إلى تعزيز استخدام الطاقة المتجددة وتقليل الاعتماد على شبكة الكهرباء خلال فترات الذروة مما يساهم بشكل مباشر في تحسين استقرار الشبكة وتقليل الضغط عليها في أوقات الاستهلاك المرتفع. حيث يقدم برنامج SGIP حوافز مالية متفاوتة تعتمد على عدة عوامل منها نوع النظام وسعة التخزين. وتعتبر هذه الحوافز من الأعلى في الولايات المتحدة. يتم تقديم حوافز بواقع 0.25 إلى 0.35 دولار لكل واط ساعة من سعة البطارية المثبتة. ويتم احتساب الحافز بناءً على حجم النظام واحتياجات الطاقة حيث تُدفع هذه الحوافز بشكل مباشر أو عن طريق تخفيض التكلفة الأولية للبطارية. إضافة على ذلك يتيح البرنامج حوافز إضافية للمشاريع التي تخدم المجتمعات ذات الدخل المنخفض أو التي تقع في مناطق ذات أولوية بيئية حيث قد تصل الحوافز إلى 1.00 دولار لكل واط-ساعة. تساهم هذه الحوافز في دعم الأسر التي تعتمد بشكل أكبر على الطاقة الكهربائية أو التي تعاني من انقطاعات كهربائية متكررة مما يعزز من استدامة الطاقة ويوفر دعماً حقيقياً لهذه الفئات. أيضاً يتم تقديم حوافز عالية في حالات الطوارئ مثل فترات الحرائق أو العواصف التي تؤدي إلى انقطاعات كهربائية متكررة حيث تُمنح حوافز قد تصل إلى 1.50 دولار لكل واط-ساعة. تستفيد من هذه الحوافز المناطق التي تتعرض لأزمات بيئية متكررة مما يساعدها في الاستعداد لمواجهة فترات انقطاع الكهرباء. بالنسبة للحدود القصوى للحوافز يمكن للمستخدمين أن يحصلوا على حوافز تصل إلى 100% من تكلفة البطاريات لبعض الأنظمة التي يتم تركيبها في مناطق تتعرض لانقطاعات متكررة أو في مشاريع تدعم الأسر ذات الدخل المنخفض. هذا يعني أن تركيب البطاريات في هذه المناطق يمكن أن يكون بدون تكلفة تقريباً للمستفيدين.

إضافة على الحوافز التي تم ذكرها تُقدم بعض المدن والمرافق المحلية في كاليفورنيا برامج خصم إضافية لتعزيز الاعتماد على الطاقة الشمسية. ومن بين هذه البرامج يبرز برنامج GoSolarSF الذي يُقدم في مدينة سان فرانسيسكو. ويهدف البرنامج إلى تشجيع السكان على استخدام أنظمة الطاقة الشمسية الكهروضوئية من خلال تقديم حوافز مالية متنوعة تُساعد في تقليل التكلفة المالية للمشاريع. يدير البرنامج هيئة المرافق العامة في سان فرانسيسكو (SFPUC) ويستهدف كل من المنازل والشركات والمنظمات غير الربحية لدعم تبني التكنولوجيا الشمسية. فيما يلي تفصيل للحوافز المتاحة ضمن هذا البرنامج:

- ❖ الحافز الأساسي (Basic Incentive): هذا الحافز متاح لأي مقيم في سان فرانسيسكو يقوم بتركيب نظام طاقة شمسية على ممتلكاته. تبلغ قيمة الحافز 200 دولار لكل كيلوواط من القدرة المثبتة مع حد أقصى يصل إلى 4 كيلوواط. الهدف من هذا الحافز هو تشجيع المقيمين على تبني التكنولوجيا الشمسية وتوفير تكاليف الطاقة.
- ❖ حافز العدالة البيئية أو قرض (CalHome Environmental Justice or CalHome Loan Incentive): يُخصص هذا الحافز للأسر المقيمة في الرموز البريدية المحددة أو أصحاب العقارات المشاركين في برنامج قرض CalHome. تبلغ قيمة الحافز 100 دولار لكل كيلوواط بحد أقصى يصل إلى 4 كيلوواط. يعكس هذا الحافز حرص البرنامج على دعم المجتمعات المتأثرة بيئياً.
- ❖ حافز المثبت المحلي (City Installer Bonus): يستهدف هذا الحافز السكان الذين يتعاقدون مع مثبتيين محليين لديهم شهادة تسجيل أعمال ويقع مقرهم الرئيسي في سان فرانسيسكو. تصل قيمة الحافز إلى 250 دولار لكل كيلوواط مع حد أقصى يبلغ 4 كيلوواط. ويهدف هذا الحافز إلى دعم الشركات المحلية وزيادة فرص العمل داخل المدينة مما يعزز الاقتصاد المحلي.

- ❖ **حافز الدخل المنخفض (Low-Income Bonus) :**
يُخصص هذا الحافز للأسر ذات الدخل المنخفض حيث تبلغ قيمة الحافز 2,000 دولار لكل كيلوواط من القدرة المثبتة مع حد أقصى يصل إلى 3 كيلوواط. يسعى هذا الحافز لتسهيل الوصول إلى حلول الطاقة الشمسية المستدامة وتوفير الفواتير الشهرية للأسر ذات الدخل المنخفض.
- ❖ **حافز DAC-SASH (Disadvantaged Communities – Single-family Solar Homes) :**
يستهدف هذا الحافز أصحاب المنازل في المجتمعات ذات الدخل المنخفض الذين يستوفون معايير الأهلية. يمكن أن تصل نسبة الدعم إلى 100% من تكلفة النظام الشمسي مما يتيح تقديم أنظمة طاقة شمسية بدون تكلفة للأسر المؤهلة. يُقدم هذا الحافز بالتعاون مع منظمة GRID Alternatives ويهدف إلى تقليل العبء المالي وتحقيق استدامة بيئية فعّالة.

برنامج حوافز تخزين الطاقة (Energy Storage Incentive Program)

في ولاية نيويورك تقدم هيئة البحث والتطوير في مجال مبادرة رائدة تهدف إلى دعم تركيب أنظمة تخزين الطاقة في الولاية سواء كانت أنظمة كبيرة للشركات أو أنظمة صغيرة للمنازل. من خلال هذا البرنامج تسعى نيويورك إلى تعزيز استقرار الشبكة الكهربائية وتقليل الاعتماد على مصادر الطاقة التقليدية مع زيادة الاعتماد على مصادر الطاقة المتجددة مثل الطاقة الشمسية وطاقة الرياح. يتم تصميم البرنامج بحيث يلبي احتياجات متنوعة لمختلف المستخدمين من المنازل إلى الشركات والمؤسسات العامة بما في ذلك البلديات. يعتمد البرنامج على تقديم حوافز مالية متفاوتة ترتبط بعدة عوامل أهمها حجم النظام وموقعه بالإضافة إلى احتياجات الطاقة في المنطقة التي يتم فيها التركيب. أحد الأهداف الأساسية للبرنامج هو دعم المناطق ذات الأولوية البيئية مما يعني أن المشاريع التي تُنفذ في هذه المناطق تحصل على نسب أعلى من الحوافز وهو ما يُعرف بنظام الحوافز المرتفع. فيما يتعلق بالأرقام يقدم البرنامج حوافز تتراوح بين 200 و350 دولارًا لكل كيلوواط/ساعة من سعة تخزين الطاقة للمشاريع المنزلية والصغيرة. بالنسبة للمشاريع الأكبر مثل تلك الخاصة بالشركات والمؤسسات الصناعية قد تصل الحوافز إلى حوالي 150 دولارًا لكل كيلوواط/ساعة مع إمكانية زيادة الحوافز للمشاريع التي تقام في المناطق التي تتعرض لضغط عالٍ على الشبكة الكهربائية أو التي تعاني من تكرار انقطاع التيار الكهربائي. تسعى هذه الحوافز إلى تشجيع استخدام أنظمة تخزين الطاقة بشكل واسع وفعال بحيث تخدم تلك الأنظمة احتياجات الطاقة المستدامة وتساهم في استقرار الشبكة.

برنامج الخصم للطاقة الشمسية في أوستن

تقدم مدينة أوستن في تكساس برنامج خصومات للطاقة الشمسية من خلال شركة Austin Energy ويُعتبر هذا البرنامج من أكثر المبادرات دعمًا للطاقة المتجددة في الولاية. يحصل المستفيدون من هذا البرنامج على خصم مالي يصل إلى 2,500 دولار عند تركيب نظام طاقة شمسية كما يُطلب منهم استكمال دورة تدريبية حول الطاقة الشمسية كشرط للحصول على الحافز. يهدف البرنامج إلى زيادة الوعي بأهمية الطاقة الشمسية ودعم الاستثمار فيها كجزء من جهود المدينة لتحقيق أهدافها البيئية.

○ الحوافز الحكومية في استراليا

تتجه الحكومات المحلية في الولايات الأسترالية نحو تعزيز التحول إلى الطاقة المتجددة من خلال تقديم برامج مبتكرة تهدف إلى تقليل تكاليف الطاقة وتحفيز استخدام مصادر الطاقة النظيفة. يعد برنامج المنازل الشمسية في ولاية فيكتوريا أحد أبرز هذه المبادرات حيث يسعى لتشجيع السكان على تركيب أنظمة الطاقة الشمسية من خلال تقديم حوافز مالية وقروض بدون فوائد إضافة إلى دعم من خلال تعرفه التغذية العكسية وبرامج خصم خاص بتركيب الألواح الشمسية. كما تقدم ولايات أخرى مثل نيو ساوث ويلز وكوينزلاند وجنوب أستراليا برامج متكاملة تهدف إلى دعم الأسر ذات الدخل المحدود وتقديم حوافز لتركيب أنظمة البطاريات المنزلية وتعرفة تغذية عكسية. تعكس هذه البرامج التزام أستراليا بتعزيز الاستدامة وتحقيق وفورات مالية ملموسة للمواطنين من خلال الطاقة النظيفة. وفيما يلي التفصيل الخاص لأبرز الولاية من ولايات استراليا.

