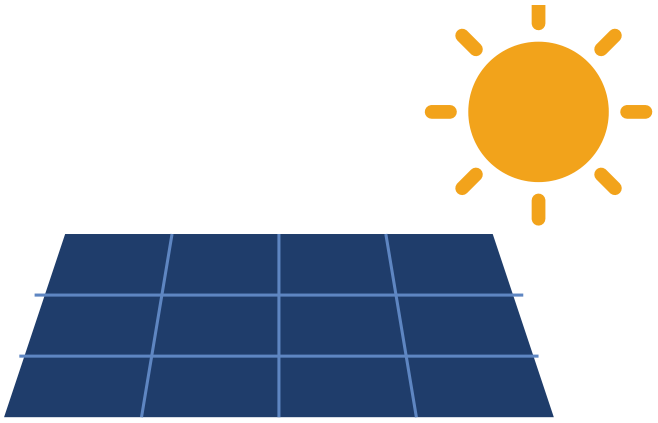
سولانا

دليل شامل



كل ما تحتاج معرفته عن الطاقة الشمسية

24 سؤالاً بإجابات هندسية عن الألواح والإنفرتر والبطاريات والإنتاج والفائض وشروط الربط بشبكة الكهرباء في السعودية.

الأساسيات | الإنتاج والأداء | التطبيقات | الإنفرتر والبطاريات | الربط والجدوى



م. ناصر صبر
خبير تصميم أنظمة الطاقة الشمسية وتخزين الطاقة

الإصدار الأول · نوفمبر 2026
solanapv.com

المحتويات

اضغط على أي سؤال للانتقال إليه.

القسم 1: أساسيات الطاقة الشمسية 2
القسم 2: الإنتاج والأداء 6
القسم 3: تطبيقات الطاقة الشمسية 9
القسم 4: الإنفرترات والبطاريات 12
القسم 5: الربط بالشبكة والاقتصاد والتخطيط 14
قبل أن تطلب عرض سعر 19
1 هل تعمل الألواح الشمسية في الشتاء؟ 2
2 هل تعمل الألواح الشمسية في الظل؟ 2
3 هل درجة الحرارة العالية تزيد إنتاج الألواح الشمسية؟ 4
4 هل الألواح الشمسية الأكبر حجمًا هي الأفضل؟ 4
5 كم عمر الألواح الشمسية؟ 5
6 ما الفرق بين kW و kWh؟ 5
7 كم ينتج نظام شمسي بقدرة 10 كيلوواط؟ 6
8 لماذا ينخفض إنتاج الألواح الشمسية؟ 6
9 لماذا ينتج نظامي 22–25 كيلوواط فقط وقت الظهر رغم أن سعته 30 كيلوواط؟ 7
10 هل تتأثر الألواح الشمسية بالغبار؟ 8
11 هل تحتاج الألواح الشمسية إلى تنظيف؟ 9
12 هل تعمل الطاقة الشمسية أثناء انقطاع الكهرباء؟ 10
13 كم لوحًا شمسيًا أحتاج لتشغيل منزل؟ 10
14 هل أستطيع تشغيل المكيفات على الطاقة الشمسية؟ 11
15 هل أستطيع الاعتماد كليًا على الطاقة الشمسية دون شركة الكهرباء؟ 11
16 هل أحتاج إلى استبدال الإنفرتر؟ وبعد كم سنة؟ 12
17 هل تحتاج بطاريات الطاقة الشمسية إلى صيانة أو استبدال؟ وبعد كم سنة؟ 13
18 هل بطاريات الليثيوم آمنة؟ 13
19 هل يمكن إضافة بطاريات إلى نظام شمسي موجود؟ 14
20 ماذا يحدث لفائض إنتاج الطاقة الشمسية؟ 14
21 هل تعوضني شركة الكهرباء عن فائض الإنتاج؟ وكم سعر الكيلوواط ساعة المُصدّر؟ 15
22 كيف أجهز منزلي للطاقة الشمسية أثناء البناء؟ 16
23 ما المساحة التي أحتاجها لتركيب الألواح الشمسية؟ 16
24 ما شروط ربط نظام الطاقة الشمسية بشبكة الكهرباء في السعودية؟ 17
المصادر 20

هذا الدليل يجمع في مكان واحد أكثر 24 سؤالاً تتكرر عند كل من يفكر في الطاقة الشمسية أو يملك نظامًا يعمل فعلاً: من الشتاء والظل والغبار، إلى الإنفرتر والبطاريات، إلى فائض الإنتاج وشروط الربط بشبكة الكهرباء في السعودية. في كل سؤال جواب مباشر أولاً، ثم السبب الهندسي، ثم مثال حسابي حيث يلزم. وما يتعلق بالأنظمة واللوائح السعودية مبني على نصوص رسمية وردت مصادرها في آخر الدليل.

كيف تقرأ الأرقام: الأمثلة الحسابية في الدليل تفترض إنتاجًا نوعيًا مقداره 4.8 كيلوواط ساعة لكل كيلوواط ذروة في اليوم (نحو 1,752 سنويًا)، وهو افتراض مبسط يناسب أغلب مناطق السعودية، وهو نفسه المستخدم في مقال تعرفة الكهرباء 2027. الإنتاج الفعلي يتغير بالموقع وزاوية الميل والفقد، فاعتمد دراسة لموقعك قبل أي قرار شراء.

القسم الأول

1 أساسيات الطاقة الشمسية

1 هل تعمل الألواح الشمسية في الشتاء؟

الجواب المختصر

نعم. اللوح يتبع الإشعاع الشمسي لا الحرارة، وكثير من أيام الشتاء في السعودية صافية، لكن الإنتاج اليومي أقل من الصيف.

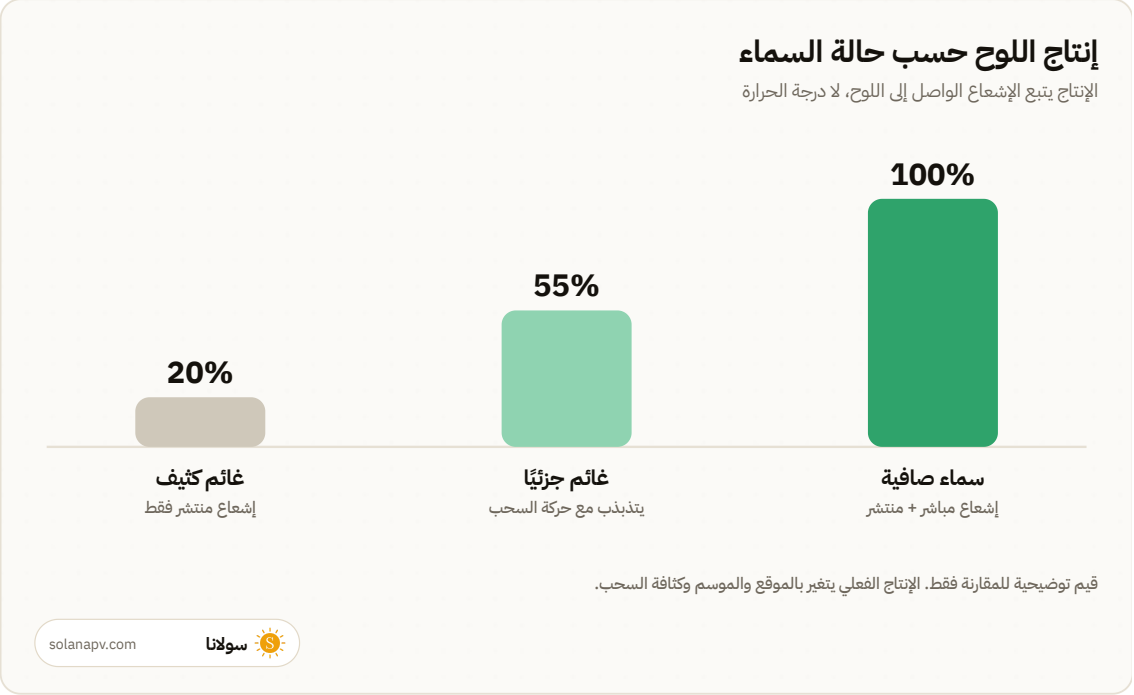
ينخفض الإنتاج شتاءً لسببين: النهار أقصر، والشمس أخفض في السماء فيصل إشعاع أقل إلى سطح اللوح. وفي المقابل تحسّن البرودة أداء الخلايا؛ إذ يرتفع جهد اللوح وتقل خسارة الحرارة. والنتيجة أن الفارق بين الشتاء والصيف قد يكون أقل مما يتوقعه كثيرون، وأن أسوأ أيام الشتاء هي الغائمة لا الباردة.

