



طرح توجیهی سرمایه گذاری در فناوری فتوولتائیک یکپارچه با ساختمان (BIPV)

راهنمای جامع برای انبوه سازان و سرمایه گذاران
صنعت ساختمان در ایران

فهرست مطالب

۱	 خلاصه اجرایی برای سرمایه گذار	۳
۲	 بحران انرژی در ایران و راهکار خورشیدی	۵
۳	 فناوری BIPV: تبدیل ساختمان به نیروگاه برق	۷
۴	 تحلیل فنی: عملکرد و هزینه ها	۱۰
۵	 تحلیل جامع مالی و توجیه اقتصادی	۱۳
۶	 مطالعات موردی: پروژه های موفق جهانی	۱۷
۷	 تحلیل منطقه ای: پتانسیل مناطق مختلف ایران	۳۴
۸	 حمایت های دولتی و مشوق های سرمایه گذاری	۳۵
۹	 مزیت رقابتی و برندسازی	۳۶
۱۰	 پیشنهادات اجرایی و نتیجه گیری	۳۷



۱. خلاصه اجرایی برای سرمایه‌گذار

این گزارش، یک تحلیل جامع فنی و اقتصادی از فرصت سرمایه‌گذاری در فناوری فتوولتائیک یکپارچه با ساختمان (BIPV) در ایران، با تمرکز ویژه بر پروژه‌های انبوه‌سازی در کشور ارائه می‌دهد.

BIPV یک فناوری نوین است که در آن، مصالح نمای ساختمان (مانند شیشه) همزمان نقش تولیدکننده برق خورشیدی را نیز ایفا می‌کنند.

چرا BIPV یک سرمایه‌گذاری استراتژیک است؟



دو کارکرد در یک هزینه: BIPV همزمان هزینه نمای ساختمان و هزینه تأمین برق را پوشش می‌دهد. با پرداخت تنها **۲۰٪** پیش از هزینه یک نمای لوکس معمولی، یک نیروگاه برق **۳۰ ساله** به دست می‌آورید.



مقابله با بحران برق:

ساختمان‌های مجهز به BIPV هیبریدی (همراه با باتری) از تأمین برق پایدار و بدون وقفه برخوردار هستند. حتی در زمان خاموشی ملی، روشن می‌مانند.



بازدهی مالی جذاب:

بازگشت سرمایه برای یک برج ۱۰ طبقه حدود **۸ تا ۱۰ سال**، IRR حدود **۱۳.۵٪** و NPV بیش از **۴۸۵,۰۰۰ دلار** در **۳۰ سال**. سرمایه‌گذاری **۷۵۰,۰۰۰ دلار**، بیش از **۱.۲ میلیون دلار** سود خالص ایجاد می‌کند.



افزایش ارزش ملک:

ساختمان‌های سبز بین **۱۰ تا ۱۵ درصد** ارزش بیشتر دارند و **۳ تا ۵ درصد** سریع‌تر به فروش می‌رسند.

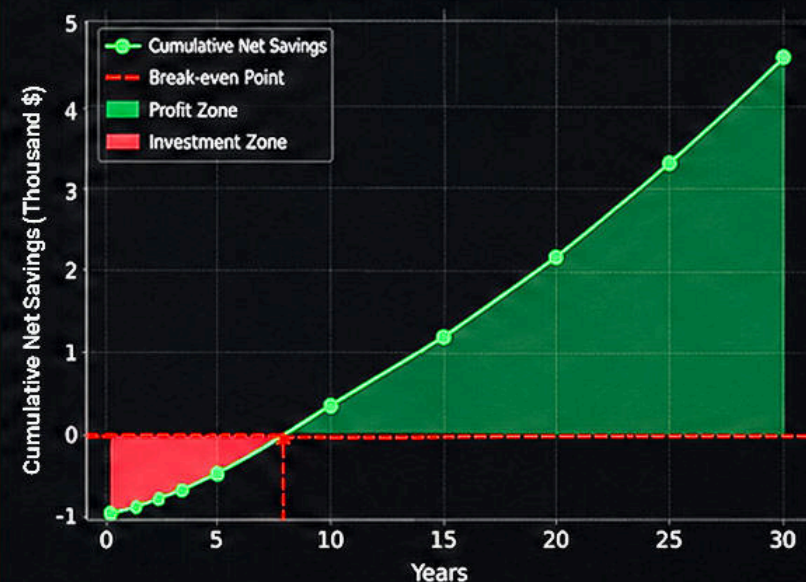


حمایت‌های دولتی:

وام‌های کم‌بهره (تا **۱۰٪**)، معافیت مالیاتی **۵ ساله** و تخفیف تا **۱۵٪** در عوارض ساخت که هزینه اولیه را تا **۳۰٪** کاهش می‌دهد.



نمودار ۱: تحلیل جریان نقدی ۳۰ ساله برای یک ساختمان ۱۰ طبقه مجهز به BIPV در حالت هیبریدی. نقطه بازگشت سرمایه در سال **۸-۹** قرار دارد و پس از آن، پروژه وارد فاز سودآوری می‌شود.



۲. بحران انرژی در ایران و راهکار خورشیدی

صنعت ساختمان ایران با یک چالش بزرگ روبه روست:

کمبود و ناپایداری شبکه برق.
رشد سریع تقاضا، فرسودگی نیروگاهها و محدودیت منابع، منجر به خاموشیهای مکرر شده است.
بر اساس گزارشهای وزارت نیرو، کشور در پیک مصرف با کمبود ۱۰ هزار مگاوات برق مواجه است.

پتانسیل عظیم خورشیدی ایران

ایران با داشتن بیش از **۲۵۰** روز آفتابی در سال و میانگین تابش سالانه بین **۱۶۰۰** تا **۲۲۰۰** کیلووات ساعت بر متر مربع، در ردیف **۱۰** کشور برتر جهان از نظر پتانسیل انرژی خورشیدی قرار دارد.



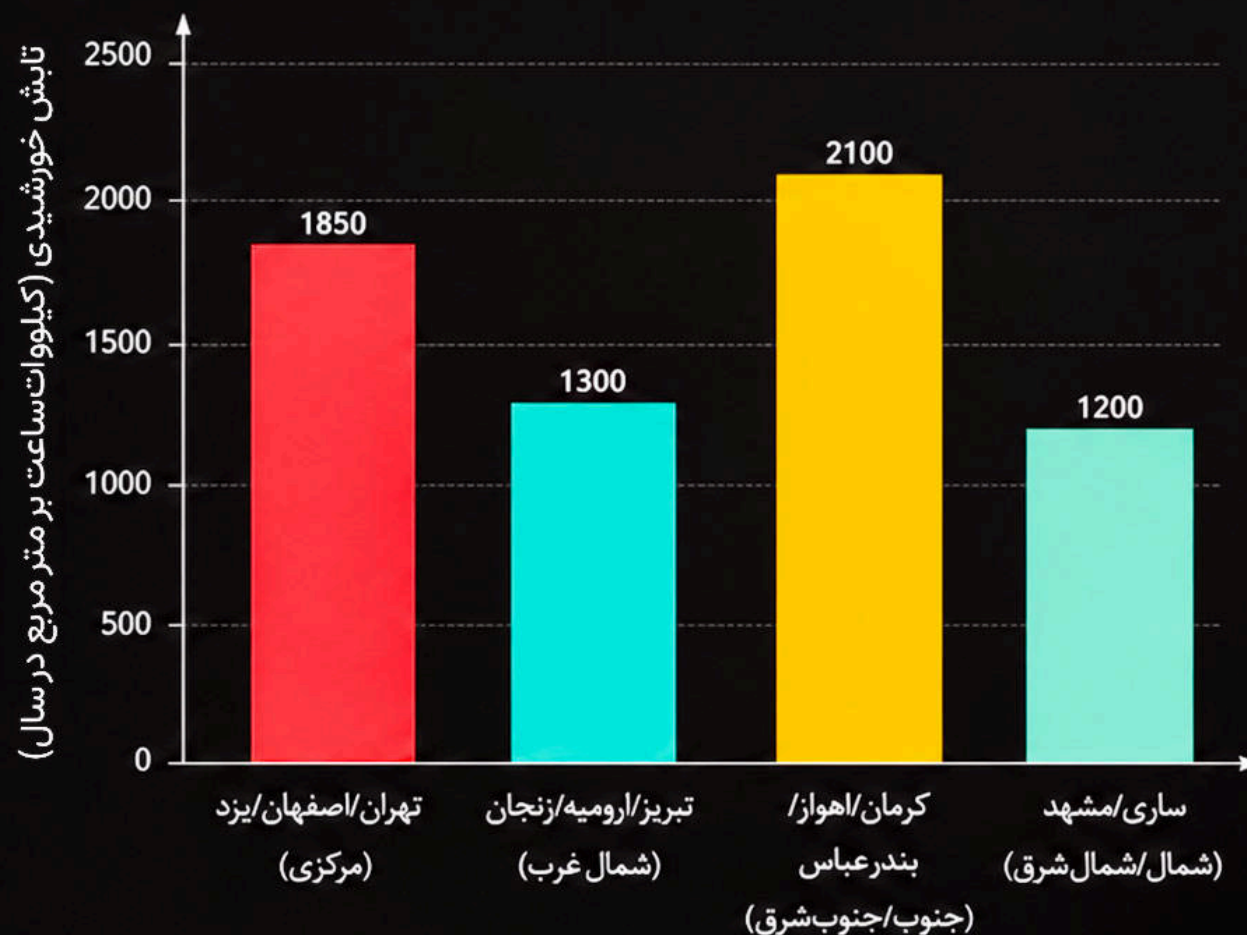
با این حال، سهم انرژی خورشیدی از تولید برق کشور هنوز کمتر از **۱٪** است.



این وضعیت نشان دهنده فرصت بزرگی برای سرمایه گذاری در توسعه فناوری های خورشیدی، به ویژه BIPV در ایران است.