أ- ولاية فيكتوريا

تسعى حكومة ولاية فيكتوريا الأسترالية إلى تعزيز استخدام الطاقة المتجددة وتقليل تكاليف الكهرباء للأسر من خلال برنامج المنازل الشمسية (Solar Homes). يقدم هذا البرنامج حوافز مالية وقروضاً بدون فوائد لتشجيع تركيب أنظمة الطاقة الشمسية في المنازل. وبالنسبة للمحفزات المقدمة من الحكومة:

- ❖ **برامج تعرفه التغذية العكسية Feed-in Tariffs** حيث تتولى لجنة الخدمات الأساسية (Essential Services Commission) تحديد تعرفه التغذية العكسية. واعتباراً من 1 يوليو 2024 تم تحديد التعرفة الأساسية عند 5.2 سنناً لكل كيلوواط ساعة من الكهرباء المُعادة إلى الشبكة. بعض مزودي الكهرباء يقدمون خيارات أعلى اعتماداً على نوع الخطط المقدمة والتي قد توفر عروضا أفضل لأصحاب المنازل المنتجة للطاقة الشمسية.

- ❖ **برنامج خصم تركيب الألواح الشمسية:** يتيح البرنامج للأسر المؤهلة الحصول على خصم يصل إلى 1,400 دولار أسترالي عند تركيب نظام طاقة شمسية (PV) في منازلهم الحالية أو المنازل قيد الإنشاء. بالإضافة إلى ذلك يتوفر خصم خاص للممتلكات المؤجرة مما يشجع الملاك على تركيب الأنظمة الشمسية في عقاراتهم المؤجرة مما يعود بالفائدة على المستأجرين من خلال تقليل فواتير الكهرباء. يتم إصدار هذه الخصومات شهرياً وفقاً لجدول محدد مما يضمن توزيعاً عادلاً للحوافز بين المتقدمين.
- ❖ **برنامج القروض بدون فوائد:** لتسهيل عملية التحول إلى الطاقة الشمسية يقدم البرنامج قروضاً بدون فوائد تصل قيمتها إلى 1,400 دولار أسترالي وهو مبلغ مساوٍ لقيمة الخصم. يتم سداد هذه القروض على مدى أربع سنوات بأقساط شهرية ثابتة حيث يتم خصم الأقساط تلقائياً من الحساب المصرفي للمستفيد مما يسهل عملية السداد ويقلل من الأعباء المالية على الأسر.
- ❖ **برنامج الموارد الإضافية:** يوفر البرنامج موارد إضافية لمساعدة المتقدمين بما في ذلك دليل شراء الألواح الشمسية الذي يقدم معلومات مفصلة حول الأنظمة المتاحة وما يجب مراعاته عند الشراء. كما تتوفر قائمة بالمنتجات المؤهلة لضمان اختيار أنظمة معتمدة ومطابقة للمعايير. بالإضافة إلى ذلك يحتوي الموقع على قسم للأسئلة الشائعة يجب على الاستفسارات المتكررة حول البرنامج وإجراءاته.

ب- ولاية نيو ساوث ويلز:

- ❖ تقدم حكومة نيو ساوث ويلز الأسترالية برنامجاً يهدف إلى دعم الأسر ذات الدخل المنخفض من خلال توفير أنظمة طاقة شمسية مجانية. يستهدف هذا البرنامج حاملي بطاقات الامتياز أو بطاقات الذهب الصادرة عن وزارة شؤون المحاربين القدامى في مناطق محددة من الولاية. من خلال هذا البرنامج يمكن للمستفيدين الحصول على نظام طاقة شمسية بقدرة 3 كيلوواط مثبت في منازلهم دون أي تكلفة. يُتوقع أن يسهم هذا النظام في تقليل فواتير الكهرباء المنزلية بما يصل إلى 600 دولار أسترالي سنوياً وهو ما يتجاوز بكثير قيمة خصم الأسر ذات الدخل المنخفض البالغ 285 دولار أسترالي سنوياً.

ج- ولاية كوينزلاند:

- ❖ برنامج Battery Booster حيث يقدم هذا البرنامج دعم الأسر في تركيب أنظمة البطاريات الشمسية المنزلية بهدف تعزيز استخدام الطاقة المتجددة وتقليل فواتير الكهرباء. يقدم البرنامج حوافز مالية تصل إلى 4,000 دولار أسترالي للأسر المؤهلة لتركيب أنظمة بطاريات معتمدة بواسطة مُركّبين معتمدين بالتزامن مع أنظمة الطاقة الشمسية الحالية أو الجديدة بسعة لا تقل عن 5 كيلوواط.
- ❖ تعرفه التغذية العكسية Feed-in Tariffs: تقدم الحكومة تعرفه تغذية عكسية موحدة تقدر بـ 6.583 سنتاً لكل كيلوواط ساعة للأسر المؤهلة. يعد هذا السعر قاعدة موحدة ولكن بعض مزودي الخدمة قد يقدمون تعرفه أعلى بناءً على سياساتهم وخططهم المتاحة. توفر التعرفة الموحدة من حكومة كوينزلاند حافزاً كبيراً للأسر لتركيب الأنظمة الشمسية وتحقيق استفادة اقتصادية من إنتاج الطاقة.

د- ولاية جنوب أستراليا:

- ❖ برنامج Home Battery Scheme : حيث تقدم الحكومة دعم الأسر في تركيب أنظمة البطاريات المنزلية. يهدف هذا البرنامج إلى تعزيز استخدام الطاقة الشمسية المخزنة وتقليل الاعتماد على الشبكة الكهربائية. يمنح البرنامج دعماً يصل إلى 6,000 دولار أسترالي لتركيب أنظمة البطاريات المؤهلة.
- ❖ برامج تعرفه التغذية العكسية Feed-in Tariffs: تختلف تعرفه التغذية العكسية وفقاً لمزودي الكهرباء حيث تتراوح الأسعار بين 6 إلى 10 سنتات لكل كيلوواط ساعة. يعد هذا التنوع في الأسعار فرصة لأصحاب المنازل لاختيار المزود الذي يقدم أعلى تعرفه مما يزيد من قيمة الفوائد التي يحصلون عليها من إعادة بيع فائض الكهرباء.

○ الحوافز الحكومية في بريطانيا

الاعفاء من ضريبة القيمة المضافة VAT:

أعلنت المملكة المتحدة في عام 2022 عن تخفيض ضريبة القيمة المضافة إلى 0% على تركيب مواد توفير الطاقة في المنازل ويستمر هذا التخفيض من 1 أبريل 2022 حتى 31 مارس 2027. يشمل التخفيض أنظمة الطاقة الشمسية الحرارية والفوتوفولتية مما يساعد على خفض التكلفة على المستهلكين ويشجع على استخدام تقنيات الطاقة المتجددة. تستفيد البطاريات المثبتة كجزء من نظام طاقة شمسية جديد من ضريبة القيمة المضافة بنسبة 0%. أما إذا تم تركيب البطاريات بشكل مستقل أو إضافتها إلى نظام طاقة

شمسية قائم فإنها لا تستفيد من هذا التخفيض. تسعى المبادرات المعنية بالطاقة الشمسية إلى إدراج البطاريات ضمن قائمة مواد توفير الطاقة المؤهلة لتخفيض ضريبة القيمة المضافة بهدف تشجيع استخدام أنظمة التخزين لتحقيق أهداف الوصول إلى صافي انبعاثات صفرية بحلول عام 2050. في أيرلندا الشمالية تبقى القوانين السابقة سارية حيث تخضع أنظمة الطاقة الشمسية لضريبة قيمة مضافة بنسبة 20% إلا إذا استوفت شروطاً اجتماعية محددة. وتشمل التوصيات توسيع نطاق تطبيق ضريبة القيمة المضافة بنسبة 0% لتشمل جميع تركيبات الطاقة الشمسية وأنظمة التخزين بما في ذلك الصيانة سواء تم التركيب كجزء من نظام جديد أو كإضافة لنظام موجود. كما يُوصى بإجراء مشاورات حكومية لتصميم برنامج دعم طويل الأمد لتحديث المنازل بالطاقة المتجددة يمتد حتى عام 2030 على الأقل وتصميم لوائح بناء تشجع على توليد وتخزين الطاقة الشمسية في الموقع مع اعتماد تقييمات تتماشى مع التقدم التكنولوجي المستمر.

❖ برنامج Solar Savings:

تقدم شركة Good Energy برنامجاً يُعرف بـ Solar Savings يهدف إلى مكافأة أصحاب المنازل الذين يقومون بتركيب أنظمة الطاقة الشمسية على أسطح منازلهم. من خلال هذا البرنامج يمكن للمستخدمين الحصول على 15 بنساً لكل كيلوواط ساعة من الكهرباء التي يقومون بتصديرها إلى الشبكة الوطنية. يُقدر أن الأسرة المتوسطة قد تكسب حوالي 210 جنيهات إسترلينية سنوياً مع زيادة الأرباح بزيادة كمية الكهرباء المصدرة. يذكر أن التعرفة متغير ويتم تحديثها كل ثلاث أشهر لضمان تقديم سعر عادل. ويقدر يرتفع الدعم أو ينخفض بناء على ظروف السوق.

○ الحوافز الحكومية لأنظمة الطاقة الشمسية في الأردن

تعمل الحكومة الأردنية من خلال صندوق تشجيع الطاقة المتجددة وترشيد الطاقة (JREEEF) على تقديم حوافز مالية لدعم تركيب أنظمة الطاقة الشمسية في المنازل بهدف تشجيع استخدام الطاقة النظيفة وتقليل التكاليف على المواطنين. بعد الموافقة على العرض المقدم من قبل المواطن والشركة المنفذة يتم تقديم دعم بقيمة 33% من إجمالي تكلفة النظام من خلال الصندوق.