من المفاهيم الخاطئة الشائعة أن «الشمس الحارة تعني إنتاجًا أعلى». الأصح أن الشمس القوية ترفع الإنتاج، وأن الحرارة العالية تخفضه قليلاً (انظر السؤال 3).

2 هل تعمل الألواح الشمسية في الظل؟

الجواب المختصر

تعمل، لكن بإنتاج أقل بكثير تحت الظل الكثيف أو الغيم. والظل على جزء من اللوح أو السلسلة قد يخفض الإنتاج أكثر من نسبة المساحة المظللة.



مقارنة توضيحية: الألواح تعمل تحت الغيم من الإشعاع المنتشر، لكن بنسبة أقل من السماء الصافية.

تحت الغيم تصل إلى اللوح الإشعاعات المنتشرة، فيعمل بجزء من قدرته. أما الظل الموضعي (خزان، سور، مدخنة، لوح مجاور) فتأثيره أعقد: كل لوح مقسّم إلى مجموعات خلايا موصولة على التوالي، ولكل مجموعة صمام تجاوز (Bypass Diode). حين تُظلَّل مجموعة، يتجاوزها التيار ويبقى باقي اللوح يعمل. ومع ذلك فإن الألواح الموصولة على التوالي في سلسلة (String) تمرر تيارًا واحدًا، فتحدّ الخلية الأضعف إنتاج السلسلة كلها، ويحاول متتبع نقطة القدرة العظمى (MPPT) في الإنفرتر إيجاد أفضل نقطة تشغيل.



ظل على مجموعة خلايا واحدة يُتجاوز بصمام التجاوز، فيعمل بقية اللوح.

إن كان الظل لا يمكن تجنبه، فالحلول الهندسية هي: توزيع الألواح المظللة على مدخل MPPT مستقل، أو استخدام محسّنات القدرة (Optimizers) أو الإنفرترات الدقيقة (Microinverters) لعزل أثر كل لوح. وتفصيل حساب السلاسل في مقال حساب عدد الألواح في السلسلة.

3 هل درجة الحرارة العالية تزيد إنتاج الألواح الشمسية؟

الجواب المختصر

لا. ارتفاع حرارة الخلايا يخفض قدرة اللوح. الشمس القوية ترفع الإنتاج، والحرارة المرافقة لها تخصم منه جزءًا.

تُقاس قدرة اللوح المعلنة (مثل 550 واط) عند ظروف قياسية STC: إشعاع 1,000 واط/م² وحرارة خلايا 25 °م. وتُنشر في ورقة بيانات اللوح قيمة معامل درجة الحرارة للقدرة (Pmax)، وهي في كثير من الألواح الحديثة نحو سالب 0.30% لكل درجة مئوية فوق 25 °م، وتصل في بعض الألواح الأحدث إلى سالب 0.26%، كما في ورقة بيانات لوح لونجي سولار (LONGi Solar) من فئة 650 واط، طراز LR8-66HVD. راجع ورقة بيانات اللوح الذي تشتريه. وحرارة الخلايا تحت الشمس أعلى من حرارة الجو بعشرات الدرجات.

البند	لوح 550 واط	لوح 650 واط
معامل درجة الحرارة للقدرة (افتراض)	−0.30% لكل °م	−0.26% لكل °م
حرارة الخلايا وقت الظهر (افتراض)	60 °م	60 °م
الفرق عن الظروف القياسية	35 °م	35 °م
الخسارة الحرارية	35 × 0.30 = 10.5%	35 × 0.26 = 9.1%
القدرة المتاحة	نحو 492 واطًا	نحو 591 واطًا

مثال توضيحي: لوح 650 واط بمعامل −0.26% يخسر 9.1% عند 60 °م، مقابل 10.5% للوح بمعامل −0.30%. الفرق في معامل درجة الحرارة وحده يوفر نحو 1.4% من القدرة في الحر، لذلك ابحث عنه في ورقة البيانات.

4 هل الألواح الشمسية الأكبر حجمًا هي الأفضل؟

الجواب المختصر

ليس بالضرورة. الحجم الأكبر يعني قدرة أعلى للوح الواحد، لكن الأفضل يُحدَّد بالكفاءة ومعامل درجة الحرارة والضمان وتوافقه مع الإنفرتر وإمكانية تركيبه.

الكفاءة تساوي القدرة مقسومة على مساحة اللوح ثم على 1,000 واط/م². فلوح 550 واط مساحته 2.58 م² (2.279 × 1.134 م) كفاءته نحو 21.3%. لوحان بالقدرة نفسها قد يختلفان في المساحة، فاللوح الأعلى كفاءة يوفر مساحة السطح، وهذا مهم

إذا كان السطح هو القيد. وللألواح الكبيرة أثر على الجهد والتيار في السلسلة، فلا بد من التحقق من حدود الإنفرتر، ومن وزنها وسهولة رفعها على السطح.

لمقارنة التقنيات (Thin Film / Poly / Mono) راجع أنواع الألواح الشمسية، ولمعرفة أعلى الألواح كفاءة في الأسواق راجع أفضل الألواح الشمسية في 2026.

5 كم عمر الألواح الشمسية؟

الجواب المختصر

تُقدَّم الألواح بضمان أداء يمتد غالبًا لعقدين ونصف أو أكثر، وتستمر عمليًا بإنتاج متناقص، لكن لا يوجد رقم واحد يصلح لكل لوح ولكل موقع.

اللوح لا يتوقف فجأة، بل تقل قدرته قليلاً كل سنة. راجع مختبر NREL الأمريكي نحو 2,000 قياس لهذا الانخفاض من ألواح تعمل فعليًا، فكانت القيمة الوسطى 0.5% في السنة. وبهذا المعدل يبقى للوح بعد 25 سنة نحو 88% من قدرته الأصلية. ويزيد الانخفاض أو يقل بحسب المناخ ونوع اللوح وجودة تصنيعه، وقد يكون أكبر في الحرارة والرطوبة والغبار.

اقرأ في ورقة بيانات اللوح نوعي الضمان: ضمان المنتج، ويغطي عيوب التصنيع، وضمان الأداء، ويحدد النسبة التي تضمنها الشركة من قدرة اللوح بعد عدد من السنوات. هذان الضمانان أدق من أي رقم عام.