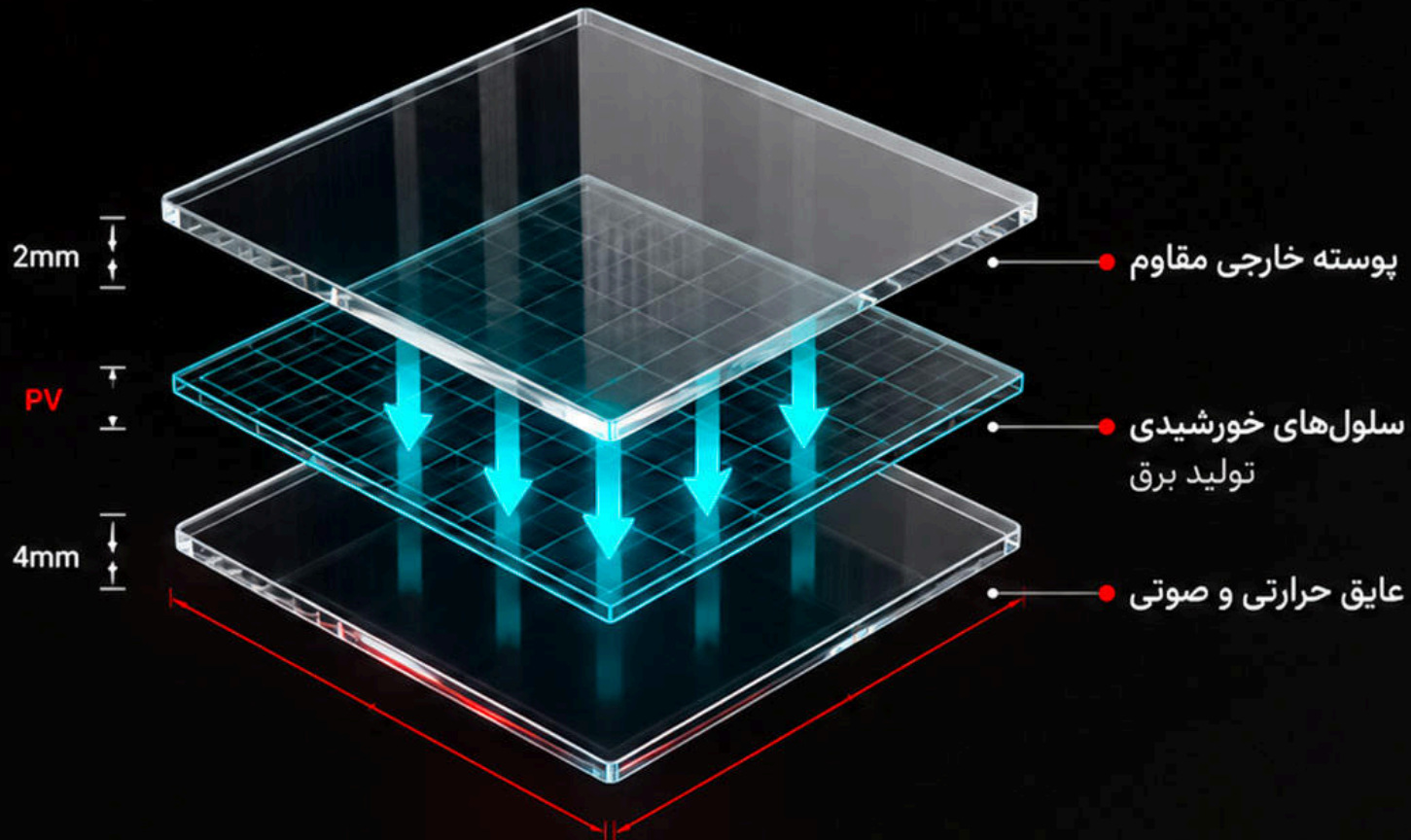


مقایسه پتانسیل تابش خورشیدی سالانه در مناطق مختلف ایران



BIPV چیست؟

انرژی خورشیدی یکپارچه در ساختمان



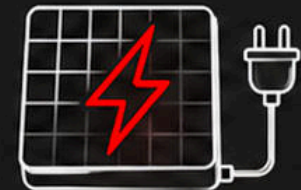
-  جایگزینی مصالح ساختمانی سنتی (شیشه، نما، سقف) با پنل‌های تولید کننده انرژی.
-  عملکرد دوگانه: پوسته ساختمان + نیروگاه خورشیدی.
-  صرفه‌جویی همزمان در هزینه مصالح و برق



مصالح ساختمانی
(Protection / Insulation)
محافظت / عایق

Building Skin + Solar Power =

BIPV
تولید انرژی
(Power Generator)



اجزای اصلی یک سیستم BIPV



مقایسه BIPV با پنل‌های معمولی (BAPV)

ویژگی	BAPV (پنل‌های روی بام)	BIPV (یکپارچه با نما)
 نحوه نصب	جداگانه روی سقف	بخشی از نما یا سازه
 زیبایی‌شناسی	سازه اضافی، ناهماهنگ	کاملاً یکپارچه، مدرن و زیبا
 وزن سازه	سنگین‌تر (فریم فلزی)	کمتر (بدون زیرسازی مجزا)
 هزینه ساخت کلی	هزینه جداگانه	صرفه‌جویی با حذف مصالح نما
 استفاده از فضا	محدود به پشت‌بام	نمای عمودی (ایده‌آل برای برج‌ها)
 عملکرد دمایی	افت بازده در گرما	پایدار در دمای بالا (CdTe)
 عمر مفید	۲۵ تا ۳۰ سال	بیش از ۳۰ سال
 ارزش ملک	افزایش کمتر	افزایش قابل توجه



تولید برق
از طریق نما یا سقف



جایگزین مصالح
ساختمانی



کاهش وزن
ساختمان



صرفه‌جویی در هزینه
ساخت کلی



زیبایی و یکپارچگی
با معماری



عملکرد دوگانه:
تولید انرژی+ مصالح

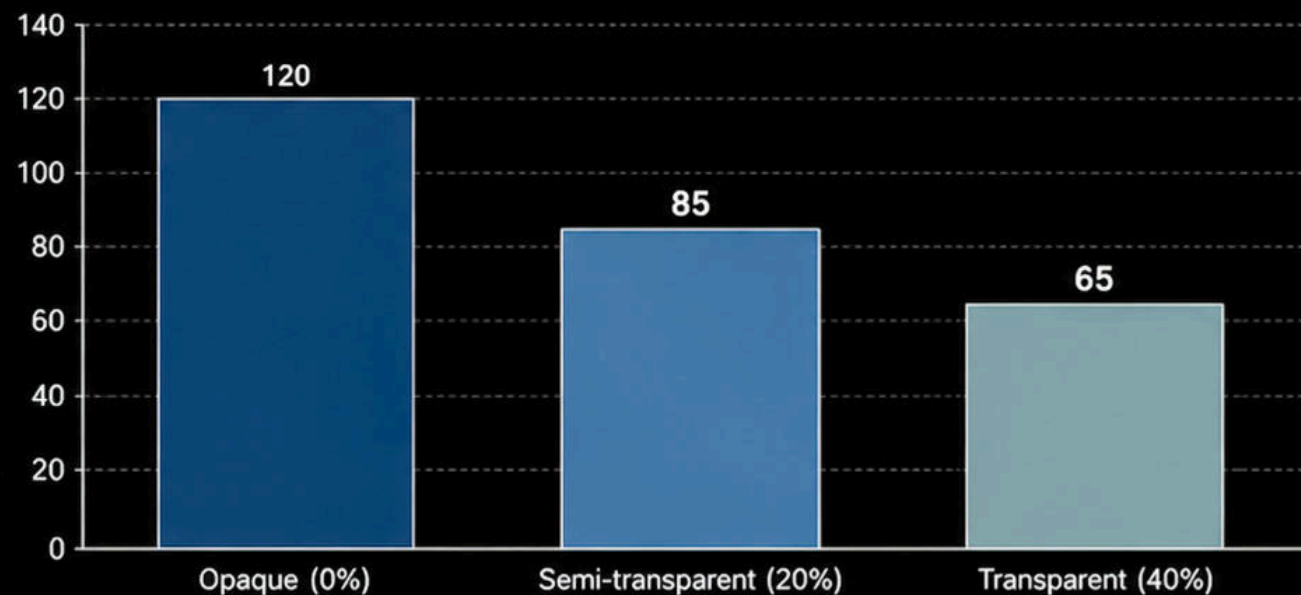
۴. تحلیل فنی: عملکرد و هزینه‌ها

در این تحلیل، از فناوری CdTe (کادمیوم تلوراید) استفاده شده که به دلیل عملکرد بهتر در دمای بالا و نور پراکنده، برای اقلیم ایران بسیار مناسب است.

بازده تولید انرژی بر اساس شفافیت



بازده سالانه انرژی (کیلووات ساعت / مترمربع / سال)

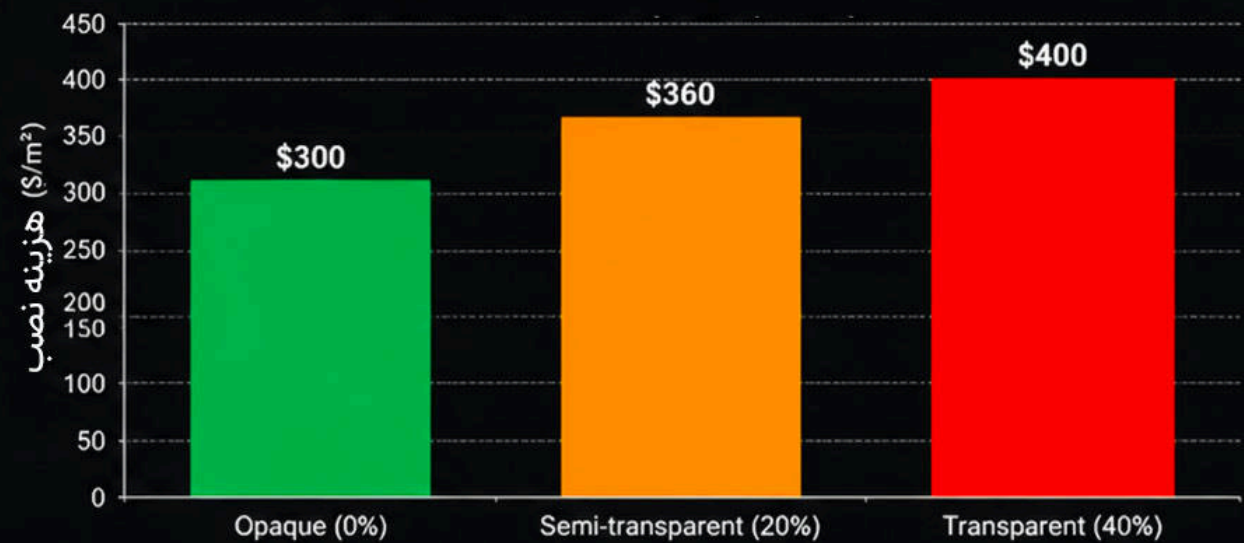


بازده تولید انرژی سالانه ماژول‌های BIPV از نوع CdTe در ایران





هزینه‌های نصب سیستم BIPV بر اساس میزان شفافیت



با افزایش میزان شفافیت ماژول‌های BIPV، هزینه نصب نیز افزایش می‌یابد.