ولتحفيز المواطنين على الاستثمار في هذه الأنظمة يتم تغطية باقي كلفة النظام بنسبة 70% عن طريق تمويل من البنك الإسلامي الأردني حيث يتيح للمواطنين تقسيط المبلغ المتبقي على فترات زمنية مناسبة حسب نوع النظام المركب. تشمل فترات التقسيط 44 شهراً لأنظمة الخلايا الشمسية. بالإضافة إلى الدعم المالي يلتزم المشروع بتقديم شروط ومواصفات فنية لضمان جودة أداء الأنظمة الشمسية حيث تتطلب التوجيهات الفنية الحصول على ضمان لا يقل عن عشر سنوات على الألواح الشمسية وضمن خمس سنوات على مكونات النظام الكهربائية لضمان موثوقية النظام وأدائه في ظل الظروف المناخية المختلفة.

مدى توفر الحوافز التمويلية والضمانات لأصحاب المنازل في المملكة العربية السعودية

1. الدعم المالي وضمانات التمويل في السعودية:

بحسب ملف الإطار التنظيمي لمنظومات الطاقة الشمسية الكهروضوئية الصغيرة الصادر من الهيئة السعودية لتنظيم الكهرباء توفر المملكة العربية السعودية إطاراً تنظيمياً يعتمد على نظام صافي الفوترة والذي يتيح للمستهلكين المؤهلين تسجيل الطاقة الفائضة الناتجة عن أنظمتهم الشمسية الكهروضوئية الصغيرة وتصديرها إلى شبكة الكهرباء العامة. يتم تحويل هذه الطاقة إلى رصيد مالي يُخصم من الفواتير المستقبلية لنفس نقطة الاتصال.

هذا النظام يُعد خطوة أولى نحو تشجيع استخدام الطاقة الشمسية في المنازل إذ يساعد على تخفيف عبء تكاليف التشغيل بالنسبة للمستهلكين. ومع ذلك يفتقر النظام الحالي إلى آليات دعم أكثر شمولية مثل الحوافز الضريبية أو برامج القروض منخفضة الفائدة التي تُعد شائعة في العديد من الدول المتقدمة. هذه الآليات تُعتبر ضرورية لتشجيع الاستثمار في الأنظمة الشمسية خاصة مع ارتفاع التكلفة الأولية لتركيبها. التحديات الحالية في المملكة العربية السعودية تشمل ضعف الجدوى الاقتصادية طويلة الأجل بسبب العائد المالي المحدود والذي يقدر بـ 7 هللة للكيلو واط الواحد من نظام "صافي الفوترة" وغياب برامج دعم تمويلي مباشر مثل القروض منخفضة الفائدة أو المنح المالية لتغطية تكاليف الأنظمة الشمسية.

2. الجدوى الاقتصادية من بيع فائض الكهرباء:

تواجه السعودية تحديات في دعم انتشار الأنظمة الشمسية السكنية أبرزها ضعف الجدوى الاقتصادية طويلة الأجل الناتجة عن العائد المالي المحدود من نظام "صافي الفوترة" حيث يتم تعويض المستهلكين برصيد مالي يُخصم من فواتير الكهرباء دون توفير عائد نقدي مباشر. إضافة إلى ذلك يفتقر النظام إلى برامج دعم تمويلي مباشر مثل القروض منخفضة الفائدة أو المنح المالية التي تساعد في تغطية التكاليف الأولية المرتفعة لتركيب الأنظمة الشمسية ما يجعل الاستثمار فيها أقل جاذبية للمستهلكين خاصة ذوي الدخل المحدود. كما لا تتوفر حوافز ضريبية أو إعفاءات تُخفف من العبء المالي مما يؤدي إلى تحديات إضافية في تحفيز الأسر على تبني هذه التقنية كجزء من تحول الطاقة المتجددة.

تحليل تأثير الحوافز الحكومية على قرار السكان في تركيب أنظمة الطاقة الشمسية في المنازل من خلال الاستبيان

تحليل تأثير الحوافز الحكومية على قرار السكان بتركيب أنظمة الطاقة الشمسية بناءً على مساحة المسكن ونوعه:

هل ترى أن التشريعات والسياسات الحكومية تلعب دور كبير في تشجيع الاستثمار في الطاقة الشمسية؟ هذا السؤال الذي تم طرحه للمشاركين في الاستبيان وكان تحليل الإجابات كالتالي:

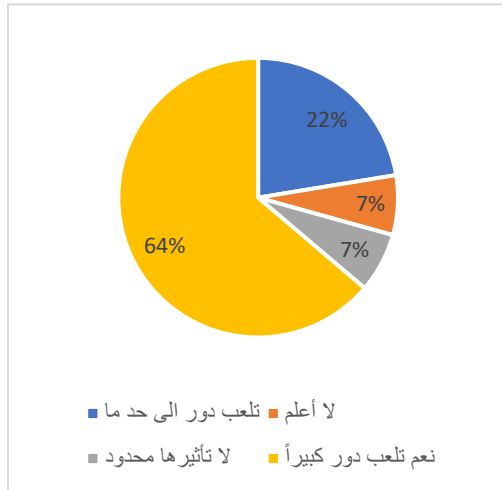
• مساحة المسكن ومدى تأثيرها على أهمية الحوافز الحكومية

- **المساكن ذات المساحات الكبيرة (أكثر من 601 متر مربع):** سكان هذه المساكن أبدوا إيماناً قوياً بأن الحوافز الحكومية تلعب دوراً كبيراً في تشجيع الاستثمار في الطاقة الشمسية. المشاركون في هذه الفئة أكدوا أن التكاليف الأولية المرتفعة لتركيب الأنظمة الشمسية تشكل عائقاً رئيسياً مما يجعل الحوافز المالية أو التشريعات الداعمة عاملاً حاسماً في قراراتهم. المساحة الكبيرة غالباً ما تعني استهلاكاً أعلى للطاقة وبالتالي فإن التركيز على الحوافز يكون أكثر وضوحاً لهذه الفئة.
- **المساكن المتوسطة (بين 251 إلى 600 متر مربع):** سكان المنازل المتوسطة أظهروا اهتماماً واضحاً بالحوافز الحكومية لكن بدرجة أقل مقارنة بسكان المساكن الكبيرة. هذا قد يكون ناتجاً عن استهلاكهم للطاقة الذي يُعتبر متوسطاً مما يجعل الحاجة إلى تخفيض التكاليف عن طريق الحوافز أقل إلحاحاً. ومع ذلك أبدى الكثير منهم أن التشريعات الداعمة مثل تسهيلات التركيب وخفض الرسوم ستؤثر بشكل كبير على قراراتهم.
- **المساكن الصغيرة (أقل من 150 متر مربع):** المشاركون الذين يعيشون في مساكن صغيرة أبدوا آراء متفاوتة حول أهمية الحوافز الحكومية. بعضهم رأى أن الفائدة الاقتصادية المحتملة لاستخدام الطاقة الشمسية أقل وضوحاً في منازلهم بسبب استهلاكهم المحدود للطاقة في حين أشار آخرون إلى أن الحوافز مثل تخفيض التكاليف الأولية قد تجعل الأنظمة الشمسية خياراً أكثر جاذبية.

• نوع المسكن ومدى تأثيره على أهمية الحوافز الحكومية

- **فلل ملك:** سكان "فلل ملك" أظهروا اهتماماً كبيراً بالحوافز الحكومية حيث أكدوا أن التشريعات والسياسات الداعمة مثل الإعفاءات الضريبية وتسهيلات التمويل تشجعهم بشكل كبير على تبني الأنظمة الشمسية. نظراً لأن هذه الفئة غالباً ما تكون مسؤولة عن استهلاك طاقة مرتفع فإن الحوافز تُعتبر ضرورية لتخفيف العبء المالي الكبير المرتبط بتركيب الأنظمة الشمسية.
- **دور في فيلا:** سكان "دور في فيلا" أبدوا اهتماماً متوسطاً بأهمية الحوافز الحكومية. السبب وراء ذلك قد يكون مرتبطاً بتقاسم المسؤوليات المالية مع سكان آخرين في نفس العقار مما يجعل تأثير الحوافز عليهم أقل وضوحاً. ومع ذلك أشار العديد منهم إلى أن السياسات الداعمة مثل تخفيض تكاليف التركيب قد تكون عاملاً مشجعاً لهم.
- **شقق ملك:** سكان الشقق المملوكة أظهروا اهتماماً أقل نسبياً بتأثير الحوافز الحكومية مقارنة بسكان الفلل. هذا يرجع إلى قلة المساحة المتاحة لتركيب الأنظمة الشمسية مما يجعل الجدوى الاقتصادية أقل وضوحاً بالنسبة لهم. ومع ذلك فإن الحوافز التي تشمل تسهيلات التركيب والتشريعات التي تدعم الأنظمة في المباني المشتركة قد تكون ذات تأثير ملحوظ.
- **شقق مستأجرة:** سكان الشقق المستأجرة كانوا الأقل اهتماماً بالحوافز الحكومية حيث يرون أن مسؤولية تركيب الأنظمة الشمسية تقع على عاتق مالك العقار. ومع ذلك أشار البعض منهم إلى أن وجود تشريعات تلزم الملاك بتركيب الأنظمة أو توفر حوافز مالية لهم قد يساهم في تشجيع استخدام الطاقة الشمسية في المباني المستأجرة.

• أهمية التشريعات والسياسات الحكومية بحسب النتائج



الشكل 23 يوضح أهمية التشريعات والسياسات الحكومية حسب الإجابات

- نعم تلعب دورًا كبيرًا: كانت هذه الإجابة شائعة بين سكان الفلل الكبيرة والمتوسطة. هذه الفئة ترى أن التشريعات الحكومية مثل تخفيض الرسوم وتسهيل ربط الأنظمة بالشبكة الكهربائية عوامل حاسمة في تشجيع الاستثمار في الطاقة الشمسية.
- تلعب دورًا إلى حد ما: ظهرت هذه الإجابة بشكل أكبر بين سكان المساكن المتوسطة والصغيرة. يعكس ذلك توقعهم لوجود تأثير إيجابي للحوافز ولكن بدرجة أقل مقارنةً بسكان المساكن الكبيرة.
- لا أعلم: كانت هذه الإجابة شائعة بين سكان الشقق الصغيرة والمستأجرة. هذا يشير إلى أن هذه الفئة تفتقر إلى المعرفة أو الوعي بالتشريعات والسياسات الحالية المتعلقة بالطاقة الشمسية.