6 ما الفرق بين kW و kWh؟

الجواب المختصر

الكيلوواط (kW) وحدة قدرة لحظية، والكيلوواط ساعة (kWh) وحدة طاقة هي القدرة مضروبة في الزمن.
الفاتورة بالكيلوواط ساعة، وحجم الألواح والإنفرتر بالكيلوواط، وسعة البطارية بالكيلوواط ساعة.

الوحدة	تقيس	أمثلة
كيلوواط (kW)	قدرة لحظية	قدرة الإنفرتر، حمل المكيف، ذروة الألواح (kWp)
كيلوواط ساعة (kWh)	طاقة مستهلكة أو منتجة	الفاتورة، إنتاج اليوم، سعة البطارية
العلاقة	الطاقة = القدرة × الزمن	مكيف 2 كيلوواط يعمل 3 ساعات = 6 كيلوواط ساعة

والحرف p في kWp يعني القدرة القصوى عند الظروف القياسية للألواح، وهي ليست قدرة الإنفرتر.

القسم الثاني

2 الإنتاج والأداء

7 كم ينتج نظام شمسي بقدرة 10 كيلوواط؟

الجواب المختصر

بافتراض 4.8 كيلوواط ساعة لكل كيلوواط ذروة يوميًا، ينتج نظام 10 كيلوواط ذروة نحو 48 كيلوواط ساعة في اليوم، أي نحو 17,520 كيلوواط ساعة في السنة. والرقم يتغير بحسب الموقع والميل والفقد.

الإنتاج النوعي (كيلوواط ساعة/كيلوواط ذروة/يوم)	إنتاج 10 كيلوواط ذروة يوميًا	سنويًا
4.0 (فقد أعلى أو ظروف أضعف)	40	14,600
4.8 (افتراض هذا الدليل)	48	17,520
5.5 (موقع ممتاز وفقد منخفض)	55	20,075

سيناريوهات حسابية وليست وعدًا بالإنتاج. يُقدَّر الإنتاج الفعلي ببرنامج محاكاة مثل PVsyst أو PVGIS لموقعك وميل ألواحك.

انتبه إلى التسمية: «نظام 10 كيلوواط» قد تعني 10 كيلوواط ألواح (kWp) أو إنفرتر 10 كيلوواط. اسأل دائمًا عن الاثنين، فهما مختلفان في الإنتاج (انظر السؤال 9).

8 لماذا ينخفض إنتاج الألواح الشمسية؟

الجواب المختصر

بعضه طبيعي ومتوقع (حرارة، موسم، تدهور بطيء)، وبعضه عطل يمكن إصلاحه (غبار، ظل، أعطال توصيل، قص من الإنفرتر). المقارنة مع نفس الفترة السابقة وبين السلاسل تكشف السبب.

السبب	كيف تلاحظه	ما الذي تفعله
الغبار والاتساخ	انخفاض تدريجي يعود بعد تنظيف أو مطر	تنظيف بحسب القياس (السؤالان 10 و11)
ظل جديد	انخفاض في ساعات محددة من اليوم	افحص المبنى المجاور، الأشجار، الخزانات، الأسلاك
الحرارة	انخفاض عند الظهر في الصيف رغم الشمس القوية	طبيعي؛ اختر ألواحًا بمعامل درجة حرارة أفضل وتهوية خلفية
التدهور السنوي	انخفاض بطيء من سنة لأخرى	قارن مع منحنى ضمان الأداء
قص الإنفرتر (Clipping)	خط مسطح عند قدرة ثابتة وقت الذروة	راجع نسبة DC/AC (السؤال 9)
خلل كهربائي	سلسلة أو MPPT يعمل أقل من نظيره	افحص الوصلات والفيوزات وأجهزة الحماية بمختص
حدّ من الشبكة	خفض في الإنتاج عند ارتفاع جهد الشبكة	يراجع المصمم إعدادات الجهد وكابلات التوصيل

الأداء الصحيح يُحكم عليه بنسبة الأداء (Performance Ratio) أو بالمقارنة بين اليوم الحالي ويوم مماثل سابق أو بين سلسلتين متماثلتين. وجود تطبيق مراقبة للإنفرتر يختصر هذا التشخيص كثيرًا.

9 لماذا ينتج نظامي 22–25 كيلوواط فقط وقت الظهر رغم أن سعته 30 كيلوواط؟

الجواب المختصر

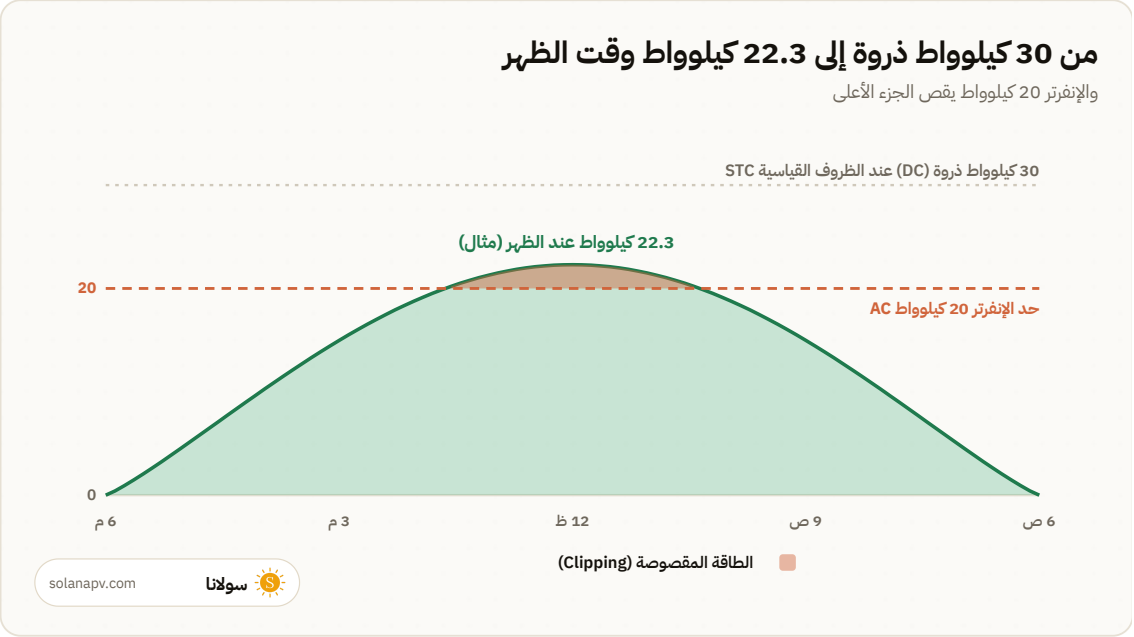
لأن الرقم 30 كيلوواط هو قدرة الألواح عند الظروف القياسية STC، لا القدرة اللحظية في الواقع. عند الظهر تخصم الحرارة والإشعاع الأقل من 1,000 واط/م² والغبار وفقد الكيابل وكفاءة الإنفرتر، فتصل القدرة في المثال أدناه إلى نحو 74% من قدرة الألواح.

مثال لنظام ألواحه 30 كيلوواط ذروة (kWp) وقت الظهر:

العامل	المعامل في المثال	القدرة المتبقية (كيلوواط)
القدرة القياسية STC	—	30.0
إشعاع 900 واط/م² بدل 1,000	0.90	27.0
حرارة الخلايا 60 °م (−0.30% لكل °م)	0.895	24.2
غبار واتساخ	0.97	23.4
فقد الكيابل وعدم التطابق (DC)	0.97	22.7
كفاءة الإنفرتر	0.98	22.3

كل المعاملات افتراضية ومتفائلة قليلاً لسطح نظيف؛ تنتج القيم الفعلية من موقعك ومن مكونات نظامك. ضرب 30 في المعاملات الخمسة كلها يعطي 22.3 كيلوواط.