نصب سریع
و ماژولار



یکپارچگی با
نما و سازه



ایمن و
بادوام



زیبا، پایدار و
انرژی‌زا



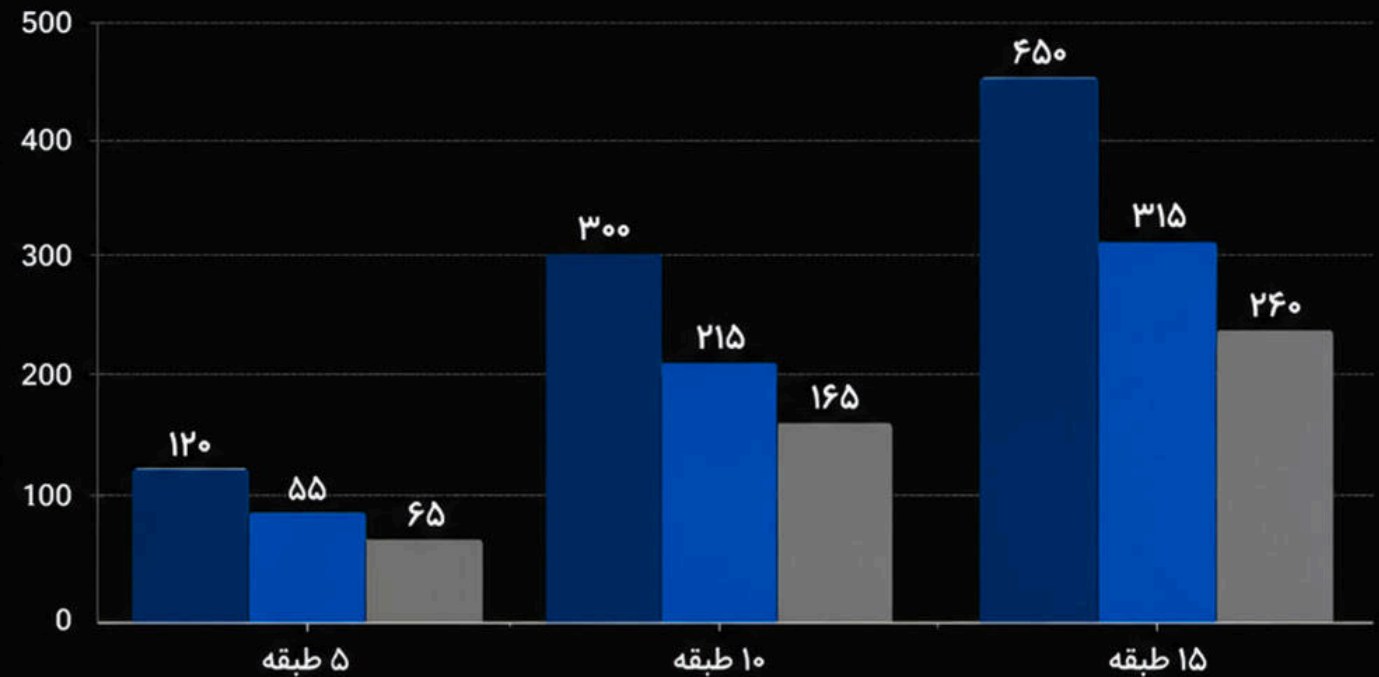
مقایسه تولید انرژی سالانه بر اساس ارتفاع ساختمان

هرچه ساختمان بلندتر باشد، سطح نمای فعال بیشتر و در نتیجه تولید انرژی سالانه بالاتر خواهد بود.

تولید انرژی سالانه بر اساس ارتفاع ساختمان

(مگاوات ساعت در سال)

نصب شفاف (۴۰%) نصب نیمه شفاف (۲۰%) نصب مات (۰%)



تولید انرژی
در تمام ارتفاعات



کارایی بیشتر
در ساختمان‌های بلند



کاهش هزینه‌ها
افزایش بازگشت سرمایه



انرژی پاک
برای آینده پایدار

۵. تحلیل جامع مالی و توجیه اقتصادی

شاخص‌های مالی کلیدی

شاخص	توضیح	تفسیر ساده
ROI	نسبت سود سالانه به هزینه کل	سرمایه در چند سال باز می‌گردد 
NPV	ارزش خالص فعلی جریان نقدی	اگر مثبت باشد، پروژه سودآور است 
IRR	نرخ بازده واقعی سرمایه	هرچه بالاتر، سرمایه‌گذاری به صرفه‌تر 



تحلیل شاخص‌های مالی نشان می‌دهد سرمایه‌گذاری در سیستم‌های **BIPV** دارای بازده مناسب و از نظر اقتصادی **توجیه‌پذیر** است.

۵. تحلیل جامع فنی-اقتصادی

جدول زیر برخی سناریوهای بهینه از پیاده‌سازی سیستم‌های BIPV در ساختمان‌های با ارتفاع مختلف را نشان می‌دهد.

نوع ساختمان	نوع BIPV	مساحت (m ²)	هزینه کل (\$)	تولید سالانه (kWh)	بازگشت سرمایه (هیبرید)	بازگشت سرمایه (شبکه)
۵ طبقه	اپک (0%)	1,000	300,000	120,000	۱۰~ سال	۳۵~ سال
	نیمه شفاف (20%)	1,000	360,000	85,000	۱۲~ سال	۴۲~ سال
	شفاف (40%)	1,000	400,000	65,000	۱۴~ سال	۴۸~ سال
۱۰ طبقه	اپک (0%)	2,500	750,000	300,000	۱۰~ سال	۳۵~ سال
	نیمه شفاف (20%)	2,500	900,000	212,500	۱۲~ سال	۴۰~ سال
	شفاف (40%)	2,500	1,000,000	162,500	۱۴~ سال	۴۶~ سال
۱۵ طبقه	اپک (0%)	3,700	1,110,000	444,000	۱۰~ سال	۳۶~ سال
	نیمه شفاف (20%)	3,700	1,332,000	314,500	۱۲~ سال	۴۱~ سال
	شفاف (40%)	3,700	1,480,000	240,500	۱۳~ سال	۴۴~ سال



افزایش درآمد
تولید بیشتر انرژی
به معنای درآمد بالاتر



سرمایه‌گذاری مطمئن
BIPV یک سرمایه‌گذاری پایدار
با بازده اقتصادی قوی



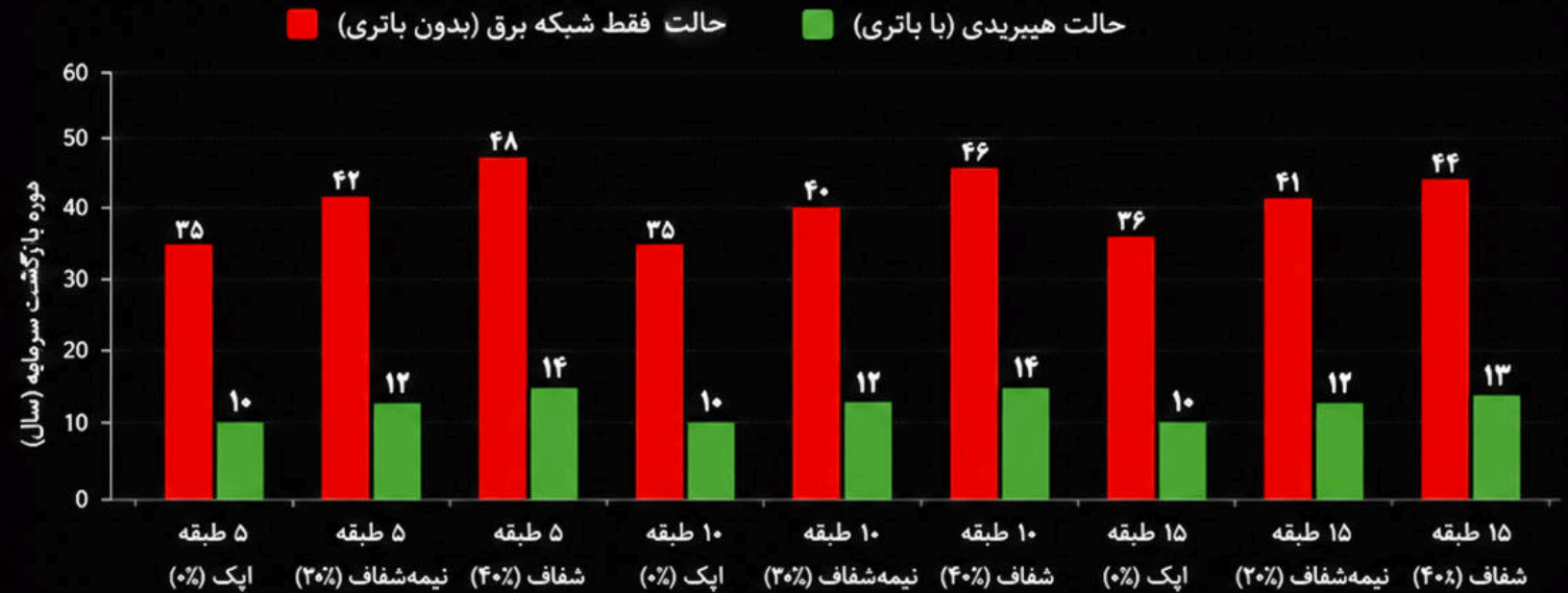
کاهش هزینه بلندمدت
کاهش هزینه‌های انرژی
در طول عمر ساختمان



راهکار پایدار
توسعه سبز و کاهش
ردپای کربنی ساختمان

مقایسه دوره بازگشت سرمایه

مقایسه دوره بازگشت سرمایه در سناریوهای مختلف (سال)



استفاده از سیستم هیبریدی (با باتری) به طور قابل توجهی دوره بازگشت سرمایه را **کاهش** می دهد.
بیشترین صرفه جویی مربوط به حالت اپک (۰% شفافیت) در تمامی ارتفاعات است.



کاهش زمان بازگشت سرمایه
از حدود ۳۵ تا ۴۸ سال
به ۱۰ تا ۱۴ سال



اثر مثبت ذخیره سازی انرژی
باتری باعث افزایش بهره وری
و کاهش وابستگی به شبکه می شود.



بهینه سازی بر اساس طراحی
انتخاب نوع **BIPV** و ارتفاع ساختمان
نقش کلیدی در بازده سرمایه دارد.