● العلاقة بين المساحة النوع وأهمية الحوافز الحكومية

تحليل البيانات يُظهر أن مساحة المسكن ونوعه يؤثران بشكل كبير على إدراك السكان لأهمية الحوافز الحكومية. سكان المنازل الكبيرة والفلل يظهرون اهتمامًا أكبر بالحوافز نظرًا للتكاليف العالية المرتبطة باستهلاكهم للطاقة وتركيب الأنظمة الشمسية. بالمقابل سكان الشقق والمساكن الصغيرة يميلون إلى إظهار اهتمام أقل ويرجع ذلك إلى محدودية المساحة أو قلة الحاجة إلى مثل هذه الأنظمة في بيئاتهم السكنية.

● تحليل تأثير مساحة المسكن ونوعه على قرارات السكان بشأن تركيب أنظمة الطاقة الشمسية في ظل وجود حوافز حكومية:

إذا كانت هناك حوافز حكومية مثل تخفيضات ضريبية أو دعم مالي هل ستفكر في تركيب نظام طاقة شمسية في منزلك؟ هذا السؤال الذي تم طرحه للمشاركين والتحليل هنا ينقسم للمحاور التالية:

● مساحة المسكن ومدى تأثيرها على قرارات التركيب في ظل الحوافز الحكومية

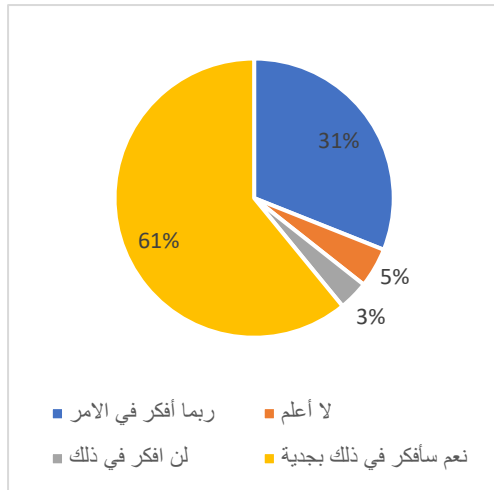
- المساكن ذات المساحات الكبيرة (أكثر من 601 متر مربع): سكان المساكن ذات المساحات الكبيرة أظهروا استعدادًا كبيرًا للنظر في تركيب أنظمة الطاقة الشمسية إذا كانت هناك حوافز حكومية مثل تخفيضات ضريبية أو دعم مالي. المشاركون في هذه الفئة كانوا الأكثر تفاؤلاً بفكرة أن الدعم المالي الحكومي يمكن أن يقلل من العبء المالي الناتج عن التكلفة الأولية المرتفعة للأنظمة الشمسية خاصةً أن استهلاكهم للطاقة يكون عادةً أعلى من المتوسط مما يجعل الفائدة الاقتصادية أكثر وضوحًا لهم.
- المساكن المتوسطة (بين 251 إلى 600 متر مربع): سكان المساكن المتوسطة أبدوا استجابة إيجابية تجاه فكرة الحوافز الحكومية حيث رأى الكثير منهم أن تخفيض التكاليف الأولية قد يجعل الاستثمار في الطاقة الشمسية أكثر جدوى. ومع ذلك أظهرت بعض الردود ترددًا ناتجًا عن مخاوف تتعلق بالصيانة أو ضمان الكفاءة على المدى الطويل مما يشير إلى تأثير الحوافز كعامل مساعد ولكنه ليس العامل الوحيد في اتخاذ القرار.
- المساكن الصغيرة (أقل من 150 متر مربع): المشاركون الذين يعيشون في مساكن صغيرة أبدوا استجابة متباينة تجاه فكرة الحوافز الحكومية. بعضهم أبدى اهتمامًا بفكرة التركيب في حال توفر دعم مالي كبير بينما أشار آخرون إلى أن الحاجة إلى أنظمة الطاقة الشمسية قد تكون محدودة في مساكنهم الصغيرة بسبب انخفاض استهلاك الطاقة مما يجعل الحوافز أقل تأثيرًا على قراراتهم.

● نوع المسكن ومدى تأثيره على قرارات التركيب في ظل الحوافز الحكومية

- فلل ملك: سكان "فلل ملك" أظهروا استعدادًا كبيرًا للاستفادة من الحوافز الحكومية لتركيب أنظمة الطاقة الشمسية. نظرًا لحجم استهلاك الطاقة في هذه المنازل والتكاليف المرتفعة للفواتير فإن وجود تخفيضات ضريبية أو دعم مالي يمكن أن يكون عاملاً حاسماً في اتخاذ القرار. هذه الفئة ترى في الحوافز فرصة لتحويل منازلهم إلى مصدر طاقة مستدام بتكاليف أقل.

- **دور في فيلا:** سكان "دور في فيلا" أبدوا اهتمامًا معتدلاً بالحوافز الحكومية. نظرًا لأن هذه المساكن عادةً ما تكون ذات استهلاك طاقة أقل مقارنة بالفلل الكاملة فإن تأثير الحوافز قد يكون أقل وضوحًا ولكنها تبقى عاملاً مشجعاً للتفكير في الاستثمار في الطاقة الشمسية.
- **شقق ملك:** سكان الشقق المملوكة أظهروا اهتمامًا محدودًا بالحوافز الحكومية إذ أن قلة المساحة المتوفرة على أسطح الشقق المشتركة تجعل من تركيب الأنظمة الشمسية تحديًا لوجستيًا. ومع ذلك أشار بعضهم إلى أن تخفيض التكاليف من خلال الحوافز قد يجعل تركيب الأنظمة الشمسية خيارًا ممكنًا إذا تم تنظيمه على مستوى المبنى ككل.
- **شقق مستأجرة:** سكان الشقق المستأجرة كانوا الأقل تفاعلاً مع فكرة الحوافز الحكومية. هذا متوقع نظرًا لأن المستأجرين لا يتحملون المسؤولية المباشرة عن قرارات طويلة الأجل تتعلق بالعقار مثل تركيب الأنظمة الشمسية مما يجعل تأثير الحوافز عليهم محدودًا.

● تأثير الحوافز الحكومية بحسب الإجابات:



الشكل 24 يوضح تأثير الحوافز الحكومية حسب الإجابات

- **نعم سأفكر في ذلك بجدية:** كانت هذه الإجابة شائعة بين سكان الفلل والمساكن الكبيرة. تعكس هذه الردود استعدادًا كبيرًا للاستفادة من الحوافز الحكومية لتخفيف التكاليف المرتبطة بالتركيب مما يشير إلى وعي واضح بفوائد الأنظمة الشمسية على المدى الطويل.
- **ربما أفكر في الأمر:** ظهرت هذه الإجابة بشكل ملحوظ بين سكان المساكن المتوسطة والشقق المملوكة. يعكس ذلك وجود اهتمام محتمل بالحوافز ولكن مع تردد ناتج عن عوامل أخرى مثل التكاليف الإجمالية أو محدودية المساحة.
- **لا لن أفكر في الأمر:** كانت هذه الإجابة نادرة ولكنها ظهرت بشكل أساسي بين سكان الشقق المستأجرة. يشير ذلك إلى أن الحوافز الحكومية لا تؤثر بشكل كبير على قرارات هذه الفئة حيث أن مسؤولية التركيب تقع عادةً على المالك.

● العلاقة بين المساحة النوع وتأثير الحوافز الحكومية:

تحليل البيانات يُظهر أن تأثير الحوافز الحكومية يختلف بشكل واضح بناءً على مساحة المسكن ونوعه. السكان في المساكن الكبيرة والفلل يظهرون استعدادًا أكبر للاستفادة من الحوافز الحكومية بسبب استهلاكهم العالي للطاقة وارتفاع تكاليف تركيب الأنظمة. في المقابل السكان في الشقق الصغيرة والمستأجرة يظهرون اهتمامًا محدودًا نظرًا لقيود المساحة والمسؤولية المتعلقة بالملكية.

● تحليل تأثير مساحة المسكن ونوعه على أهمية وجود شركات موثوقة لتركيب وصيانة أنظمة الطاقة الشمسية:

هل توفر شركات موثوقة لتركيب وصيانة أنظمة الطاقة الشمسية مهم لقرارك؟ هذا السؤال الذي تم طرحه للمشاركين والتحليل هنا ينقسم إلى:

● مساحة المسكن ومدى تأثيرها على أهمية وجود شركات موثوقة

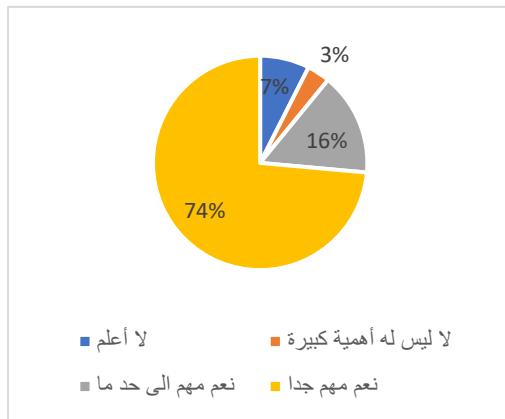
- **المساكن ذات المساحات الكبيرة (أكثر من 601 متر مربع):** سكان المنازل ذات المساحات الكبيرة أظهروا اهتمامًا كبيرًا بوجود شركات موثوقة لتركيب وصيانة أنظمة الطاقة الشمسية. نظرًا لحجم هذه المنازل فإن تركيب الأنظمة الشمسية يتطلب تجهيزات معقدة وكبيرة الحجم مما يجعل الاعتماد على شركات متخصصة وذات خبرة أمرًا أساسيًا لضمان جودة التركيب والكفاءة التشغيلية. كما أن سكان هذه المنازل لديهم توقعات عالية حول مستوى الخدمة المقدمة لضمان الاستفادة الكاملة من الاستثمار الكبير الذي يتطلبه تركيب الأنظمة الشمسية.
- **المساكن المتوسطة (بين 251 إلى 600 متر مربع):** سكان المساكن المتوسطة أبدوا أيضًا اهتمامًا ملحوظًا بوجود شركات موثوقة وإن كان بدرجة أقل مقارنة بالمساكن الكبيرة. هذه الفئة تعتبر الشركات الموثوقة عاملاً حاسماً لضمان جودة التركيب لكنها في الوقت نفسه ترى أن تكلفة الخدمات المقدمة من هذه الشركات يجب أن تكون معقولة لتتناسب مع احتياجاتهم. سكان هذه الفئة يميلون إلى التفكير بشكل متوازن بين الجودة والتكلفة مما يجعل اختيار الشركات الموثوقة قرارًا أكثر ارتباطًا بالسعر والخدمة.