نسبة DC/AC والقص: إن كان الإنفرتر 30 كيلوواط AC، فالإنتاج 22.3 كيلوواط لا يلامس حده، ولا قص. لكن لو كان الإنفرتر 20 كيلوواط AC (نسبة DC/AC تساوي 1.5)، فسيقص الإنفرتر ما فوق 20 كيلوواط، كما في الرسم. وهذا خيار تصميمي مقصود في كثير من الأنظمة لأن الذروة نادرة وتمنح الألواح إنتاجًا أفضل صباحًا وعصرًا، لكنه يحتاج حسابًا. تفصيله في مقال نسبة DC/AC واختيار حجم الإنفرتر.



رسم توضيحي: قدرة 30 كيلوواط ذروة تصل عند الظهر إلى نحو 22.3 كيلوواط، وإنفرتر 20 كيلوواط يقص الجزء الأعلى.

إذا كان إنتاجك الفعلي وقت الظهر أقل بكثير مما يعطيه حساب كهذا لنظامك، فافحص: الظل، الغبار، وتوزيع السلاسل على MPPT، وحدود جهد الشبكة، وأي سلسلة معطلة.

10 هل تتأثر الألواح الشمسية بالغبار؟

الجواب المختصر

نعم. الغبار يحجب جزءًا من الضوء ويخفض الإنتاج، وتتفاوت الخسارة كثيرًا بحسب الموقع وعدد الأسابيع بلا مطر وزاوية الميل والرطوبة.

الغبار أثقل في المناطق الصحراوية وقرب البناء والطرق الترابية، وتزيد الرطوبة أو الندى التصاقه بالزجاج. وكلما قلّت زاوية الميل لصق الغبار أكثر. لا تعتمد على نسبة جاهزة من الإنترنت؛ قِس بنفسك: سجّل الإنتاج قبل التنظيف وبعده في ظروف إشعاع متقاربة، أو قارن بين صف نظيف وصف متسخ.

11 هل تحتاج الألواح الشمسية إلى تنظيف؟

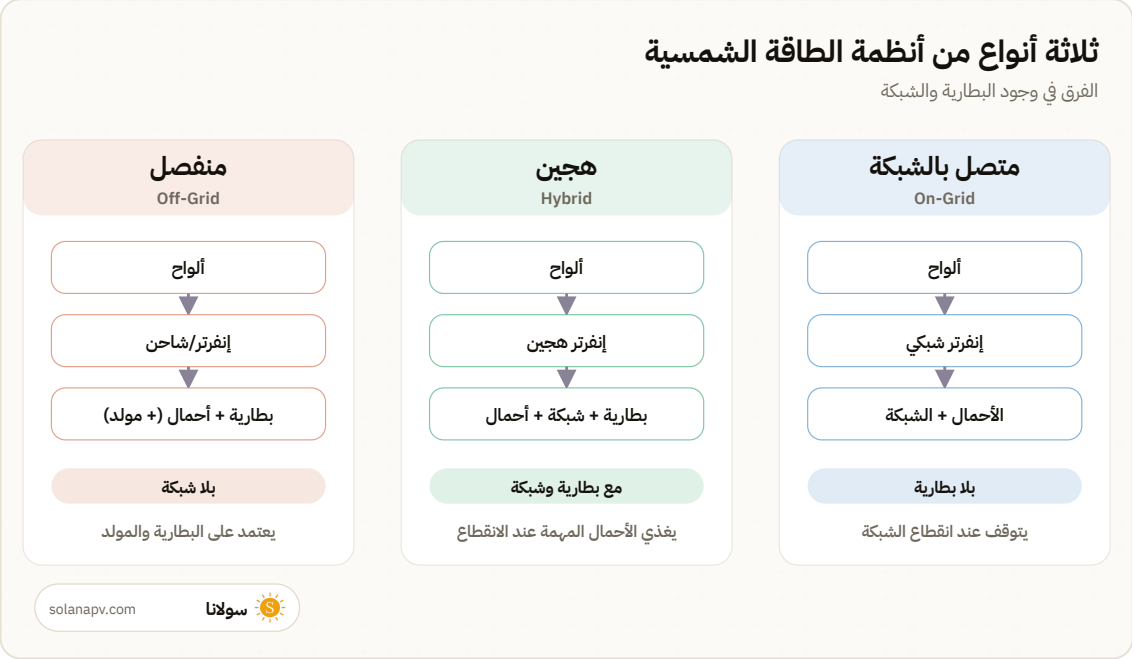
الجواب المختصر

نعم في أغلب مناطق السعودية، لكن بقدر ما يبرره القياس. نظّف حين تتجاوز قيمة الإنتاج المفقود تكلفة التنظيف ومخاطره.

- نظّف صباحًا باكرًا أو مساءً حين لا يكون الزجاج ساخنًا، فالماء البارد على زجاج حار يُجهده.
- استخدم فرشاة ناعمة وماءً نظيفًا منخفض الأملاح، ولا تستخدم مواد كاشطة أو كيماويات لا يجيزها المصنع.
- تجنب الضغط العالي الذي قد يُدخل الماء إلى الوصلات، وتجنب الوقوف على الألواح.
- راجع دليل المصنع وشروط الضمان، واحرص على سلامة العمل على السطح.
- سجّل الإنتاج قبل التنظيف وبعده لتحدد التكرار المناسب لموقعك.

القسم الثالث

3 تطبيقات الطاقة الشمسية



الفرق الجوهري بين الأنواع الثلاثة هو وجود البطارية والشبكة، لا وجود الألواح.

النوع	يحتاج بطارية؟	يعمل عند انقطاع الشبكة؟	استخدامه الأنسب
متصل بالشبكة (On-Grid)	لا	لا، يتوقف تلقائيًا	خفض الفاتورة بأقل تكلفة
هجين (Hybrid)	نعم	نعم للأحمال المربوطة بمخرج الطوارئ	استمرارية الكهرباء مع خفض الفاتورة
منفصل (Off-Grid)	نعم	لا يعتمد على الشبكة أصلاً	مواقع بلا شبكة أو استقلال كامل

للتفصيل راجع أنواع الإنفرتر: Off-Grid وOn-Grid وHybrid وطريقة توصيل نظام هجين.

12 هل تعمل الطاقة الشمسية أثناء انقطاع الكهرباء؟

الجواب المختصر

النظام المتصل بالشبكة بلا بطارية لا يعمل أثناء الانقطاع. النظام الهجين أو المنفصل يعمل إذا صُمم لذلك، ضمن قدرة الإنفرتر وسعة البطارية.

السبب أمان: عند انقطاع الشبكة يجب ألا يستمر الإنفرتر في تغذية الخط، لحماية عمال الصيانة. وينص المعيار الفني للشركة السعودية للطاقة للأنظمة الصغيرة على أن تتوقف المنظومة عن تغذية الشبكة خلال ثانيتين من تكوّن «الجزيرة» (البند 6.9.4). لذلك لا تُنتج أنظمة On-Grid البسيطة أثناء الانقطاع حتى في الظهيرة.