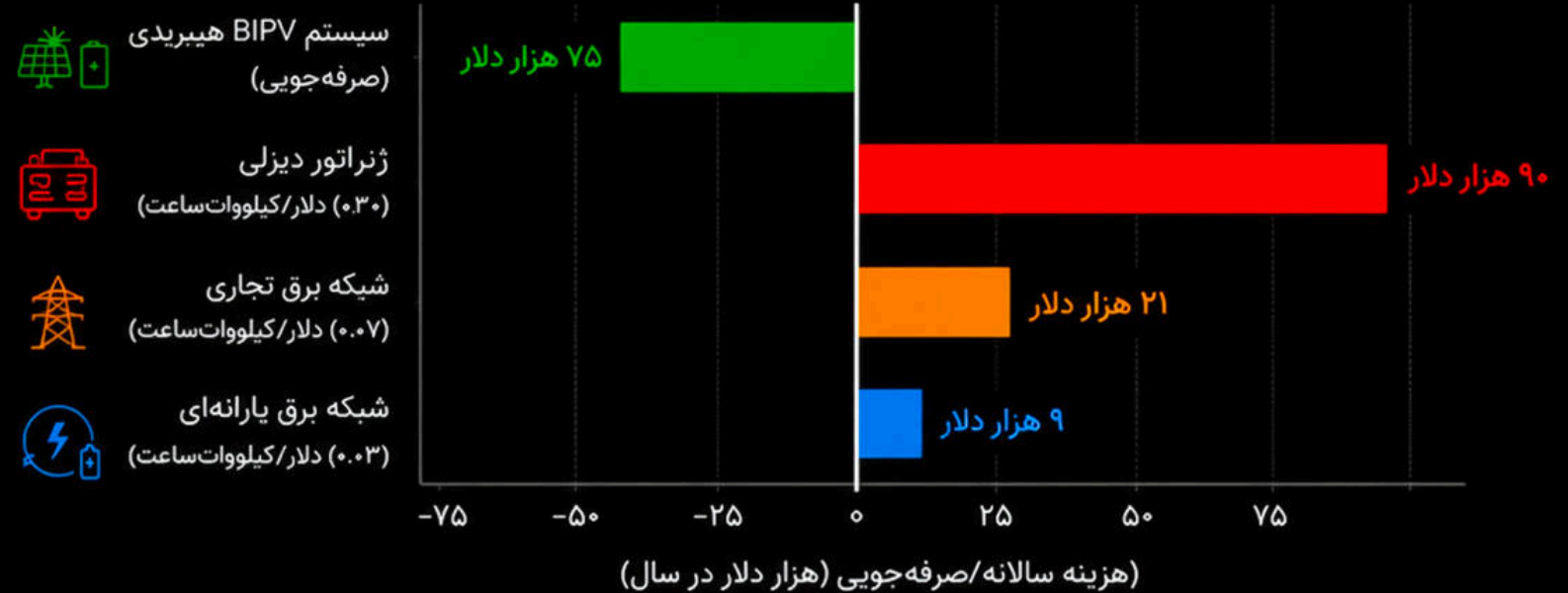


شفافیت کمتر، بازده بیشتر
هرچه شفافیت پنل ها کمتر، باشد،
دوره بازگشت سرمایه کوتاه تر است.

مقایسه هزینه تأمین انرژی

مقایسه هزینه / صرفه جویی سالانه برای تأمین ۳۰۰,۰۰۰ کیلووات ساعت برق

مقایسه هزینه سالانه انرژی برای مصرف ۳۰۰,۰۰۰ کیلووات ساعت



استفاده از سیستم BIPV هیبریدی، سالانه ۷۵ هزار دلار صرفه جویی در هزینه انرژی نسبت به تأمین برق از شبکه تجاری ایجاد می‌کند.



بیشترین صرفه جویی هزینه
سیستم BIPV هیبریدی



بالاترین هزینه تأمین انرژی
ژنراتور دیزلی



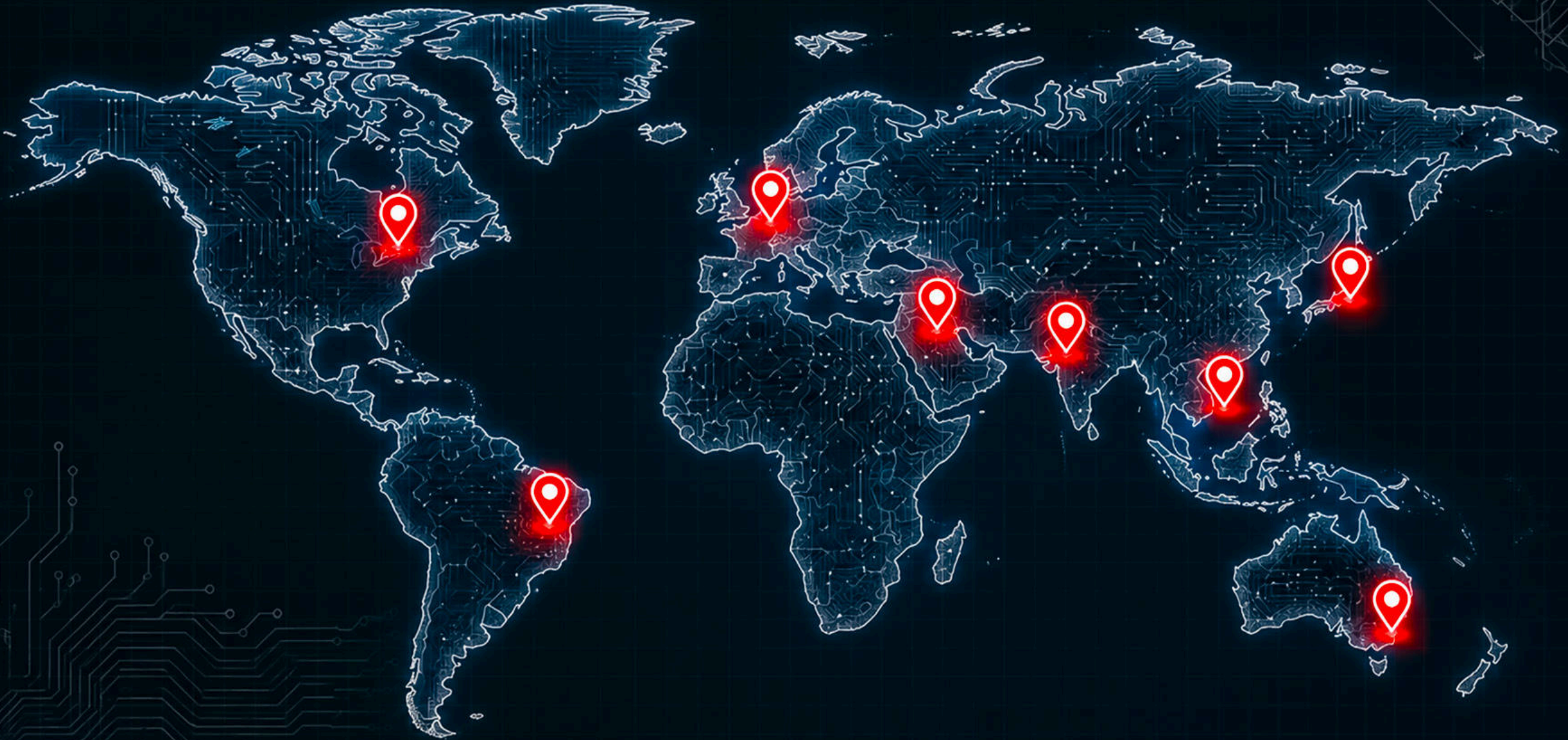
کاهش هزینه انرژی تا
۸۳۳ نسبت به دیزلی



راهکاری پایدار، اقتصادی
و دوستدار محیط زیست

پروژه‌های جهانی پیشرو

داستان‌های موفقیت فناوری BIPV در سراسر جهان



۶. مطالعات موردی: پروژه‌های موفق جهانی



برای اطمینان از **قابلیت اجرا و عملکرد واقعی BIPV**، پنج پروژه بزرگ بین‌المللی که از فناوری **CdTe** استفاده کرده‌اند، بررسی می‌شوند.



در اینجا، ما از تئوری فراتر رفته و به بررسی **پروژه‌های واقعی و اجراشده** در مقیاس بزرگ می‌پردازیم. این مطالعات موردی به **سرمایه‌گذاران** و انبوه‌سازان ایرانی نشان می‌دهد که فناوری BIPV نه تنها یک مفهوم آکادمیک نیست، بلکه یک راه‌حل تجاری اثبات‌شده، سودآور و قابل اعتماد در شرایط آب‌وهوایی متنوع است.



در این نسخه به‌روز شده، ما **پنج پروژه برجسته** را تحلیل می‌کنیم که سه مورد از آن‌ها نمونه‌های بسیار جدیدی از **ساختمان‌های بلندمرتبه** در چین هستند.



پروژه Fraunhofer ISE (فرایبورگ، آلمان)

پیشگام اروپایی در بهره‌وری انرژی



این پروژه که توسط یکی از معتبرترین مؤسسات تحقیقاتی انرژی خورشیدی در جهان ساخته شده، یک نمونه کلاسیک از طراحی پایدار و یکپارچه‌سازی BIPV در ساختمان‌های اداری است. هدف اصلی، نمایش امکان‌پذیری فنی و اقتصادی BIPV در اقلیم معتدل اروپا بود.



تصویر از نمای ساختمان اداری Fraunhofer ISE با پنل‌های BIPV رنگی

توضیحات	مقدار	شاخص
مؤسسه تحقیقاتی	Fraunhofer Institute for Solar Energy Systems	کارفرما
	2015	سال اجرا
30% شفافیت	c-Si (سیلیکون کریستالی) رنگی	نوع BIPV
نمای جنوبی	1,800 متر مربع	مساحت
	160 کیلووات-پیک (kWp)	ظرفیت
تأمین 40٪ برق ساختمان	150,000 کیلووات-ساعت (150 MWh)	تولید سالانه
با احتساب تعرفه‌های تشویقی	9 سال	بازگشت سرمایه



تحلیل فنی: استفاده از پنل‌های رنگی نشان‌دهنده **انعطاف‌پذیری** بالای طراحی BIPV است. با وجود کاهش اندک راندمان به دلیل رنگ، این پروژه ثابت کرد که **زیبایی و تولید انرژی** می‌توانند هم‌زمان وجود داشته باشند.