- **المساكن الصغيرة (أقل من 150 متر مربع):** سكان المساكن الصغيرة أظهروا اهتمامًا أقل بوجود شركات موثوقة مقارنةً بالمساكن الكبيرة والمتوسطة. يرجع ذلك إلى أن احتياجات الطاقة في هذه المنازل تكون أقل تعقيدًا وبالتالي تكون متطلبات التركيب والصيانة أقل. ومع ذلك هناك اهتمام نسبي من سكان هذه الفئة بجودة الخدمة حيث يرغبون في الحصول على شركات تقدم خدمات مضمونة خاصة إذا كانت الأنظمة الشمسية ستستخدم لفترات طويلة.

● نوع المسكن ومدى تأثيره على أهمية وجود شركات موثوقة

- **فلل ملك:** سكان "فلل ملك" أظهروا أعلى مستويات الاهتمام بوجود شركات موثوقة لتركيب وصيانة أنظمة الطاقة الشمسية. كون هذه المنازل تُعد استثمارات طويلة الأجل فإن سكانها يولون أهمية كبيرة لضمان جودة التركيب والصيانة الدورية خاصة أن أي خلل في الأنظمة الشمسية قد يؤدي إلى تأثير سلبي على كفاءة الطاقة أو قيمة العقار.
- **دور في فيلا:** سكان "دور في فيلا" أبدوا اهتمامًا ملحوظًا بوجود شركات موثوقة ولكن بدرجة أقل مقارنةً بسكان "فلل ملك". غالبًا ما يعتمد سكان هذه المنازل على شركات تقدم خدمات اقتصادية وفعالة حيث أن حجم الأنظمة الشمسية المطلوبة أقل تعقيدًا من الفلل الكاملة مما يجعلهم يبحثون عن التوازن بين جودة الخدمة والتكلفة.
- **شقق ملك:** سكان الشقق المملوكة أظهروا اهتمامًا متوسطًا بوجود شركات موثوقة. السبب وراء ذلك يعود إلى القيود التي تفرضها طبيعة الشقق المشتركة حيث تكون عملية التركيب والصيانة محدودة بالموافقة الجماعية أو المساحات المشتركة. مع ذلك فإن سكان الشقق المملوكة الذين يسعون إلى تركيب الأنظمة الشمسية يرغبون في الاعتماد على شركات ذات خبرة لضمان جودة التركيب.
- **شقق مستأجرة:** سكان الشقق المستأجرة كانوا الأقل اهتمامًا بوجود شركات موثوقة لتركيب وصيانة أنظمة الطاقة الشمسية. يعود ذلك إلى أن هذه الفئة ليست مسؤولة بشكل مباشر عن قرارات التركيب أو الصيانة حيث أن هذه القرارات عادةً ما تقع ضمن نطاق مسؤولية مالك العقار. ومع ذلك فإن المستأجرين الذين أبدوا اهتمامًا بالأنظمة الشمسية يرون أن الشركات الموثوقة تُعد عاملاً مساعدًا لضمان كفاءة النظام وجودته.

● أهمية وجود شركات موثوقة بحسب الإجابات



الشكل 25 يوضح أهمية وجود شركات موثوقة بحسب الإجابات

- **نعم مهم جداً:** كانت هذه الإجابة الأكثر شيوعاً بين سكان الفلل والمساكن الكبيرة. تعكس هذه النتيجة أهمية جودة الخدمات المقدمة وضمان استدامة الأنظمة الشمسية في منازلهم خاصة أن الاستثمار في هذه الأنظمة يتطلب تأكيداً على الكفاءة والأداء.
- **مهم إلى حد ما:** ظهرت هذه الإجابة بشكل ملحوظ بين سكان المساكن المتوسطة والشقق المملوكة. يعكس ذلك وعيهم بأهمية الشركات الموثوقة لكنهم يرون أن التكلفة أيضاً عامل مؤثر في اختيار الشركة المناسبة.
- **ليس مهماً:** كانت هذه الإجابة نادرة وظهرت غالباً بين سكان الشقق المستأجرة. يُظهر ذلك أن هذه الفئة لا تعتبر وجود شركات موثوقة عاملاً حاسماً في قراراتهم بسبب غياب مسؤوليتهم المباشرة عن تركيب الأنظمة.

● العلاقة بين المساحة النوع وأهمية وجود شركات موثوقة

تحليل البيانات يظهر أن مساحة المسكن ونوعه يؤثران بشكل كبير على إدراك السكان لأهمية وجود شركات موثوقة لتركيب وصيانة الأنظمة الشمسية. سكان المنازل الكبيرة والفلل يظهرون اهتماماً كبيراً بالشركات الموثوقة بسبب تعقيد الأنظمة المطلوبة وحجم الاستثمار الكبير. أما سكان الشقق والمساكن الصغيرة فإن اهتمامهم يرتبط بمدى سهولة الوصول إلى خدمات موثوقة بأسعار مناسبة.

تحليل تأثير مساحة المسكن ونوعه على أهمية الضمانات طويلة الأجل للمعدات الشمسية:

والسؤال هل توفر ضمانات طويلة الأجل للمعدات الشمسية عامل مؤثر بالنسبة لك؟ يكشف لنا التحليل التالي:

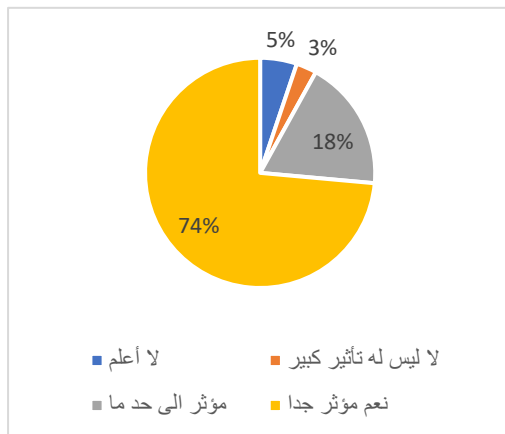
• مساحة المسكن ومدى تأثيرها على أهمية الضمانات طويلة الأجل:

- **المساكن ذات المساحات الكبيرة (أكثر من 601 متر مربع):** سكان المنازل ذات المساحات الكبيرة أبدوا اهتمامًا كبيرًا بوجود ضمانات طويلة الأجل للمعدات الشمسية. نظرًا لحجم الأنظمة الشمسية المطلوبة لتغطية احتياجات الطاقة لهذه المساكن فإن أي عطل في المعدات قد يكون مكلفًا للغاية. سكان هذه الفئة يعتبرون الضمانات طويلة ضرورة لحماية استثماراتهم الكبيرة وضمان استدامة الأداء على المدى الطويل.
- **المساكن المتوسطة (بين 251 إلى 600 متر مربع):** سكان المساكن المتوسطة أظهروا اهتمامًا واضحًا بوجود ضمانات طويلة الأجل حيث يرون فيها وسيلة لتقليل المخاطر المالية المرتبطة بالصيانة أو استبدال المعدات. هذه الفئة تعتبر الضمانات جزءًا أساسيًا من قرارهم الاستثماري في أنظمة الطاقة الشمسية خاصة مع توقعهم أن تكون التكلفة الأولية مرتفعة نسبيًا بالنسبة لميزانياتهم.
- **المساكن الصغيرة (أقل من 150 متر مربع):** سكان المساكن الصغيرة أبدوا اهتمامًا أقل نسبيًا بالضمانات طويلة الأجل مقارنةً بالمساكن الكبيرة والمتوسطة. يعود ذلك إلى أن الأنظمة الشمسية المطلوبة للمنازل الصغيرة تكون أقل تعقيدًا وأقل تكلفة مما يجعل الخوف من تكاليف الاستبدال أو الصيانة أقل أهمية. مع ذلك أبدى بعض المشاركين اهتمامًا بضمانات تغطي الأعطال الأساسية لضمان استمرارية النظام.