في النظام الهجين تُوصَّل الأحمال المهمة (ثلاجة، إضاءة، شبكة، مكيف واحد) بمخرج الطوارئ (Backup/EPS)، ويحدد حجمه قدرة الإنفرتر وسعة البطارية، وقد يكون هناك زمن تحويل قصير. اسأل المورد عن زمنه إن كان لديك أجهزة حساسة، وراجع إنفرتر الجهد العالي أم المنخفض عند اختيار البطارية.

13 كم لوحًا شمسيًا أحتاج لتشغيل منزل؟

الجواب المختصر

قسّم استهلاكك اليومي على 4.8 كيلوواط ساعة للحصول على قدرة الألواح بالكيلوواط ذروة، ثم على قدرة اللوح الواحد. منزل يستهلك 1,500 كيلوواط ساعة شهريًا يحتاج نحو 19 لوحًا من فئة 550 واط.

الاستهلاك الشهري (كيلوواط ساعة)	اليومي	القدرة المطلوبة (كيلوواط ذروة (kWp	ألواح 550 واط	القدرة الفعلية
500	16.7	3.5	7	3.85
1,000	33.3	6.9	13	7.15
1,500	50	10.4	19	10.45
3,000	100	20.8	38	20.9

الحساب: القدرة = الاستهلاك اليومي ÷ 4.8، وعدد الألواح = القدرة ÷ 0.55 مقربًا إلى الأعلى. هذا يغطي الطاقة سنويًا بافتراض استهلاك كل الإنتاج.

لا يعني هذا أن تركّب هذا الحجم دائمًا: قد تحدّ المساحة أو سعة العداد أو حدود الربط التي تتحقق منها الشركة (انظر السؤال 24)، ومن الأفضل أن يتبع الحجم حملك النهاري. والاستهلاك ليلاً لا تغطيه الألواح بلا بطارية.

14 هل أستطيع تشغيل المكيفات على الطاقة الشمسية؟

الجواب المختصر

نعم، بثلاث طرق: نظام On-Grid يغطي حمل المكيفات نهارًا، أو نظام هجين مع بطارية لتشغيلها ليلاً، أو مكيف شمسي هجين مصمم أصلاً للتشغيل على الألواح والشبكة.

المكيف هو أكبر حمل في أغلب البيوت السعودية، وتتطابق ذروته نهارًا مع ذروة الإنتاج، وهذا ما يجعل الألواح مجدية. بحسب مقال مكيف الطاقة الشمسية، يستهلك مكيف شمسي هجين 24 ألف وحدة بين 1,700 و2,600 واط بحسب وضع التشغيل. فمكيف 2.2 كيلوواط يعمل 8 ساعات نهارًا يستهلك 17.6 كيلوواط ساعة، ويحتاج نحو 3.7 كيلوواط ذروة ألواح (17.6 ÷ 4.8).

أما تشغيله ليلاً فيعني بطارية قابلة للاستخدام لا تقل عن 17.6 كيلوواط ساعة لثماني ساعات، وهذا يرفع التكلفة كثيرًا. للمقارنة الكاملة بين الخيارات والتكلفة راجع المقال المذكور.

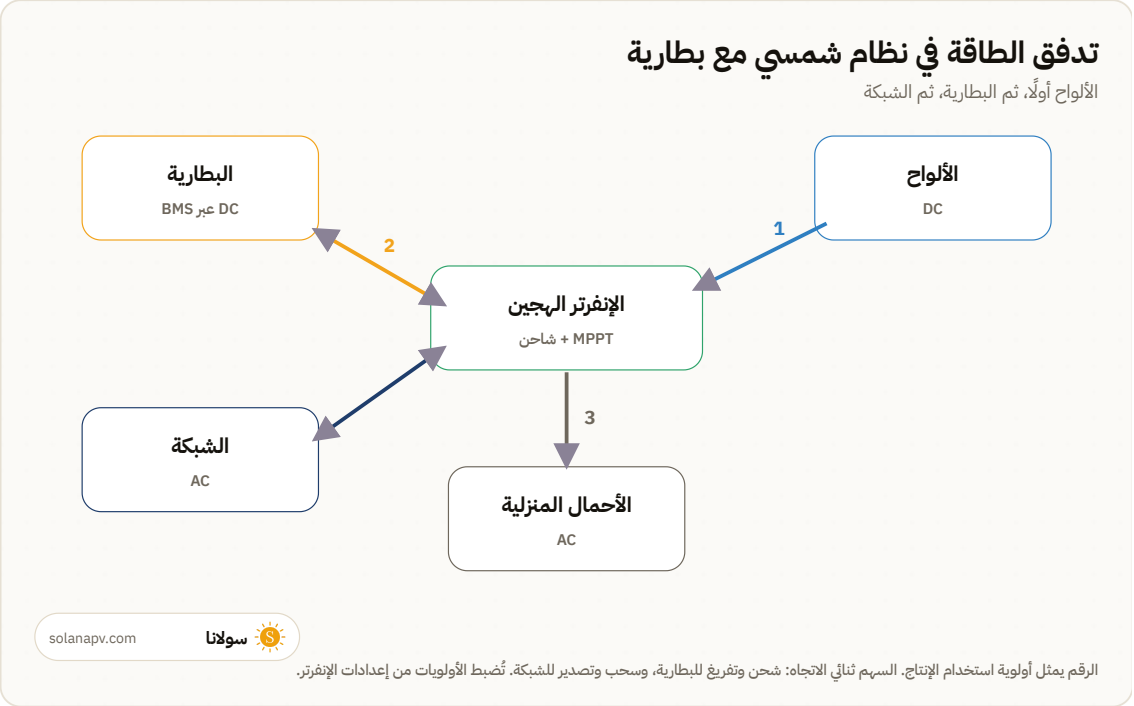
15 هل أستطيع الاعتماد كليًا على الطاقة الشمسية دون شركة الكهرباء؟

الجواب المختصر

تقنيًا نعم، بنظام منفصل أو هجين بسعة بطارية وألواح كبيرة، لكنه يكلف أكثر بكثير من نظام متصل بالشبكة، وغالبًا لا يكون الخيار الاقتصادي إن كانت الشبكة متاحة.

مثال: منزل يستهلك 50 كيلوواط ساعة يوميًا، ونحو 20 منها ليلاً. يحتاج بطارية قابلة للاستخدام لا تقل عن 20 كيلوواط ساعة، وألواحًا تغطي حمل النهار (30) وتشحن البطارية (20 مع فقد شحن نحو 10%)، أي نحو 52 كيلوواط ساعة يوميًا ÷ 4.8 =

10.8 كيلوواط ذروة في يوم متوسط. وهذا قبل هامش الأيام الغائمة والغبار والشتاء، فيصبح العملي نحو 13 إلى 14 كيلوواط ذروة، مع إنفرتر يتحمل ذروة المكيفات.



في النظام الهجين تتجه الطاقة أولاً إلى الأحمال، ثم تشحن البطارية، ثم تصدّر أو تُسحب من الشبكة.

الاستقلال الكامل يعني أيضًا أنك تتحمل أي عطل بلا بديل، لذا يضيف كثيرون مولدًا احتياطيًا. وغالبًا يكون الهجين المتصل بالشبكة أنسب: يعمل الانقطاع كبديل، وتبقى الشبكة مصدرًا احتياطيًا. للحساب التفصيلي راجع حساب بطاريات الليثيوم والألواح وحساب بطاريات النظام المنفصل.