پروژه Expo 2020 Dubai (دبی، امارات)

نمایش قدرت BIPV در اقلیم بیابانی



غرفه پایداری (Terra) در اکسپو ۲۰۲۰ دبی، یک شاهکار معماری و مهندسی است که به هدف رسیدن به ساختمان انرژی-صفر (Net-Zero Energy) طراحی شد. این پروژه اهمیت BIPV در اقلیم‌های بسیار گرم و پرتابش مانند خاورمیانه (و ایران) را به نمایش می‌گذارد.



سایبان عظیم غرفه Terra با بیش از ۴,۹۰۰ پنل خورشیدی.

Expo 2020 Dubai (دبی، امارات)

نمایش قدرت BIPV در اقلیم بیابانی

شاخص	مقدار	توضیحات
کارفرما	Expo 2020 Dubai	رویداد جهانی
سال اجرا	2020	-
نوع BIPV	Mono-PERC (مونوکریستال)	15% شفافیت در بخش‌هایی
مساحت	28,000 متر مربع	شامل سابیای اصلی و "درختان انرژی"
ظرفیت	4.6 مگاوات-پیک (MWp)	-
تولید سالانه	4,200,000 کیلووات-ساعت (4.2 GWh)	تولید برق بیش از مصرف
بازگشت سرمایه	8 سال	بسیار جذاب برای منطقه



بخش دوم: نسل‌های BIPV در چین (پروژه‌های جدید)



در سال‌های اخیر، نسل‌های جدیدی از **BIPV** با بهره‌گیری از مواد نوین، فناوری‌های پیشرفته و بهبود در ساختارهای، بلندمرتبه پدیدار شده است. سه پروژه زیر نمونه‌های برجسته‌های از این روند هستند.



پروژه Shenzhen Ice World (شنژن، چین) - بزرگترین پروژه BIPV جهان: غول انرژی در قلب یک کلان‌شهر



این پروژه یک نمونه برجسته از کاربرد BIPV در مقیاس بسیار بزرگ است.



کارفرما با یک چالش بزرگ روبرو بود:
تأمین انرژی پایدار برای یک پیست اسکی سرپوشیده
که مصرف برق بسیار بالایی دارد.



نمای ساختمان با مساحتی معادل ۵ زمین فوتبال،
به طور کامل با پنل‌های BIPV پوشانده شده است.

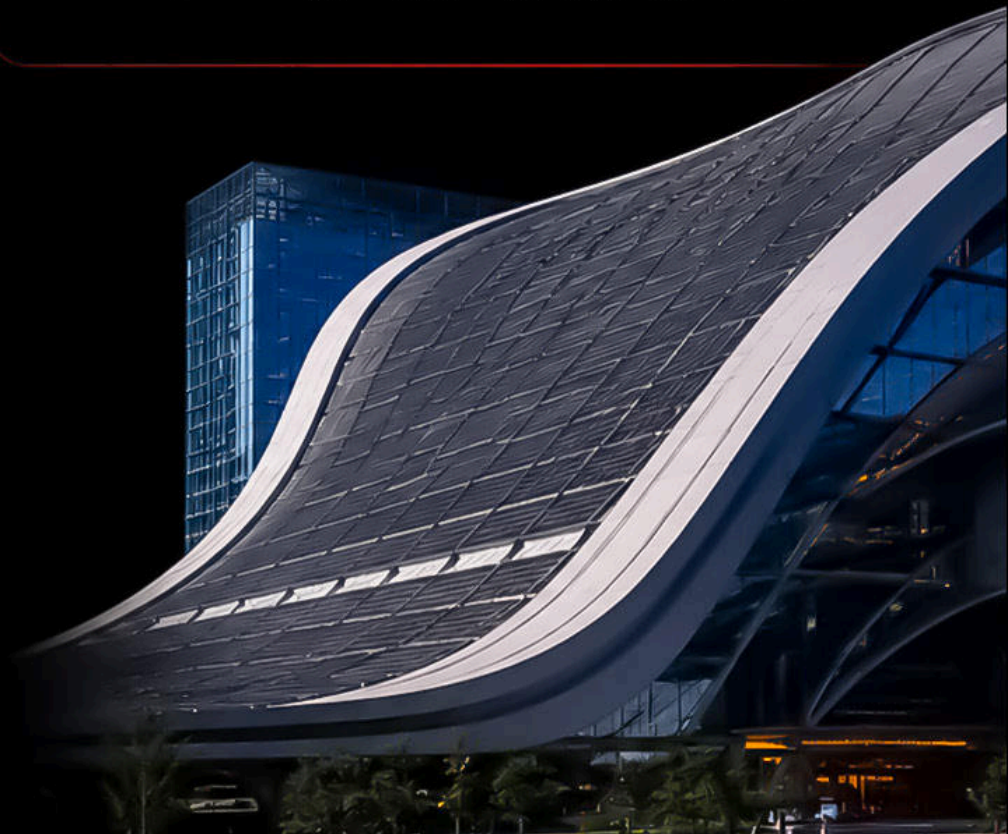


نمای هوایی پروژه عظیم Shenzhen Ice World.

• مشخصات پروژه Shenzhen Ice World

توضیحات	مقدار	شاخص
ساختمان عظیم و کم ارتفاع	106 متر	ارتفاع 
بزرگترین در جهان	35,016 متر مربع	مساحت BIPV 
کاملاً مات برای حداکثر تولید	CdTe (کادمیم تلوراید) - 0% شفافیت	نوع BIPV 
-	7.3 مگاوات-پیک (MWp)	ظرفیت 
تأمین بخش بزرگی از برق مجموعه	6,330,000 کیلووات-ساعت (6.33 GWh)	تولید سالانه 
-	8.7 سال	بازگشت سرمایه 

درس کلیدی برای سرمایه‌گذاران: این پروژه نشان می‌دهد که BIPV می‌تواند راه‌حلی اقتصادی برای تأمین انرژی پروژه‌های بسیار بزرگ و پرمصرف (Mega-Projects) باشد و مقیاس‌پذیری این فناوری تقریباً نامحدود است.



پروژه Qingdao Commercial Office (چینگدائو، چین)

تعادل میان زیبایی، نور طبیعی و تولید انرژی



این برج اداری بلندمرتبه، نمونه‌ای عالی از کاربرد **BIPV** نیمه‌شفاف است. در اینجا هدف، تنها تولید انرژی نیست، بلکه ایجاد یک نمای شیشه‌ای مدرن است که همزمان با تأمین برق، نور طبیعی را برای فضای داخلی فراهم می‌کند.



نوع پروژه
برج اداری
بلندمرتبه



نمای مورد استفاده
پنل‌های BIPV
نیمه‌شفاف



مزیت کلیدی
ورود نور طبیعی
به فضای داخلی



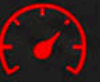
کاربرد اصلی
تولید انرژی
پاک



هدف طراحی
تعادل میان زیبایی،
عملکرد و پایداری

• مشخصات پروژه



توضیحات	مقدار	شاخص
برج بلندمرتبه	117 متر	ارتفاع 
	8,000 متر مربع	مساحت BIPV 
ایجاد تعادل بین نور و انرژی	20% CdTe شفافیت	نوع BIPV 
	630 کیلووات-پیک (kWp)	ظرفیت 
	550,000 کیلووات-ساعت (550 MWh)	تولید سالانه 
	9 سال	بازگشت سرمایه 



” درس کلیدی برای سرمایه‌گذار BIPV: می‌تواند جایگزین نماهای شیشه‌ای گران‌قیمت شود و علاوه بر زیبایی، درآمدزایی نیز داشته باشد. شفافیت ۲۰٪ یک نقطه بهینه برای ساختمان‌های اداری است.

Shenzhen New Energy Building (شنژن، چین)

نمای شفاف: آینده نماهای شیشه‌ای



این برج اداری با نمای **BIPV** با شفافیت بالا (۴۰٪)،
مرزهای فناوری را جابجا کرده است.

این پروژه نشان می‌دهد که چگونه می‌توان یک نمای تقریباً
تمام‌شیشه‌ای داشت که همزمان **برق تولید** می‌کند.
این راه‌حل برای هتل‌ها، ساختمان‌های مسکونی لوکس
و دفاتر مدیریتی ایده‌آل است.



نمای
برج بلندمرتبه



ایجاد تعادل
بین نور و انرژی



تولید همزمان
برق



کاربرد ایده‌آل
هتل‌ها، ساختمان‌های
مسکونی لوکس و دفاتر
مدیریتی

درس کلیدی برای سرمایه‌گذاران:

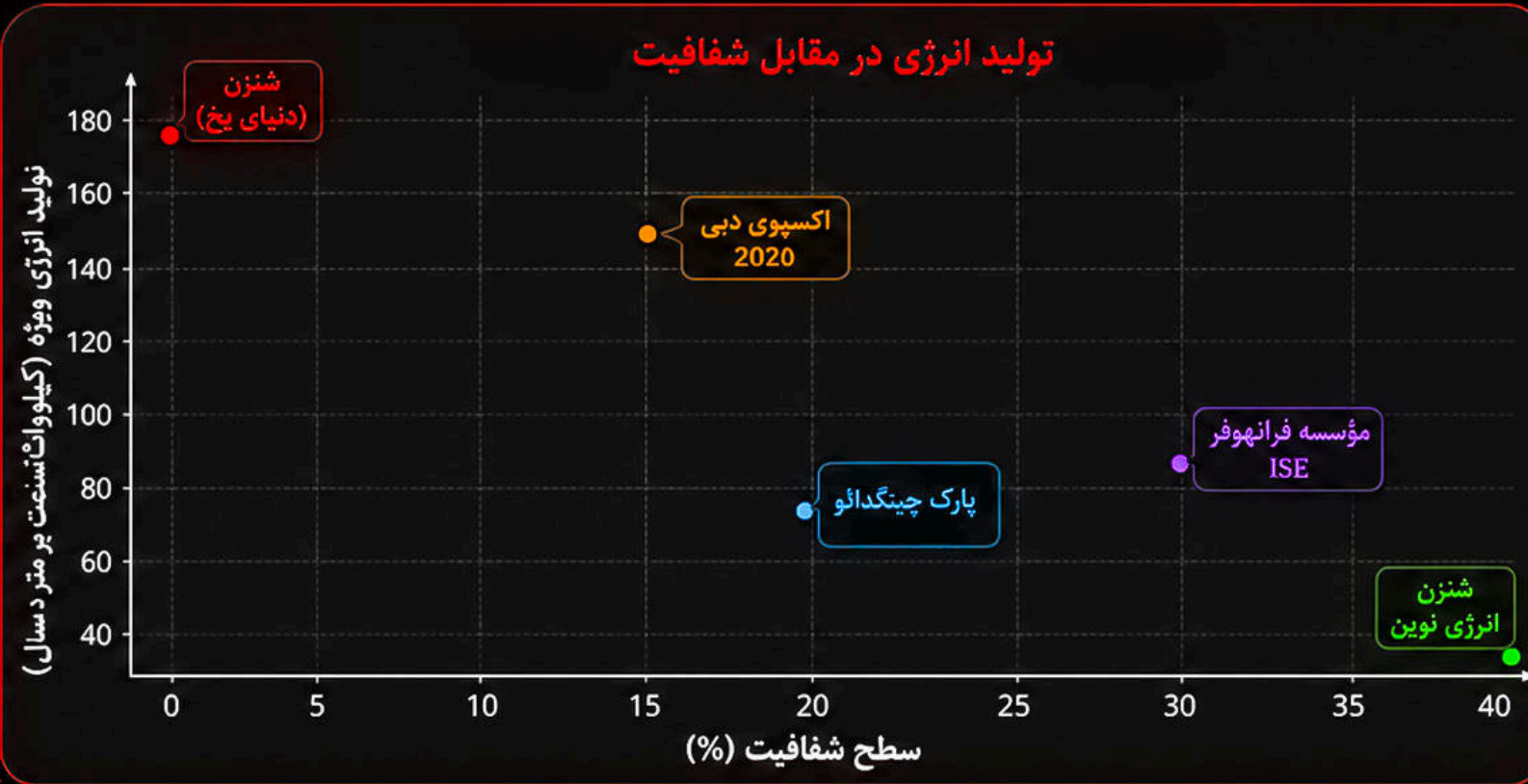
حتی با شفافیت بالا، BIPV همچنان یک سرمایه‌گذاری اقتصادی- فناوری به‌صرفه‌سازی انرژی منجر شده و با بهبود طراحی، نه‌تنها سبب ساختمان‌های زیباتر و مصرف کمتر انرژی شده، بلکه ارزش بلندمدت اقتصادی ایجاد می‌کند.