• نوع المسكن ومدى تأثيره على أهمية الضمانات طويلة الأجل:

- **فلل ملك:** سكان "فلل ملك" أظهروا اهتمامًا كبيرًا جدًا بالضمانات طويلة الأجل حيث أن تكلفة تركيب الأنظمة الشمسية في هذه المنازل تكون مرتفعة مما يجعل وجود ضمانات تغطي الأعطال أو الاستبدال أمرًا ضروريًا. يعتبر سكان هذه المنازل الضمانات طويلة كعامل يخفف من المخاطر المالية ويضمن الاستفادة القصوى من الأنظمة الشمسية على مدى سنوات طويلة.
- **دور في فيلا:** سكان "دور في فيلا" أبدوا اهتمامًا ملحوظًا بوجود ضمانات طويلة الأجل لكن بدرجة أقل مقارنةً بسكان الفلل الكاملة. غالبًا ما يعكس ذلك حجم الأنظمة المستخدمة حيث أن التكاليف المتعلقة بالأنظمة في هذه المساكن تكون أقل من الفلل الكاملة مما يجعل الحاجة إلى ضمانات طويلة الأجل أقل إلحاحًا.
- **شقق ملك:** سكان الشقق المملوكة أظهروا اهتمامًا متوسطًا بالضمانات طويلة الأجل. السبب وراء ذلك يعود إلى طبيعة الأنظمة الشمسية في الشقق التي غالبًا ما تكون محدودة الحجم والتعقيد. مع ذلك فإن السكان الذين يعتزمون تركيب أنظمة شمسية في شققهم يرون أن الضمانات طويلة تُعد عنصرًا أساسيًا لتجنب أي تكاليف غير متوقعة في المستقبل.
- **شقق مستأجرة:** سكان الشقق المستأجرة كانوا الأقل اهتمامًا بوجود ضمانات طويلة الأجل. يعود ذلك إلى أن هذه الفئة ليست مسؤولة عن تركيب الأنظمة الشمسية أو صيانتها مما يجعل الضمانات طويلة أقل أهمية بالنسبة لهم. مع ذلك أبدى بعض المستأجرين اهتمامًا بوجود ضمانات تضمن كفاءة الأنظمة في حال قرر المالك تركيبها.

• أهمية الضمانات طويلة الأجل بحسب الإجابات:



الشكل 26 يوضح أهمية الضمانات طويلة الأجل حسب الإجابات

- **نعم مؤثر جدًا:** كانت هذه الإجابة الأكثر شيوعًا بين سكان الفلل والمساكن الكبيرة. تشير هذه النتيجة إلى أن هذه الفئة ترى الضمانات طويلة كعامل رئيسي يضمن الحماية المالية ويعزز الثقة في استدامة الأنظمة.
- **مؤثر إلى حد ما:** ظهرت هذه الإجابة بشكل ملحوظ بين سكان المساكن المتوسطة والشقق المملوكة. يعكس ذلك اهتمامهم بالضمانات مع اعتبارها عاملاً إضافيًا لتحسين قرارهم الاستثماري لكنها ليست العامل الحاسم الوحيد.
- **غير مؤثر:** كانت هذه الإجابة نادرة وظهرت بشكل رئيسي بين سكان الشقق المستأجرة. يُظهر ذلك أن هذه الفئة لا تعتبر الضمانات طويلة عنصرًا ضروريًا بسبب مسؤولية المالك عن النظام.

• العلاقة بين المساحة النوع وأهمية الضمانات طويلة الأجل:

تحليل البيانات يظهر أن مساحة المسكن ونوعه يلعبان دورًا رئيسيًا في تحديد مدى أهمية الضمانات طويلة الأجل. سكان المساكن الكبيرة والفلل يظهرون اهتمامًا أكبر بهذه الضمانات نظرًا لتكاليف الأنظمة العالية وحجم الاستثمارات. بالمقابل سكان المساكن الصغيرة والشقق يظهرون اهتمامًا أقل نظرًا لانخفاض التكاليف الإجمالية للأنظمة.

النتائج

• الجدوى الاقتصادية والتقنية لمشاريع الطاقة الشمسية المنزلية:

كمية تصدير الكهرباء في السعودية أعلى من استيرادها. وبسبب زيادة السكان ورؤية المملكة 2030 يتوقع انه زيادة السكان ستصبح كبيرة بسبب جذب المستثمرين الخارج الى داخل المملكة. وبالتالي زيادة توليد الكهرباء وهذا يؤدي الى زيادة استهلاك النفط الخام لتوليد هذي الكهرباء. ومن خلال تركيب الأنظمة الشمسية للمنازل والبيوت الشعبية يمكن التقليل من استهلاك النفط في توليد الكهرباء ب أنظمة الطاقة الشمسية. من خلال الدعم المقدمة يمكن لأصحاب المنازل والبيوت الشعبية تشجيعهم لتركيب الأنظمة الشمسية في منازلهم. ومن خلال وفرة اشعة الشمس في المملكة العربية السعودية يمكن القول انه توجد جدوى كبيره من الاستثمار في مشاريع الطاقة الشمسية في المنازل. يُظهر الجدول (15) السيناريوهات المختلفة المتعلقة بتكلفة دعم الحكومة لتركيب أنظمة الطاقة الشمسية في المنازل والبيوت الشعبية في المملكة العربية السعودية. تمت دراسة هذه السيناريوهات بناءً على نسب مختلفة من المنازل التي يتم تركيب الأنظمة الشمسية فيها تتراوح بين 10% إلى 100% مع تحليل كميات الإنتاج المتوقع للطاقة الشمسية لكل سيناريو وتكاليف الدعم الحكومي وفقاً لنسب الدعم المختلفة (من 10% إلى 100%).

عدد المنازل المستهدفة:

- يتراوح عدد المنازل والبيوت الشعبية المستهدفة لتركيب الأنظمة الشمسية بين 176,023 منزلاً في حالة تغطية 10% من إجمالي المنازل إلى 1,760,228 منزلاً عند تغطية 100% من إجمالي المنازل.

الإنتاج التقريبي للطاقة الشمسية:

- يقدر الإنتاج الإجمالي للطاقة الشمسية الناتجة عن تركيب الأنظمة الشمسية وفقاً لتغطية المنازل المستهدفة حيث يتراوح بين 17,742 جيجاوات/ساعة عند تغطية 10% فقط من المنازل إلى 177,422 جيجاوات/ساعة عند تغطية 100% من المنازل.

التكاليف الإجمالية للدعم الحكومي:

- تعتمد تكلفة تحمل الحكومة لتركيب الأنظمة الشمسية على نسبة الدعم المقدمة حيث تزداد التكلفة مع زيادة نسبة المنازل المستهدفة أو مع زيادة نسبة الدعم الحكومي. على سبيل المثال:

❖ في حالة دعم 100% من التكلفة وتركيب الأنظمة لجميع المنازل (100% من المنازل) تبلغ التكلفة 239 مليار ريال سعودي.

❖ أما في حالة دعم 10% من التكلفة وتركيب الأنظمة لـ 10% فقط من المنازل تتخفف التكلفة إلى 2 مليار ريال سعودي.

- مقارنة تكاليف الدعم:

❖ يتضح من النتائج أن التكاليف تتناسب تناسباً طردياً مع زيادة نسبة المنازل المستهدفة ونسبة الدعم الحكومي. على سبيل المثال تكلفة دعم 50% عند تغطية 50% من المنازل تعادل تقريباً 59 مليار ريال سعودي بينما تكلفة دعم 90% لنفس النسبة من المنازل تبلغ حوالي 107 مليار ريال سعودي.

السيناريو	تركيب الأنظمة لـ100% من المنازل	تركيب الأنظمة لـ90% من المنازل	تركيب الأنظمة لـ80% من المنازل	تركيب الأنظمة لـ70% من المنازل	تركيب الأنظمة لـ60% من المنازل	تركيب الأنظمة لـ50% من المنازل	تركيب الأنظمة لـ40% من المنازل	تركيب الأنظمة لـ30% من المنازل	تركيب الأنظمة لـ20% من المنازل	تركيب الأنظمة لـ10% من المنازل
عدد الفلل والبيوت الشعبية المدعومة	1,760,228	1,584,205	1,408,182	1,232,160	1,056,137	880,114	704,091	528,068	352,046	176,023
إنتاج الطاقة الشمسية المتوقع (جيجاواط/ساعة)	177,422	159,680	141,937	124,195	106,453	88,711	70,969	53,227	35,484	17,742
تكلفة دعم الحكومة بنسبة 100% SAR	239,272,059,250	215,344,853,325	191,417,647,400	167,490,441,475	143,563,235,550	119,636,029,625	95,708,823,700	71,781,617,775	47,854,411,850	23,927,205,925
تكلفة دعم الحكومة بنسبة 90% SAR	215,344,853,325	193,810,367,993	172,275,882,660	150,741,397,328	129,206,911,995	107,672,426,663	86,137,941,330	64,603,455,998	43,068,970,665	21,534,485,333
تكلفة دعم الحكومة بنسبة 80% SAR	191,417,647,400	172,275,882,660	153,134,117,920	133,992,353,180	114,850,588,440	95,708,823,700	76,567,058,960	57,425,294,220	38,283,529,480	19,141,764,740
تكلفة دعم الحكومة بنسبة 70% SAR	167,490,441,475	150,741,397,328	133,992,353,180	117,243,309,033	100,494,264,885	83,745,220,738	66,996,176,590	50,247,132,443	33,498,088,295	16,749,044,148
تكلفة دعم الحكومة بنسبة 60% SAR	143,563,235,550	129,206,911,995	114,850,588,440	100,494,264,885	86,137,941,330	71,781,617,775	57,425,294,220	43,068,970,665	28,712,647,110	14,356,323,555
تكلفة دعم الحكومة بنسبة 50% SAR	119,636,029,625	107,672,426,663	95,708,823,700	83,745,220,738	71,781,617,775	59,818,014,813	47,854,411,850	35,890,808,888	23,927,205,925	11,963,602,963
تكلفة دعم الحكومة بنسبة 40% SAR	95,708,823,700	86,137,941,330	76,567,058,960	66,996,176,590	57,425,294,220	47,854,411,850	38,283,529,480	28,712,647,110	19,141,764,740	9,570,882,370
تكلفة دعم الحكومة بنسبة 30% SAR	71,781,617,775	64,603,455,998	57,425,294,220	50,247,132,443	43,068,970,665	35,890,808,888	28,712,647,110	21,534,485,333	14,356,323,555	7,178,161,778
تكلفة دعم الحكومة بنسبة 20% SAR	47,854,411,850	43,068,970,665	38,283,529,480	33,498,088,295	28,712,647,110	23,927,205,925	19,141,764,740	14,356,323,555	9,570,882,370	4,785,441,185
تكلفة دعم الحكومة بنسبة 10% SAR	23,927,205,925	21,534,485,333	19,141,764,740	16,749,044,148	14,356,323,555	11,963,602,963	9,570,882,370	7,178,161,778	4,785,441,185	2,392,720,593

• أثر نسب الدعم الحكومي على تكلفة وتركيب الأنظمة الشمسية للأفراد ودورها في تخفيف العبء الاقتصادي في المملكة العربية السعودية

يمثل الجدول (16) تحليلًا اقتصاديًا لتكاليف تركيب الأنظمة الشمسية للمنازل على مستوى الفرد في المملكة العربية السعودية مع التركيز على تأثير نسب الدعم الحكومي المختلفة على قيمة التكلفة مدة الاستقطاع ونسبة الاستقطاع الشهري من الأجر.