القسم الرابع

4 الإنفرترات والبطاريات

16 هل أحتاج إلى استبدال الإنفرتر؟ وبعد كم سنة؟

الجواب المختصر

على الأرجح نعم مرة أو أكثر خلال عمر الألواح، لأن الإنفرتر جهاز إلكتروني يتأثر بالحرارة والغبار. لا يوجد عمر عام ثابت، والمرجع الأصدق هو ضمان المصنع وظروف تركيبك.

الإنفرترات المركزية المنزلية تُباع عادة بضمان من 5 إلى 10 سنوات، وتمدّد بعض الشركات الضمان برسوم، بينما تعطي بعض الإنفرترات الدقيقة ضمانًا أطول. وهذا مؤشر، وليس وعدًا بالعمر. أكثر ما يقصّر العمر: التركيب تحت شمس مباشرة،

ضعف التهوية، الغبار، وتشغيله قرب حدّه الأعلى باستمرار.

ضع في الميزانية مبلغًا لاستبدال الإنفرتر في دراسة الجدوى طويلة الأمد. وقد يكون الاستبدال فرصة للتحول إلى هجين أو لزيادة السعة. للمقارنة بين الموديلات راجع أفضل الإنفرترات في 2026.

17 هل تحتاج بطاريات الطاقة الشمسية إلى صيانة أو استبدال؟ وبعد كم سنة؟

الجواب المختصر

بطاريات الليثيوم تحتاج صيانة قليلة جدًا (فحص وصلات وحرارة وتحديث برمجيات) لكنها تتناقص سعتها وتُستبدل عند الوصول إلى حد الضمان. بطاريات الرصاص الحمضي تحتاج صيانة أكثر وعمرها أقصر.

عمر البطارية يتحدد بعدد دورات الشحن والتفريغ، وبعمق التفريغ (DoD)، والحرارة، ومعدل الشحن. تعلن الشركات عادة عدد الدورات حتى تنخفض الصحة (SOH) إلى نسبة محددة (غالبًا بين 70 و80%) وفق شروط اختبار معينة، ويرد في الضمان عدد سنوات وحد على الطاقة المارّة. مثال حسابي: بطارية 10 كيلوواط ساعة تدور دورة يوميًا تدور نحو 365 دورة سنويًا، فلو كانت مصنفة لـ6,000 دورة بشروطها، فإن 6,000 ÷ 365 = 16.4 سنة نظريًا، لكن الضمان وتقادم الخلايا الزمني قد يحددان عمرًا أقصر. القرار الواقعي يتبع ورقة البيانات والضمان لا هذا المثال.

للأنواع (رصاص، جل، ليثيوم) ومقارنتها راجع أنواع بطاريات الطاقة الشمسية.

18 هل بطاريات الليثيوم آمنة؟

الجواب المختصر

هي آمنة حين تكون مصنّعة ومختبرة ومركّبة بشكل صحيح، لكن لا يصح القول إنها آمنة مطلقًا. السلامة تأتي من الكيمياء والـBMS والحماية الكهربائية والتركيب.

العنصر	(LFP) LiFePO4	NMC
الاستقرار الحراري	أعلى بوجه عام وأقل ميلاً للهروب الحراري	أقل استقرارًا ويحتاج حماية أدق
كثافة الطاقة	أقل (حجم ووزن أكبر)	أعلى
الاستخدام الشائع في التخزين المنزلي	الأكثر انتشارًا	موجود في بعض الأنظمة

مقارنة عامة؛ تختلف الجودة والتصميم بين المصنعين. الهروب الحراري (Thermal Runaway) ممكن في أي كيمياء عند عطل أو إساءة استخدام.

نظام إدارة البطارية (BMS) هو خط الحماية الأول: يراقب جهد كل خلية وتيارها وحرارتها، ويوازن الخلايا، ويفصل عند الشحن الزائد أو التفريغ العميق أو ارتفاع الحرارة أو القصر. ويضاف إليه مفصل DC وفيوز مناسبان، وتهوية، ومكان بعيد عن

الشمس المباشرة ومصادر الحرارة ومخارج الهروب، وفق تعليمات المصنع. اطلب شهادات اختبار مستقلة مثل IEC 62619 وUL 1973 وUL 9540/9540A وUN 38.3 للنقل، ولا تكتفِ بكلمة «معتمد».

19 هل يمكن إضافة بطاريات إلى نظام شمسي موجود؟

الجواب المختصر

غالبًا نعم، لكن الطريقة تتوقف على الإنفرتر الحالي: الهجين يقبلها مباشرة بشروط التوافق، أما الإنفرتر الشبكي فيحتاج إنفرتر بطارية متصلاً من جهة AC أو استبدالاً.

وضعك الحالي	الحل	ملاحظات
إنفرتر هجين فيه منفذ بطارية	إضافة بطارية متوافقة على جهة DC (DC-Coupled)	تحقق من نطاق الجهد، وتيار الشحن والتفريغ الأقصى، وبروتوكول اتصال الـBMS
إنفرتر شبكي On-Grid	إنفرتر بطارية يوصل على جهة AC (AC-Coupled) أو استبدال الإنفرتر بهجين	يضيف تحويلات وخسائر، ويحتاج حساس تيار أو عدادًا
بطاريات قديمة تريد توسيعها	غالبًا من النوع والجهد والعمر نفسه فقط	اتبع تعليمات المصنع، فخلط البطاريات القديمة بالجديدة يُضعف الأداء

قبل التنفيذ راجع المصمم والجهة المعنية بالربط لأن إضافة البطارية قد تغيّر خصائص النظام المعتمد. تفصيل التوصيل والحماية في طريقة توصيل النظام الهجين، وحساب حجم البطارية في مقال حساب بطاريات الليثيوم.

القسم الخامس

5 الربط بالشبكة والاقتصاد والتخطيط

تاريخ التحقق: رُجعت النصوص الرسمية المذكورة في هذا القسم يومي 4 و5 نوفمبر 2026. اللوائح قد تتغير، فراجع الشركة السعودية للطاقة والهيئة السعودية لتنظيم الكهرباء قبل أي قرار. المصادر وروابطها في آخر المقال.

20 ماذا يحدث لفائض إنتاج الطاقة الشمسية؟

الجواب المختصر

في النظام المتصل بالشبكة يتدفق الفائض فعليًا إلى الشبكة ويستهلكه أقرب الأحمال، ويُسجَّل في العداد ثنائي الاتجاه ويُحتسب ماليًا. وفي النظام الهجين يشحن الفائض البطارية أولاً ثم يُصدَّر.

يركّب مزود الخدمة عدادًا ثنائي الاتجاه عند نقطة الربط (البند 6.10 من المعيار الفني)، يسجّل ما تسحبه من الشبكة وما تصدّره إليها. وبحسب دليل الربط (البند 6.4) يُقيَّم الفرق ماليًا في نهاية دورة الفوترة، وما يزيد يُرحَّل ويُخصم من الدورة التالية. وبما أن سعر الكيلوواط ساعة المصدَّر أقل من سعر الشراء، فالأوفر أن يغطي النظام حملك المباشر لا أن يُصدّر الكثير (انظر السؤال التالي).

21 هل تعوضني شركة الكهرباء عن فائض الإنتاج؟ وكم سعر الكيلوواط ساعة المُصدّر؟

الجواب المختصر

نعم، بنظام فوترة صافية (Net Billing): يُحتسب المستورد من الشبكة بالتعرفة، والمصدَّر بسعر تعويض خاص، ويُقيَّد الفائض رصيدًا ماليًا يُرحَّل. في الإطار التنظيمي للأنظمة الصغيرة (من 1 كيلوواط إلى 2 ميغاواط) السعر 7 هللات للكيلوواط ساعة للاستهلاك السكني و5 هللات لبقية الفئات.