شاخص	مقدار	توضیحات
ارتفاع 	128 متر	بلندترین در این لیست
مساحت BIPV 	6,100 متر مربع	
نوع BIPV 	CdTe - ddTe - 40%	حداکثر نور طبیعی
ظرفیت 	265 کیلووات-پیک (kWp)	
تولید سالانه 	230,000 کیلووات-ساعت (230 MWh)	
بازگشت سرمایه 	10.2 سال	کمی طولانی‌تر به دلیل شفافیت بالا

بخش سوم: تحلیل مقایسه‌ای و نمودارهای به‌روز شده

برای جمع‌بندی و ارائه یک دید کلی به سرمایه‌گذاران، داده‌های کلیدی این پروژه‌ها را در نمودارهای زیر مقایسه می‌کنیم.



این نمودار به وضوح نشان می‌دهد که با افزایش شفافیت پنل‌ها، تولید انرژی ویژه (به ازای هر متر مربع) کاهش می‌یابد.

پروژه Shenzhen Ice World با شفافیت صفر، بالاترین تولید ویژه را دارد، در حالی که پروژه Shenzhen New Energy با شفافیت ۴۰٪، کمترین تولید را به خود اختصاص داده است. این یک بده-بستان (Trade-off) کلیدی در طراحی BIPV است.



حداکثر تولید انرژی
شنزن (دنیای یخ)

شفافیت: ۲۰٪



تولید بالای انرژی
اکسپوی دبی ۲۰۲۰

شفافیت: ۱۵٪



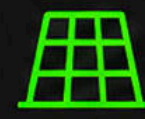
تعادل مناسب
پارک چینگدائو

شفافیت: ۲۰٪



تولید متوسط
مؤسسه فرانهور ISE

شفافیت: ۳۰٪



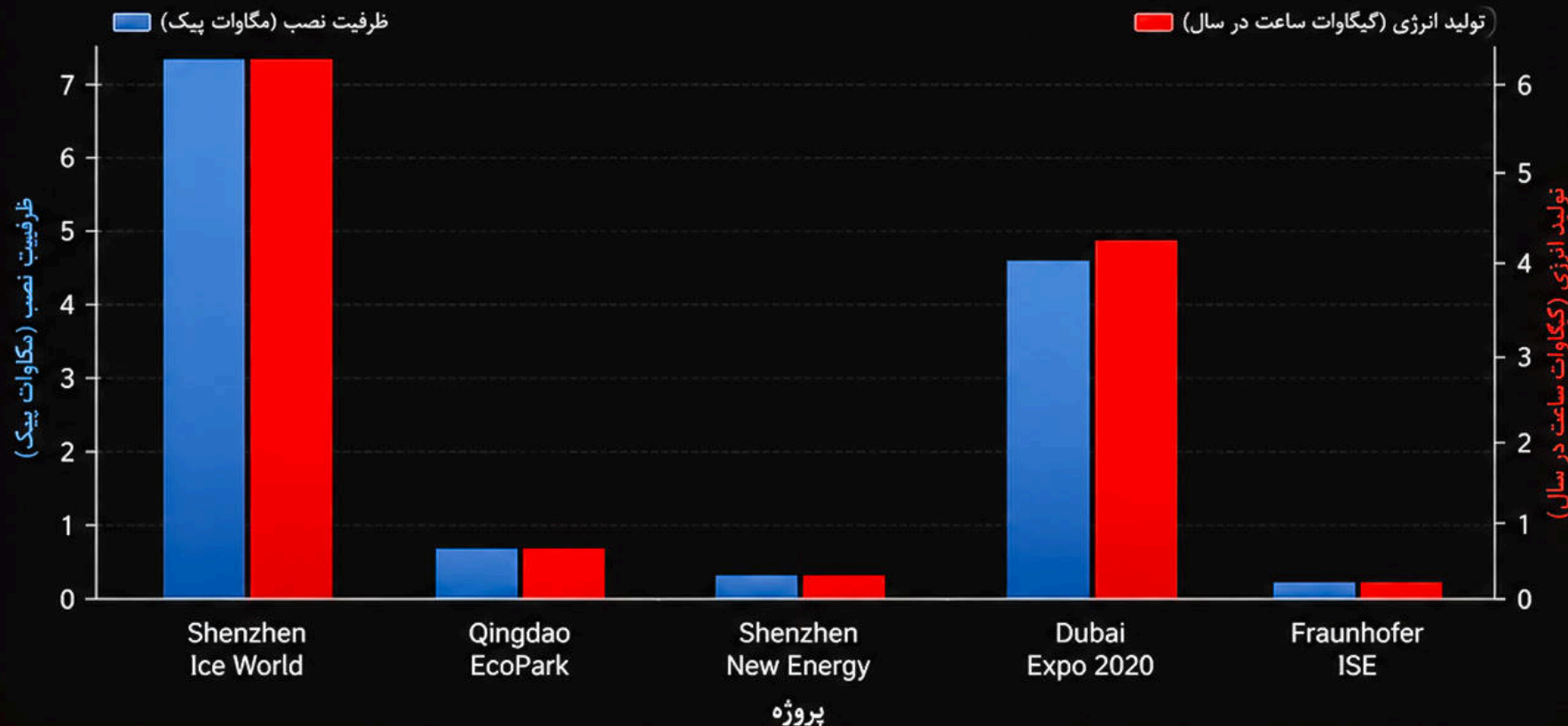
حداقل تولید انرژی
شنزن انرژی نوین

شفافیت: ۴۰٪

مقایسه ظرفیت نصب و تولید انرژی

این نمودار مقیاس پروژه‌ها را نشان می‌دهد. پروژه Shenzhen Ice World از نظر ظرفیت نصب و تولید سالانه، با فاصله زیاد از بقیه بزرگتر است. این نمودار به سرمایه‌گذار کمک می‌کند تا پتانسیل تولید انرژی را در مقیاس‌های مختلف درک کند.

مقایسه ظرفیت نصب و تولید انرژی



نکات کلیدی



برتری چشمگیر Shenzhen Ice World
در ظرفیت نصب و تولید انرژی سالانه



پتانسیل بالا برای بازده سرمایه‌گذاری
و سودآوری بلندمدت



تولید انرژی سالانه در مقیاسی بزرگ‌تر
نسبت به سایر پروژه‌ها



انتخابی مطمئن برای سرمایه‌گذاران
در حوزه انرژی پاک

تحلیل هزینه-فایده (هزینه به ازای هر کیلووات-پیک)

این نمودار یکی از مهم‌ترین شاخص‌ها برای سرمایه‌گذار است. این نمودار نشان می‌دهد که هزینه نصب به ازای هر واحد ظرفیت (دلار بر کیلووات-پیک) در پروژه‌های مختلف چگونه بوده است. پروژه‌های بزرگتر مانند Shenzhen Ice World و Dubai Expo به دلیل به دلیل به مقیاس، هزینه واحد کمتری دارند که نشان‌دهنده صرفه‌جویی در مقیاس (Economies of Scale) است.