○ تكلفة تركيب الأنظمة الشمسية للفرد:

تظهر البيانات أن التكلفة الإجمالية لتركيب الأنظمة الشمسية تتأثر بشكل كبير بنسب الدعم الحكومي المقدمة. بدون دعم حكومي تبلغ تكلفة تركيب النظام الشمسي للفرد 137,955 ريال سعودي. مع تقديم دعم حكومي بنسبة 90% تنخفض التكلفة بشكل كبير إلى 13,796 ريال سعودي. تقل التكلفة تدريجيًا مع زيادة نسبة الدعم الحكومي حتى تصل إلى 0 ريال سعودي عند دعم كامل بنسبة 100%.

○ متوسط الأجر الشهري ومدة الاستقطاع:

وفقًا للبيانات الصادرة لعام 2018 يبلغ متوسط الأجر الشهري للمشتغلين في المملكة 10,081 ريال سعودي. تمتد مدة الاستقطاع لتغطية تكلفة الأنظمة الشمسية على فترة 84 شهرًا ما يعادل 7 سنوات وهي ثابتة بغض النظر عن نسبة الدعم الحكومي.

○ قيمة الاستقطاع الشهري من الأجر:

قيمة الاستقطاع الشهري تمثل الجزء الذي يتحمله الفرد شهريًا لتسديد تكلفة الأنظمة الشمسية. في حالة عدم وجود دعم حكومي تبلغ قيمة الاستقطاع الشهري 1,642.32 ريال سعودي. مع دعم حكومي بنسبة 90% تنخفض قيمة الاستقطاع الشهري بشكل ملحوظ إلى 164.23 ريال سعودي. يستمر الانخفاض تدريجيًا مع زيادة نسبة الدعم الحكومي حتى تصبح قيمة الاستقطاع الشهري 0 ريال سعودي عند تقديم دعم حكومي كامل بنسبة 100%.

○ نسبة الاستقطاع الشهري من الأجر:

هذه النسبة تعبر عن حجم العبء الاقتصادي على الفرد بالنسبة إلى دخله الشهري. في حالة عدم وجود دعم حكومي تشكل نسبة الاستقطاع الشهري 16.29% من الأجر الشهري. مع تقديم دعم حكومي بنسبة 90% تنخفض هذه النسبة إلى 1.63%. ومع زيادة نسب الدعم تتناقص النسبة تدريجيًا لتصل إلى 0% عند دعم كامل بنسبة 100%.

○ تأثير الدعم الحكومي على العبء الاقتصادي:

يُظهر الجدول أن تقديم دعم حكومي جزئي أو كامل يسهم بشكل كبير في تقليل العبء الاقتصادي على المواطنين. على سبيل المثال دعم بنسبة 50% يؤدي إلى تقليل نسبة الاستقطاع إلى 8.15% فقط من الأجر الشهري مقارنة بنسبة 16.29% بدون دعم.

نسبة الاستقطاع الشهري من الاجر	قيمة الاستقطاع الشهري من الاجر	مدة الاستقطاع (بالاشهر)	متوسط الاجر الشهري للمشتغلين حسب الجنس والجنسية (ريال سعودي) 2018	متوسط سعر تركيب النظام لكل منزل في جميع انحاء المملكة العربية السعودية	تكلفة تركيب الانظمة الشمسية للمنزل بالنسبة للفرد
0.00%	SAR 0.00	84	SAR 10,081	SAR 0.00	مع دعم حكومي بنسبة 100%
1.63%	SAR 164.23			SAR 13,796	مع دعم حكومي بنسبة 90%
3.26%	SAR 328.46			SAR 27,591	مع دعم حكومي بنسبة 80%
4.89%	SAR 492.70			SAR 41,387	مع دعم حكومي بنسبة 70%
6.52%	SAR 656.93			SAR 55,182	مع دعم حكومي بنسبة 60%
8.15%	SAR 821.16			SAR 68,978	مع دعم حكومي بنسبة 50%
9.77%	SAR 985.39			SAR 82,773	مع دعم حكومي بنسبة 40%
11.40%	SAR 1,149.63			SAR 96,569	مع دعم حكومي بنسبة 30%
13.03%	SAR 1,313.86			SAR 110,364	مع دعم حكومي بنسبة 20%
14.66%	SAR 1,478.09			SAR 124,160	مع دعم حكومي بنسبة 10%
16.29%	SAR 1,642.32			SAR 137,955	بدون دعم حكومي

الجدول 16 يوضح تحليل اقتصادي لتكاليف تركيب الطاقة الشمسية

التوصيات

تعد الطاقة الشمسية أحد الحلول الواعدة لمواجهة التحديات البيئية والاقتصادية في المملكة العربية السعودية بما يتماشى مع رؤية المملكة 2030. ومن خلال الدراسة الحالية والدراسات السابقة ظهرت مجموعة من التحديات والفرص التي تستدعي تقديم توصيات واضحة لتعزيز تبني أنظمة الطاقة الشمسية المنزلية. تهدف هذه التوصيات إلى تحسين سياسات الحوافز الحكومية رفع مستوى الوعي المجتمعي ودعم البنية التحتية لتبني تقنيات الطاقة المتجددة بشكل أكثر فعالية.

- يوصى بتقديم حوافز مالية مباشرة للسكان مثل تقليل التكلفة الأولية لتركيب أنظمة الطاقة الشمسية وضمان تقليل فترة استرداد التكاليف.
- إطلاق حملات توعوية تستهدف السكان خاصة في المناطق ذات معدلات التبني المنخفضة لتعريفهم بالفوائد البيئية والاقتصادية لأنظمة الطاقة الشمسية.
- يوصى بتطوير برامج تمويل بفوائد منخفضة لتسهيل عملية شراء وتركيب أنظمة الطاقة الشمسية المنزلية.
- تعزيز جهود البحث والتطوير لتطوير تقنيات تخزين أكثر كفاءة للطاقة الشمسية مما يقلل من تأثير التغيرات الموسمية على استقرار الشبكة الكهربائية.
- يوصى بتحديث دراسات الجدوى الاقتصادية بشكل دوري لمواكبة التغيرات في تكاليف التركيب وأسعار الطاقة وتقديم سياسات مبنية على بيانات محدثة.
- توجيه الحوافز الحكومية للفئات ذات الدخل المحدود لضمان استفادة جميع شرائح المجتمع من التحول إلى الطاقة المتجددة.
- يُوصى بإجراء دراسات تحليلية مقارنة تشمل أنواع الحوافز المختلفة (مثل الحوافز الضريبية والدعم المالي المباشر) لتحديد أكثرها فعالية في تشجيع استخدام الطاقة الشمسية المنزلية.
- الحاجة إلى إجراء دراسات معمقة توضح دور التطور التكنولوجي في تخفيض تكاليف أنظمة الطاقة الشمسية وزيادة جاذبيتها للمستهلكين.
- التركيز على تأثير العوامل الاجتماعية مثل مستوى الوعي والثقافة البيئية على قرارات الأسر بشأن تبني أنظمة الطاقة الشمسية.
- يُوصى بإجراء دراسات مقارنة بين الدول المتقدمة والنامية لاستنباط أفضل الممارسات وتكييفها مع الظروف المحلية.
- تطوير نماذج تحليلية لدراسة ديناميكيات السوق للطاقة الشمسية وتأثير الدعم الحكومي عليها في ظل التغيرات الاقتصادية.

المراجع

المراجع الأجنبية

- Alrashoud, K., & Tokimatsu, K. (2019). Factors Influencing Social Perception of Residential Solar Photovoltaic Systems in Saudi Arabia.
- Anita Bunea .(2020) .What do adoption patterns of solar panels observed so far tell about governments' incentive? Insights from diffusion models.
- Crago, C. B. (2013). Adoption of Residential Solar Power Under Uncertainty: Implications for Renewable Energy Incentives.
- EcoMENA. (2023). *Environmental challenges for the energy sector in Saudi Arabia*.
- Emad Addin Al-Sharaf .(2023) .Rooftop Solar PV Policy Assessment of Global Best Practices and Lessons Learned for the Kingdom of Saudi Arabia.
- Emily Schulte و Thomas Bruckner .(2022) .A meta-analysis of residential PV adoption: the important role of perceived benefits, intentions and antecedents in solar energy acceptance.
- Genevieve Simpson و Julian Clifton .(2017) .Testing Diffusion of Innovations Theory with data: Financial incentives, early adopters, and distributed solar energy in Australia.
- Gouchoe Everette و Haynes .(2002) .Case Studies on the Effectiveness of State Financial Incentives for Renewable Energy.
- Halimatussadiah, A., & Hartono, D. (2023). The Impact of Fiscal Incentives on the Feasibility of Solar Photovoltaic and Wind Electricity Generation Projects: The Case of Indonesia.
- Hector Lopez-Ruiz Jorge Blazquez و Michele Vittorio .(2019) .Assessing Residential Solar Rooftop Potential in Saudi Arabia Using Nighttime Satellite Images: A Study for the City of Riyadh.
- IRENA .(2022) .*Renewable Energy Generation Costs for 2021* تم الاسترداد من https://www.irena.org/Publications/2022/Jul/Renewable-Power-Generation-Costs-in-2021-AR?utm_source
- K.H Solangi و R Saidur .(2011) .A review on global solar energy policy.
- Kiran Torani Gordon Rausser و David Zilberman .(2014) .Innovation Subsidies versus Consumer Subsidies: A Real Options Analysis of Solar Energy.
- Susanne Hanger Nadejda Komendantova و Anthony Patt .(2016) .Community acceptance of large-scale solar energy installations in developing countries: Evidence from Morocco.
- Todd Gerarden .(2018) .Demanding Innovation: The Impact of Consumer Subsidies on Solar Panel Production Costs.