المصدر: الإطار التنظيمي لمنظومات الطاقة الشمسية الكهروضوئية الصغيرة (ERD-TA-012 الإصدار الثاني، محرم 1442هـ) الصادر عن الهيئة السعودية لتنظيم الكهرباء، الملحق 3 (ص 29). وينص البند 7-3 (ص 27) على أن الفائض يُسجَّل رصيدًا ماليًا يُرحَّل إلى الشهر التالي، وأن الآلية والمقابل قابلان للتعديل من الهيئة (7-5).

فئة المستهلك	سعر تعويض الكيلوواط ساعة المصدَّر	المرجع
سكني	7 هللات	الملحق 3، ص 29
بقية الفئات (تجاري، صناعي، حكومي، زراعي وغيرها)	5 هللات	الملحق 3، ص 29

تعويض سعر ثابت للكيلوواط ساعة المصدَّر، وليس نسبة خصم من التعرفة.

لماذا هذا مهم للحساب؟ لنفترض أنك صدّرت 300 كيلوواط ساعة في الشهر. بسعر 7 هللات يكون رصيدك 21 ريالاً (300 × 0.07). ولو استهلكت هذه الكمية نفسها داخل المنزل بدل تصديرها لوفرت 54 ريالاً بتعرفة 18 هللة الحالية، و63 ريالاً بتعرفة 21 هللة من 1 يناير 2027 (انظر مقال التعرفة). لذلك يجب أن يُصمم النظام على حملك المباشر لا على التصدير.

النافذ والمسودة: طرحت الهيئة تعديلات على إطار الاستهلاك الذاتي في أكتوبر 2026 وانتهى استطلاعها في 3 نوفمبر 2026. لم نجد مصدرًا رسميًا يؤكد اعتمادها أو نشرها في جريدة أم القرى أو سريانها، لذلك اعتمدنا النصوص النافذة فقط. تحقق من الجهة الرسمية قبل التعاقد.

الأنظمة الأكبر: إطار الاستهلاك الذاتي للطاقة المتجددة (جريدة أم القرى، 3 محرم 1445هـ) يغطي الأنظمة من 2 إلى 30 ميغاواط، ولا يحدد في نصه سعرًا للفائض، وتبلغ مدة صلاحية الرصيد فيه 12 شهرًا (البند 8-7).

22 كيف أجهز منزلي للطاقة الشمسية أثناء البناء؟

الجواب المختصر

جهّز المسارات والمساحات والقدرة الكهربائية الآن، فإضافتها لاحقًا أصعب وأغلى: أنابيب من السطح إلى لوحة التوزيع، وغرفة للإنفرتر والبطارية، وسطح خالٍ من الظل، وسعة كافية في لوحة التوزيع.

- **السطح:** مساحة خالية من الظل (خزانات، أحواض، مداخن، أسوار عالية)، وتحمّل إنشائي للأحمال، وعزل مائي سليم، وممرات وصول آمنة.
- **المسارات:** أنابيب (Conduits) مخصصة للتيار المستمر من السطح إلى غرفة الإنفرتر، وأنبوب آخر لكابلات الاتصال والتحكم، بقطر يسمح بسحب إضافي.
- **غرفة المعدات:** جدار في مكان مظلل جيد التهوية بعيد عن الحرارة والرطوبة والمخارج، لتركيب الإنفرتر والبطاريات، مع مسافات خدمة حول الأجهزة وفق تعليمات المصنع.
- **لوحة التوزيع:** مساحة لقواطع إضافية، وسعة تتحمل تيار الإنفرتر، وتأريض وحماية صواعق مخططة منذ التصميم.
- **الشبكة:** تحقق من سعة قاطع العداد، وتصور موقع العداد ثنائي الاتجاه وسهولة وصول الشركة إليه.
- **المستقبل:** أنابيب احتياطية لنظام هجين أو بطاريات أو شاحن سيارة كهربائية حتى لو بدأت بنظام شبكي.

23 ما المساحة التي أحتاجها لتركيب الألواح الشمسية؟

الجواب المختصر

على سقف مائل تقريبًا 4.7 م² لكل كيلوواط ذروة، وعلى سطح مستو بميل 20 درجة نحو 6.2 م² للكيلوواط بحساب المسافة بين الصفوف، ويُنصح بالتخطيط على 7 إلى 9 م² للكيلوواط بعد الممرات والعوائق.

الحساب لألواح 550 واط (2.279 × 1.134 م، مساحة 2.58 م²): على سقف مائل بميل السقف نفسه، تساوي المساحة 2.58 ÷ 0.55 = 4.7 م² لكل كيلوواط. على سطح مستو بميل 20 درجة تُرتَّب الألواح في صفوف تحتاج مسافة تمنع تظليل الصف التالي حين تنخفض الشمس في الشتاء: عند خط عرض الرياض 24.7° تكون زاوية الشمس عند الظهر في 21 ديسمبر نحو 42°، وهذا يعطي مسافة بين الصفوف نحو 0.87 م، وأي لوح يشغل فعليًا 3.4 م² (6.2 م² لكل كيلوواط).

قدرة النظام	عدد الألواح (550 واط)	سقف مائل (م²)	سطح مستو 20° (م²)	تخطيط مع الممرات (م²)
5 كيلوواط (kWp)	9	23	31	35 إلى 45
10 كيلوواط (kWp)	18	47	61	70 إلى 90
25 كيلوواط (kWp)	46	119	157	175 إلى 225

تقدير هندسي بالأبعاد المذكورة. تختلف النتيجة باختلاف أبعاد اللوح وخط العرض وزاوية الميل والعوائق. القيود على الأطراف وأنظمة الإنقاذ المطلوبة تحددها الجهات المختصة ومصمم النظام.



مثال تخطيطي لـ18 لوحًا على سطح مستو، مع مسافات بين الصفوف وعناصر قد تُظلل أو تشغل المساحة.

24 ما شروط ربط نظام الطاقة الشمسية بشبكة الكهرباء في السعودية؟

الجواب المختصر

الربط يمر عبر طلب رسمي للشركة السعودية للطاقة باستخدام مستشار أو مقاول معتمد، وتقييم للقبول، ودراسة جدوى موقعة، واتفاقية ربط، وفحص واختبار قبل تركيب العداد ثنائي الاتجاه وتشغيل النظام. وللأنظمة الصغيرة (من 1 كيلوواط إلى 2 ميغاواط) معيار فني تفصيلي.

المصدر الرئيسي هنا دليل الربط (النسخة 3) والمعيار الفني للأنظمة الصغيرة (النسخة 5) المنشوران على موقع الشركة السعودية للطاقة. ولم يظهر في الملفين تاريخ إصدار، ولذا تحقق من أحدث نسخة قبل البدء. والإطار المرجعي الذي يستند إليه الدليل هو ERD-TA-012 (V02/19).