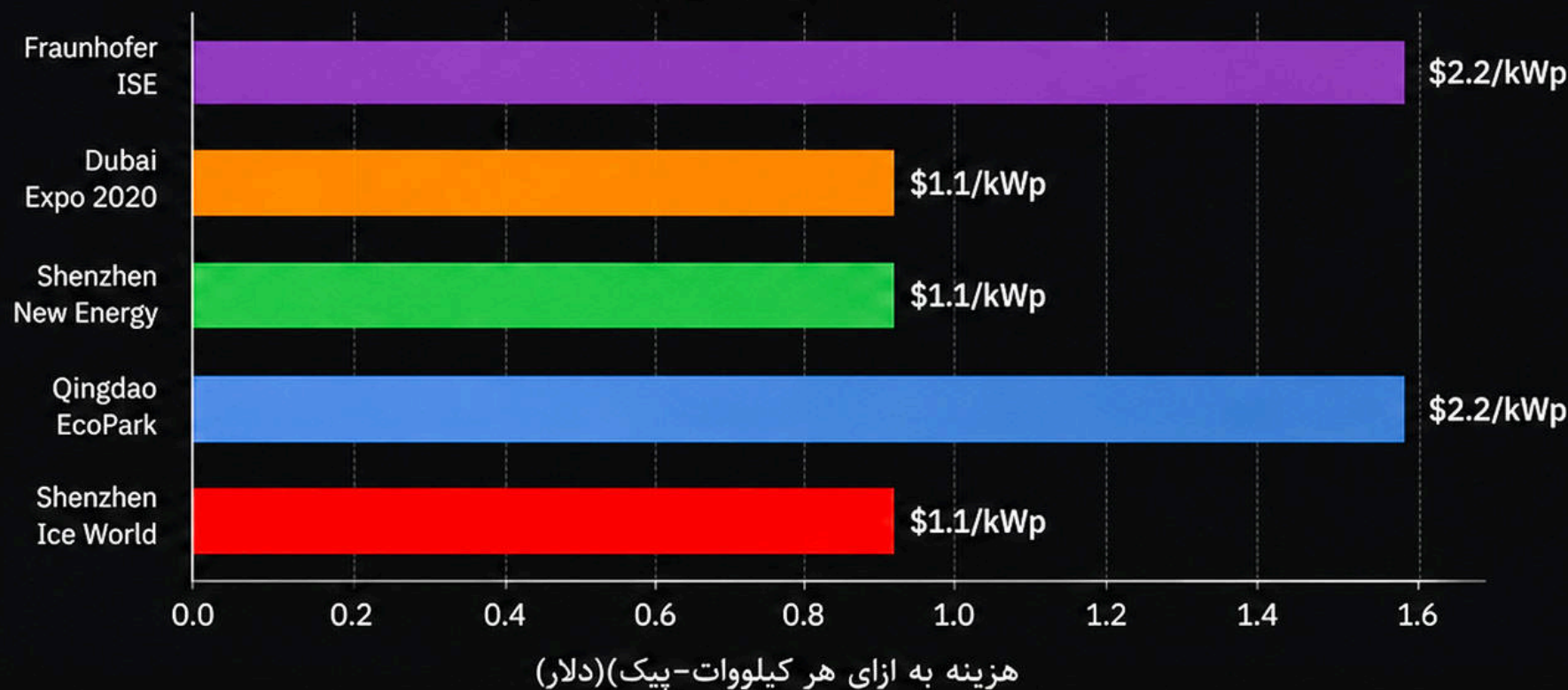


نتیجه کلیدی

هرچه مقیاس پروژه بزرگ‌تر باشد، هزینه به ازای هر کیلووات-پیک کاهش می‌یابد.

تحلیل هزینه-فایده

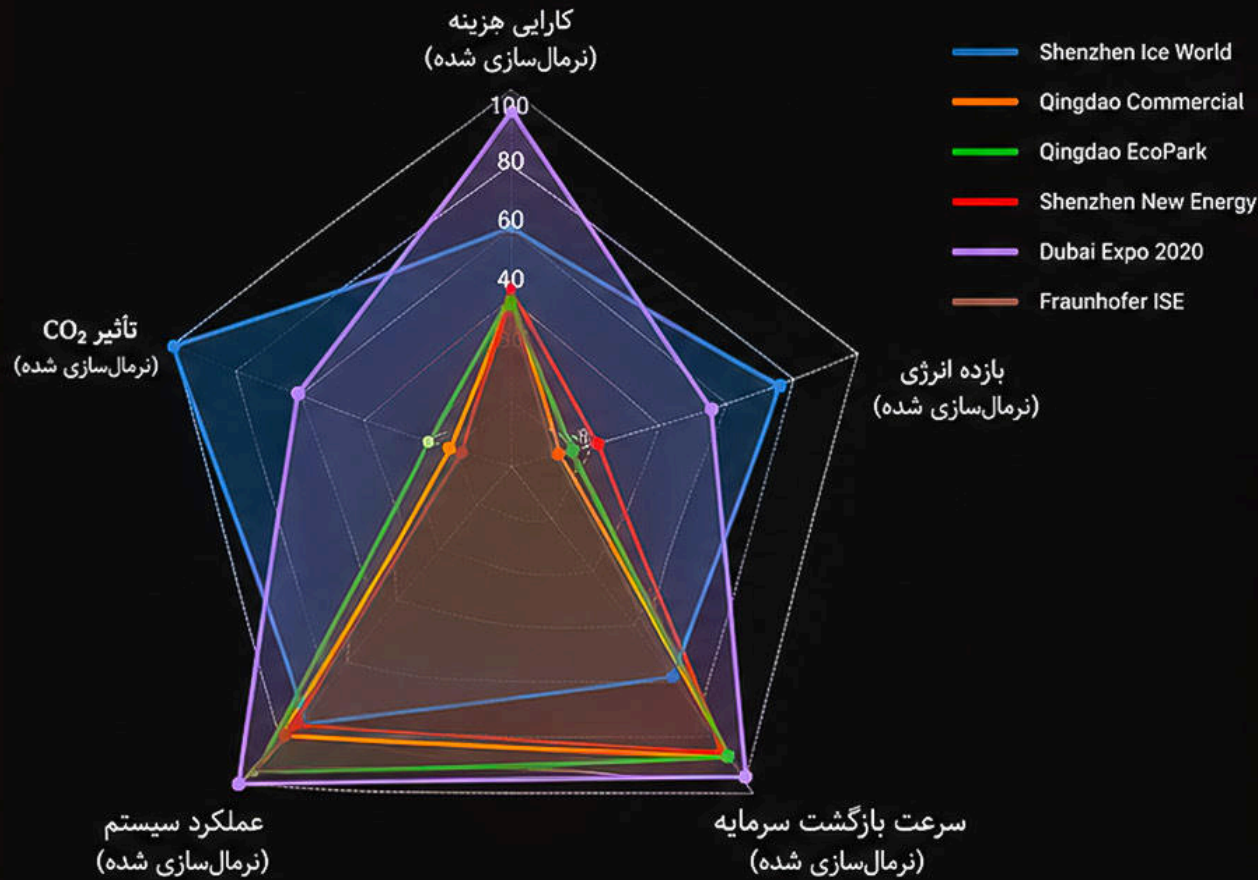
(هزینه به ازای هر کیلووات-پیک)



مقایسه عملکرد جامع پروژه‌ها

مقایسه عملکرد جامع پروژه‌های BIPV جهانی (نرمال‌سازی شده)

مقایسه عملکرد جامع پروژه‌های BIPV جهانی
(نرمال‌سازی شده)



نمودار رادار عملکرد شش پروژه شاخص BIPV در پنج معیار کلیدی را به صورت نرمال‌سازی شده (۰ تا ۱۰۰) مقایسه می‌کند. هرچه مقدار بیشتر باشد، عملکرد بهتر است.

- **بازده انرژی:** میزان تولید انرژی در واحد سطح یا ظرفیت.
- **کارایی هزینه:** هزینه به ازای هر کیلووات-پیک (kWp).
- **سرعت بازگشت سرمایه:** مدت زمان لازم برای بازگشت سرمایه.
- **عملکرد سیستم:** کارایی کلی سیستم شامل دوام، پکیارچگی و بهره‌برداری.
- **تأثیر CO₂:** میزان کاهش انتشار دی‌اکسیدکربن نسبت به سناریوی مرجع.



بازده انرژی

بیشترین خروجی انرژی ممکن



کارایی هزینه

کاهش هزینه به ازای هر kWp



سرعت بازگشت

بازگشت سرمایه در کمترین زمان



عملکرد سیستم

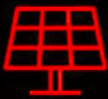
پایداری، دوام و بهره‌برداری کارآمد



تأثیر CO₂

کاهش انتشار و حفاظت از محیط‌زیست

۷. تحلیل منطقه‌ای: پتانسیل مناطق مختلف ایران

منطقه	نمونه شهر	تابش خورشیدی (کیلووات ساعت / مترمربع / روز)	رده	پتانسیل برای BIPV
مرکز ایران	تهران، اصفهان، یزد	۱.۷۰ - ۲.۰۰	عالی	بسیار با پتانسیل 
شمال غرب	تبریز، ارومیه، زنجان	۱.۲۰ - ۱.۶۰	خوب	با پتانسیل 
جنوب و جنوب شرقی	کرمان، اهواز، زاهدان، زابل	۲.۰۰ - ۲.۲۰	عالی	بسیار با پتانسیل 
شمال و شمال شرقی	ساری، مشهد	۱.۱۰ - ۱.۳۰	متوسط	با پتانسیل متوسط 



مناطق مرکزی و جنوبی کشور دارای بالاترین تابش خورشیدی بوده و مناسب‌ترین گزینه برای اجرای BIPV در مقیاس گسترده هستند.

۸. حمایت‌های دولتی و مشوق‌های سرمایه‌گذاری

توضیحات	نوع حمایت	نهاد مسئول
قرارداد 20 ساله برای خرید برق مازاد	خرید تضمینی برق	وزارت نیرو (ساتبا)
وام 5 ساله با بهره کم (تا 10%)	وام انرژی تجدیدپذیر	صندوق توسعه ملی
تخفیف تا 15% در عوارض ساخت	معافیت عوارض	شهرداری‌ها
معافیت 5 ساله از مالیات بر درآمد	معافیت مالیاتی	وزارت اقتصاد
اولویت در پرداخت وام ساخت	تسهیلات ویژه	بانک‌ها



تأثیر این سیاست‌ها: با ترکیب این حمایت‌ها، هزینه واقعی اجرای BIPV برای انبوه‌ساز حدود ۲۰ تا ۳۰ درصد کاهش می‌یابد. به عنوان مثال، یک پروژه ۷۵۰ هزار دلاری با دریافت وام و معافیت، هزینه خالص آن به حدود ۵۵۰ هزار دلار کاهش می‌یابد.

۹. مزیت رقابتی و برندسازی



در بازار امروز ساختمان‌سازی، انبوه‌سازی که از فناوری‌های سبز استفاده کند، برند خود را **پیشرو** و **نوآور** معرفی می‌کند.