- United Nations . (بلا تاريخ). *Five ways to jump-start the renewable energy transition now* . تم الاسترداد من <https://www.un.org/en/climatechange/raising-ambition/renewable-energy-transition>
- Volodymyr Mamalyga . (2024) . Feasibility study for the implementation of solar power plants in the USA.
- Zander, K. (2019). Preferences for and potential impacts of financial incentives to install residential rooftop solar photovoltaic systems in Australia.

المراجع العربية

- الإحصاء. (2023). *إحصاءات الطاقة المنزلي لعام 2023م*. المملكة العربية السعودية: الهيئة العامة للإحصاء.
- المركز السعودي لكفاءة الطاقة. (2024). *قطاع المباني*. تم الاسترداد من https://www.seec.gov.sa/ar/energy-efficiency-sectors/buildings-sector?utm_source
- رؤية 2030. (2023). *محطة سكاكا للطاقة الشمسية*. تم الاسترداد من صفحة رؤية 2030: https://www.vision2030.gov.sa/ar/explore/projects/sakaka-solar-power-plant?utm_source
- معهد ستوكهولم للبيئة. (2019). *كيفية تعزيز المساهمات المحددة وطنيًا والحد من تلوث الهواء وتحسين صحة الإنسان*. تم الاسترداد من https://www.ccacoalition.org/ar/news/how-enhance-ndcs-reduce-air-pollution-and-improve-human-health?utm_source

الملاحق

استبيان حول تحليل الحوافز الحكومية وجدوى الاستثمار في مشاريع الطاقة الشمسية المنزلية في المملكة العربية السعودية

1- المعلومات الديموغرافية

الجنس:				
☐ ذكر		☐ أنثى		
الفئة العمرية:				
☐ أقل من 20	☐ 20-30	☐ 31-40	☐ 41-50	☐ أكثر من 50
المستوى التعليمي:				
☐ ثانوي		☐ جامعي		
المنطقة:				
☐ المنطقة الوسطى	☐ المنطقة الغربية	☐ المنطقة الشرقية	☐ المنطقة الجنوبية	☐ المنطقة الشمالية
ما متوسط قيمة فاتورة الكهرباء الشهرية لديك؟				
☐ 0-300 ريال	☐ 301-600 ريال	☐ 601-900 ريال	☐ 901-1200 ريال	☐ أكثر من 1201 ريال
ما هي مساحة مسكنك الحالي؟ (مسطح البناء)				
☐ 0-150م	☐ 151-250م	☐ 251-400م	☐ 401-600م	☐ أكثر من 601م
ما هو نوع المسكن الذي تعيش فيه حالياً؟				
☐ فيلا ملك	☐ منزل شعبي ملك	☐ دور في فيلا ملك	☐ شقة ملك	☐ مستأجر

2- الوعي بالطاقة الشمسية

مدى معرفتك بالطاقة الشمسية:	
☐ لدي معرفة جيدة	☐ لدي معرفة متوسطة
☐ لدي معرفة بسيطة	☐ ليس لدي معرفة
هل سبق لك رؤية أو استخدام منتج يعمل بالطاقة الشمسية مثل الأضواء الخارجية وغيرها؟	
☐ نعم	☐ لا

3- الرغبة في الاستثمار في الطاقة الشمسية

هل تفكر في تركيب نظام طاقة شمسية في منزلك؟	
☐ نعم أفكر في ذلك	☐ نعم لكنني لست
☐ لا أفكر في ذلك حالياً	☐ لا أعرف معلومات كافية لاتخاذ قرار

4- التحديات والتصورات حول الطاقة الشمسية

ما هي أكثر العوائق التي تعتقد أنها قد تواجهك في تركيب نظام طاقة شمسية؟	
☐ تكلفة التركيب الأولية	☐ عدم توفر شركات موثوقة للتركيب والصيانة
☐ قلة المعرفة بكيفية عمل النظام	☐ لا أرى أي عوائق
ما هي مخاوفك الرئيسية بشأن استخدام الطاقة الشمسية في منزلك؟	
☐ كفاءة النظام في المناخ الحار	☐ مدى سهولة الصيانة
☐ التأثير على شكل المنزل	☐ لا أرى أي مخاوف

5- أثر الحوافز الحكومية على قرار الاستثمار

إذا كانت هناك حوافز حكومية مثل تخفيضات ضريبية أو دعم مالي هل ستفكر في تركيب نظام طاقة شمسية في منزلك؟	
☐ نعم نعم سأفكر في ذلك	☐ نعم ربما أفكر في الأمر
☐ لا لن أفكر في ذلك	☐ لا أعرف
إلى أي مدى تعتقد أن توفر خدمات التمويل يساعد على تبني أنظمة الطاقة الشمسية؟	
☐ مهم جداً	☐ مهم إلى حد ما
☐ غير مهم	

الفوائد المحتملة للطاقة الشمسية

هل تعتقد أن تركيب نظام الطاقة الشمسية سيساعد في تقليل تكاليف الكهرباء بشكل ملحوظ؟			
☐ نعم بالتأكيد سيساعد	☐ نعم إلى حد ما	☐ لا لا أعتقد أنه سيؤثر كثيراً	☐ لا أعرف
هل تشعر أن وجود نظام طاقة شمسية سيزيد من قيمة العقار؟			
☐ نعم سيزيد من قيمة العقار بشكل كبير	☐ نعم سيزيد من قيمة العقار قليلاً	☐ لا لن يؤثر على قيمة العقار	☐ لا أعرف

6- الحواجز المالية والاقتصادية

هل تعتقد أن تكلفة تركيب نظام الطاقة الشمسية مرتفعة جداً بالنسبة لك؟			
☐ نعم مرتفعة جداً ولا أستطيع تحملها	☐ نعم مرتفعة ولكن يمكنني التفكير فيها	☐ لا التكلفة مناسبة	☐ لا أعرف

7- عوامل مؤثرة في اتخاذ القرار

هل توفر شركات موثوقة لتركيب وصيانة أنظمة الطاقة الشمسية مهم لقرارك؟			
☐ نعم مهم جداً	☐ نعم مهم إلى حد ما	☐ لا ليس له أهمية كبيرة	☐ لا أعرف
هل ترى أن التشريعات والسياسات الحكومية تلعب دوراً كبيراً في تشجيع الاستثمار في الطاقة الشمسية؟			
☐ نعم تلعب دوراً كبيراً جداً	☐ نعم تلعب دوراً إلى حد ما	☐ لا تأثيرها محدود	☐ لا أعرف
هل توفر ضمانات طويلة الأجل للمعدات الشمسية عامل مؤثر بالنسبة لك؟			
☐ نعم مؤثر جداً	☐ نعم مؤثر إلى حد ما	☐ لا ليس له تأثير كبير	☐ لا أعرف

هل لديك أي ملاحظات أخرى حول تطوير الحوافز ودعم الاستثمار في الطاقة الشمسية؟

.....

.....

Abstract

This study addresses a critical issue in Saudi Arabia's pursuit of sustainability and reducing its reliance on oil as a primary energy source. With its abundant solar resources, the Kingdom has a unique opportunity to harness solar energy as a renewable and sustainable power source for residential needs. Despite the global shift toward renewable energy and the availability of residential solar systems, adoption rates remain low in Saudi Arabia. This situation raises questions about the barriers to the widespread adoption of solar systems and the role of government incentives in encouraging their use. The primary aim of this study is to analyze the effectiveness of government incentives in motivating Saudi households to adopt residential solar systems. It also seeks to explore how these incentives influence the economic and environmental feasibility of investing in solar energy. Additionally, the study evaluates the impact of transitioning electricity subsidies into direct incentives for solar adoption and whether this shift could enhance renewable energy investment and reduce oil consumption. To achieve these objectives, the study employed a comprehensive analytical methodology, incorporating quantitative data collected through surveys, government records, and geographic analysis. It focused on key parameters such as the financial benefits of solar systems, installation costs, and the ability to sell surplus electricity to assess their influence on adoption rates. Furthermore, the study evaluated public awareness of solar energy benefits and its role in promoting sustainability. The findings of this study reveal significant insights into the factors affecting the adoption of residential solar systems in the Kingdom. Government incentives, such as tax exemptions, financial subsidies, and targeted support programs, play a crucial role in reducing initial costs and shortening the payback period for solar investments. The study also highlights the importance of raising public awareness about the economic and environmental advantages of solar systems to enhance their acceptance and integration into homes. Moreover, the study identified key challenges hindering the widespread adoption of solar systems, including technical barriers, inadequate infrastructure for managing surplus electricity, and the need for more comprehensive regulatory frameworks. Based on these findings, the study offers practical recommendations for policymakers, including enhancing financial incentives, introducing innovative financing solutions, and implementing targeted awareness campaigns. This study contributes to bridging the knowledge gap regarding the relationship between government incentives and solar system adoption. It supports the development of effective policies to promote sustainable energy practices. The proposed recommendations align with Saudi Arabia's Vision 2030 and provide a roadmap for achieving economic and environmental sustainability through integrating renewable energy solutions into the residential sector.

Midocean University

College of Management

Department of Business Administration



Analysis of government incentives and the feasibility of investing in home solar energy projects in the Kingdom of Saudi Arabia

Prepared by:

Bander Abdulrazaq Aldorihim

Supervised by:

Dr. Al-Faisal Abdul Hamid Muhammad Hassan

Dr. Fayez Jarad

Year: 2025