الخطوة	من ينفذها	البند في دليل الربط
التسجيل في موقع الشركة واختيار مستشار أو مقاول معتمد	المستهلك	7.2.1
طلب بيانات مصدر التغذية وسعة المحول	المستشار أو المقاول	7.2.2
تقديم الطلب المبدئي (الملحق أ)	المستشار أو المقاول	7.2.3
فحص الأهلية والأخطاء الشكلية ثم دفع رسوم الاستفسار المبدئي	الشركة / المستهلك	7.2.4 و7.2.5
تقييم الطلب والموافقة أو الرفض	الشركة (خلال 20 يوم عمل)	7.2.6
دراسة الجدوى الاقتصادية وتوقيع نموذج القبول	المستشار / المستهلك	7.2.7
تقديم التصميم النهائي والمستندات (الملحقان ب وج)	المستشار أو المقاول	7.2.8
إخطار بتكلفة الربط ثم توقيع اتفاقية الربط	الشركة / المستهلك	7.2.9 و7.2.10
اختبار الموقع وطلب الفحص (الملحق د)	المستشار أو المقاول	7.2.11 و7.2.12
فحص الشركة واختبار التشغيل وفحص حماية الواجهة	الشركة	7.2.14 و7.2.15
تركيب العداد وتحديث الفوترة والتشغيل	الشركة	7.2.16

خلاصة من الدليل. أرقام البنود بحسب متن الدليل لا فهرسه. الدليل يذكر أن الاستفسار المقبول يبقى صالحًا 180 يومًا، وأن اتفاقية الربط مدتها 20 سنة.

حدود الأهلية: بحسب الدليل (البند 7.2.4) تتحقق الشركة من أن مجموع قدرة الأنظمة الشمسية المتصلة لا يتجاوز 3% من الحمل الأقصى للسنة السابقة، وألا تتجاوز قدرة النظام 15% من القدرة المقننة للمحول المغذي، مع أولوية الربط للمستهلكين السكنيين. وتُجرى دراسة تقنية لاستيعاب الشبكة فوق 50 كيلوواط (7.2.6).

أهم الاشتراطات الفنية (المعيار الفني v5):

- إنفرترات ثلاثية الطور، ويُسمح بأحادية أو ثنائية الطور حتى 11 كيلوواط على أن توزع بتوازن (الملحق E، البند 6.9.8.5).
- مطابقة معايير SASO/IEC المذكورة في الملحق E، ومنها IEC 62109 للسلامة وIEC 62116 لمنع الجزر.
- حماية الواجهة: جهد أقل وأعلى، تردد أقل وأعلى، وحماية من الزيادة في التيار وتماس الأرضي (البند 6.9.4، الملحق B).
- منع الجزر (Anti-Islanding): التوقف عن تغذية الشبكة خلال ثانيتين من حدوث الجزيرة.
- عداد ثنائي الاتجاه تركّبه الشركة، وعداد منفصل للمنظومة فوق 100 كيلوواط (6.10).
- مفاتيح عزل رئيسية ومفتاح واجهة، ومفتاح احتياطي فوق 20 كيلوواط (6.2 و6.3).
- غلاف خارجي بدرجة حماية IP54 على الأقل (الملحق د).

هذا ملخص لا يغني عن الوثائق ولا عن المستشار المعتمد. المصمم هو من يحدد الاشتراطات المنطبقة على سعتك وموقعك. وللأنظمة الأكبر من 2 ميغاواط إطار آخر (استهلاك ذاتي من 2 إلى 30 ميغاواط) يُراجع بنصه.

قبل أن تطلب عرض سعر

- اجمع فواتير 12 شهرًا، ولاحظ الاستهلاك النهاري وسعة قاطع العداد.
- حدد هدفك: خفض الفاتورة، أو استمرارية عند الانقطاع، أو الاثنان، فهذا يحدد On-Grid أو Hybrid.
- اطلب من كل مورد: قدرة الألواح kWp، وقدرة الإنفرتر kW، ونسبة DC/AC، وتقدير الإنتاج السنوي بالفرضيات، والضمانات المكتوبة.
- تأكد أن المورد أو المستشار معتمد لدى الشركة السعودية للطاقة، وأن العرض يشمل إجراءات الربط.
- لا تحسب الجدوى على أساس التصدير؛ احسبها على الاستهلاك المباشر، وراجع أثر تعرفة 2027.

للتعمق: نسبة DC/AC وحساب السلاسل ومكيف الطاقة الشمسية وأفضل الألواح وأفضل البطاريات.

المصادر

1. **الشركة السعودية للطاقة** · غير مؤرخ
دليل ربط الأنظمة الشمسية الصغيرة بشبكة التوزيع (Connection Guidelines، النسخة 3)
se.com.sa/-/media/sec/Sustainability/Solar-PV/ProceduresandGuides/3...

2. **الشركة السعودية للطاقة** · غير مؤرخ
المعيار الفني لربط أنظمة الطاقة الشمسية الصغيرة بشبكات التوزيع (النسخة 5)
se.com.sa/-/media/sec/Sustainability/Solar-PV/ProceduresandGuides/4...

3. **الشركة السعودية للطاقة**
أنظمة الطاقة المتجددة للاستهلاك الذاتي: آلية طلب الخدمة
se.com.sa/ar-SA/Sustainability/Renewable-Energy-Content/Apply-to-RE...

4. **الهيئة السعودية لتنظيم الكهرباء** · محرم 1442هـ
الإطار التنظيمي لمنظومات الطاقة الشمسية الكهروضوئية الصغيرة (الإصدار الثاني)، الملحق 3
energy.gov.sa/ar/Documents/%D8%A7%D9%84%D8%A7%D8%B7%D8%A7%D8%B1%20%...

5. **جريدة أم القرى** · 3 محرم 1445هـ
الإطار التنظيمي للطاقة المتجددة للاستهلاك الذاتي
uqn.gov.sa/details?p=23310

6. **الشركة السعودية للطاقة** · أكتوبر 2026
تعريفة الخدمة الكهربائية المعدلة (من 1 يناير 2027)
se.com.sa/ar-SA/ourservices/columnc/bills-and-consumption/consumpti...

7. **NREL / OSTI**
Photovoltaic Degradation Rates: An Analytical Review
osti.gov/biblio/1045052

8. **LONGi Solar**
ورقة بيانات LR8-66HVD 640~665M: معامل درجة الحرارة للقدرة Pmax تساوي –0.260%/°م (النسخة المنشورة لدى موزع)
r3solarcell.co.th/wp-content/uploads/2025/09/Longi650W-LR8-66HVD-Sc...

تنبيه: الأرقام الحسابية في الدليل أمثلة بافتراضات معلنة، وليست وعدًا بإنتاج نظام بعينه. ما يخص اللوائح السعودية مرجعه النصوص الرسمية أعلاه، وتاريخ التحقق منها 4 و5 نوفمبر 2026. اللوائح قد تتغير، فراجع الجهات الرسمية قبل أي قرار. النسخة الإلكترونية المحدّثة: solanapv.com/articles/solar-energy-complete-guide

سولانا

هل تخطط لنظام طاقة شمسية؟

نصمم أنظمة الطاقة الشمسية وندرس جدواها، ونعلّم المهندسين والفنيين تصميمها خطوة بخطوة.

للمشاريع

اطلب استشارة أو دراسة

تصميم النظام، دراسة الجدوى، ومراجعة عروض الأسعار قبل الشراء.

solanapv.com/services

للتعلم

النسخة الإلكترونية المحدّثة

اقرأ الدليل أونلاين مع روابط المقالات ذات الصلة.

solanapv.com/articles

يوتيوب
@SolanaPV

واتساب
+966 50 391 6390

البريد
contact@solanapv.com

الموقع
solanapv.com



م. ناصر صبر
خبير تصميم أنظمة الطاقة الشمسية وتخزين الطاقة

شارك هذا الدليل مع من يحتاجه. نسخه ونشره مجانًا مسموح دون تعديل.