مزایای بازاریابی و فروش



۳ تا ۵ درصد
سریع‌تر فروش می‌روند



۱۰ تا ۱۵ درصد
گران‌تر از میانگین بازار
معامله می‌شوند



در مناقصات و
تسهیلات ساخت، **اولویت** دارند

عناصر برندسازی



طراحی مدرن و زیبا
با نمای شیشه‌ای BIPV



پایداری و برق **بدون وقفه**
در زمان قطعی شبکه



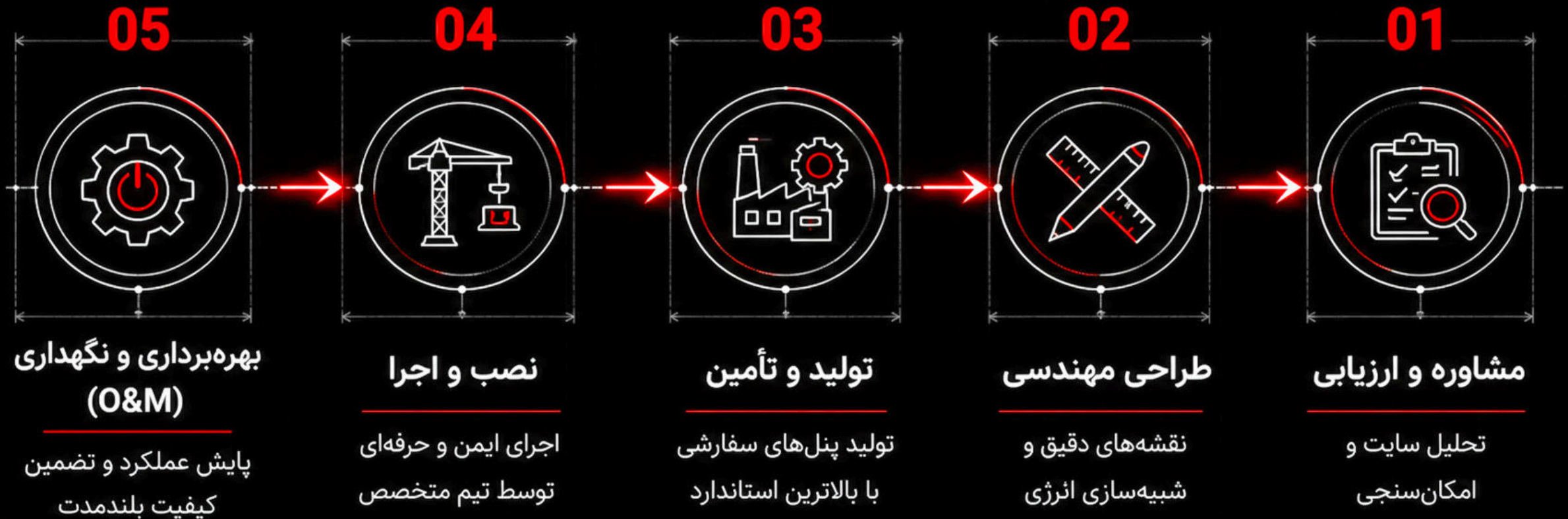
برندسازی به عنوان
«**اولین شهرک خورشیدی هوشمند**»
در منطقه



جذب مشتریان **لوکس** و
شرکت‌های **فناوری**

مراحل اقدام

مسیر اجرای پروژه از ایده تا بهره‌برداری



بهترین شیوه‌ها

راهنمای موفقیت پروژه‌های BIPV

BIPV MODULES

1



طراحی اولیه

ادغام BIPV در مرحله
مفهومی پروژه

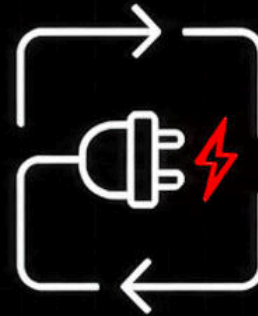
2



جهت‌گیری بهینه

بررسی زوایای خورشید
برای حداکثر تولید

3



یکپارچگی الکتریکی

طراحی هوشمند مسیر
کابل‌ها و اینورترها

4



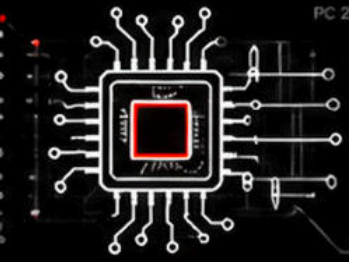
نگهداری و تعمیرات (O&M)

دسترسی آسان برای مانیتورینگ
و سرویس دوره‌ای

مزیت اسمارتک

شریک استراتژیک شما برای راهکارهای یکپارچه BIPV

PC 2020 / 01



S-01

فناوری

جدیدترین فناوری CdTe و اتصال پالایه

Global Projects 30+



Exp. 10+ Y

تجربه

سابقه درخشان در پروژه‌های بزرگ جهانی

R&D



S-02

راهکارهای کلید در دست

از طراحی تا اجرا و پشتیبانی

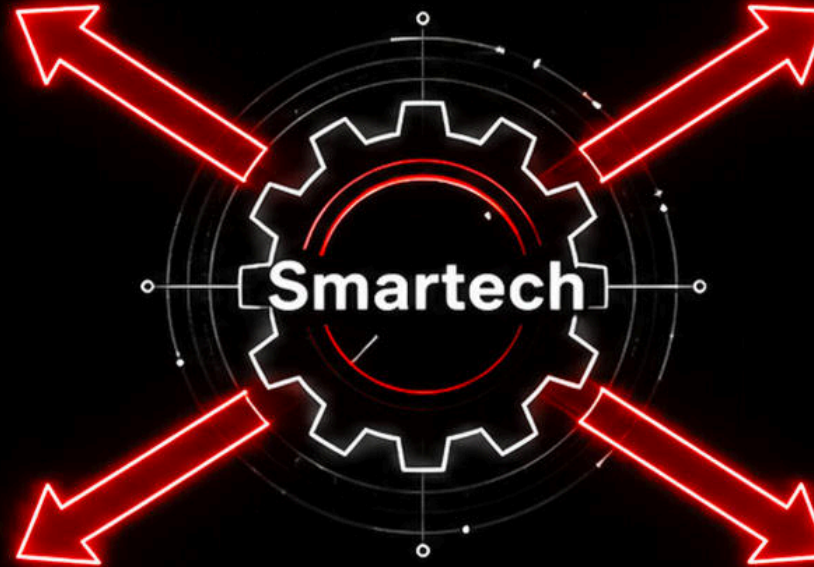
Local Support



S-03

حضور محلی

درک عمیق از اقلیم و مقررات منطقه



نتیجه گیری

استفاده از فناوری BIPV برای انبوه سازان در ایران، یک انتخاب هوشمندانه و چندوجهی است:



توجیه اقتصادی

بازگشت سرمایه ۸ تا ۱۰ سال و
بیش از ۴۸۵ هزار دلار در NPV
۳۰ سال



تمایز معماری

تأمین برق پایدار حتی در زمان
خاموشی ملی



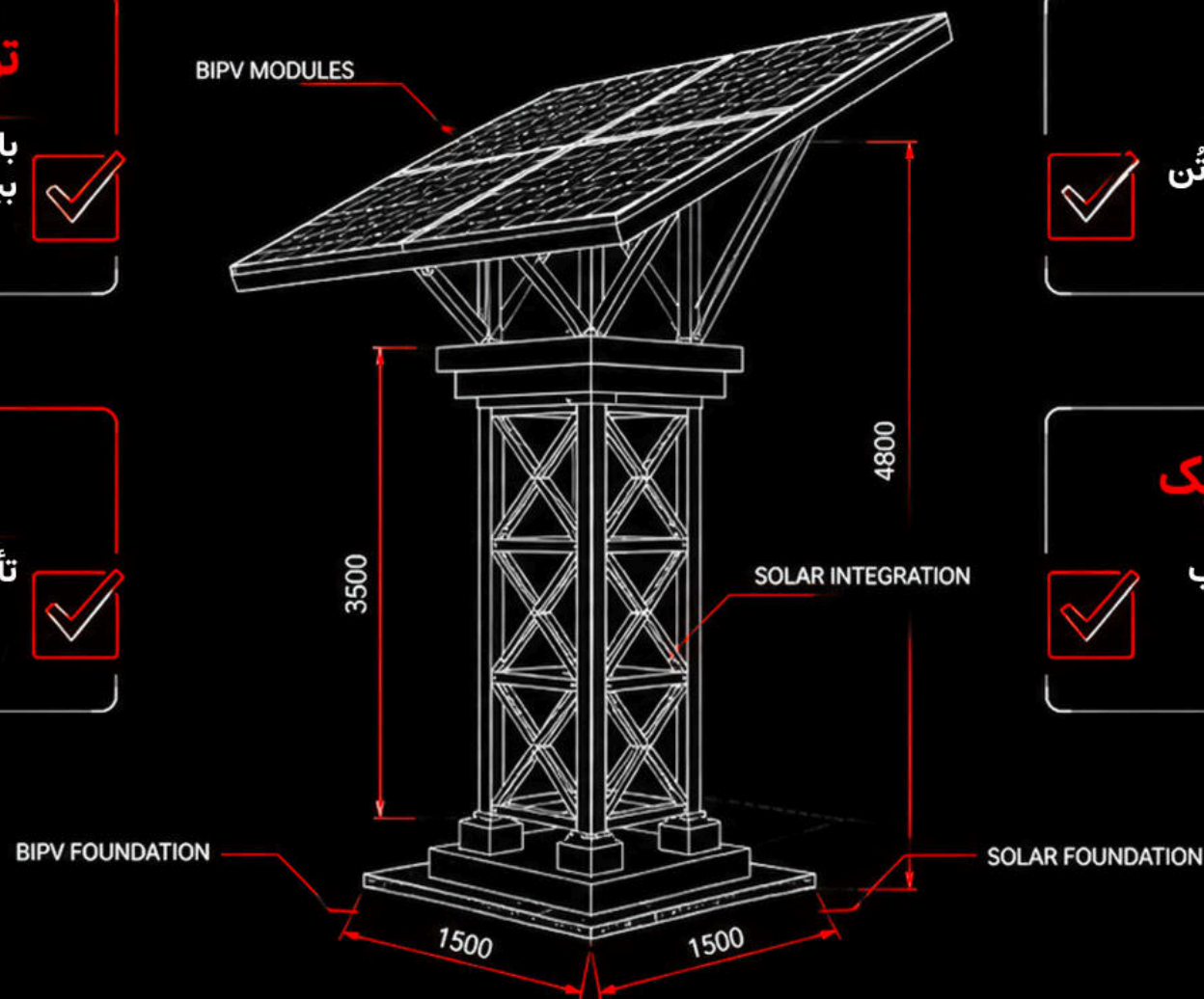
پایداری

کاهش سالانه بیش از ۲۱۰ تن
دی اکسید کربن



همسویی استراتژیک

برندسازی قدرتمند و جذب
مشتریان مدرن



نتیجه‌گیری نهایی برای سرمایه‌گذار ایرانی



فناوری اثبات‌شده BIPV: یک فناوری بالغ و اثبات‌شده در مقیاس‌های مختلف، از ساختمان‌های اداری کوچک تا پروژه‌های عظیم چند مگاواتی است.



بازگشت سرمایه جذاب: با دوره بازگشت سرمایه بین ۸ تا ۱۰ سال، BIPV یک سرمایه‌گذاری بلندمدت و سودآور است.



انعطاف‌پذیری در طراحی: با شفافیت‌های مختلف (۱۰٪ تا ۸۰٪)، BIPV می‌تواند نیازهای متنوع معماری را برآورده کند.



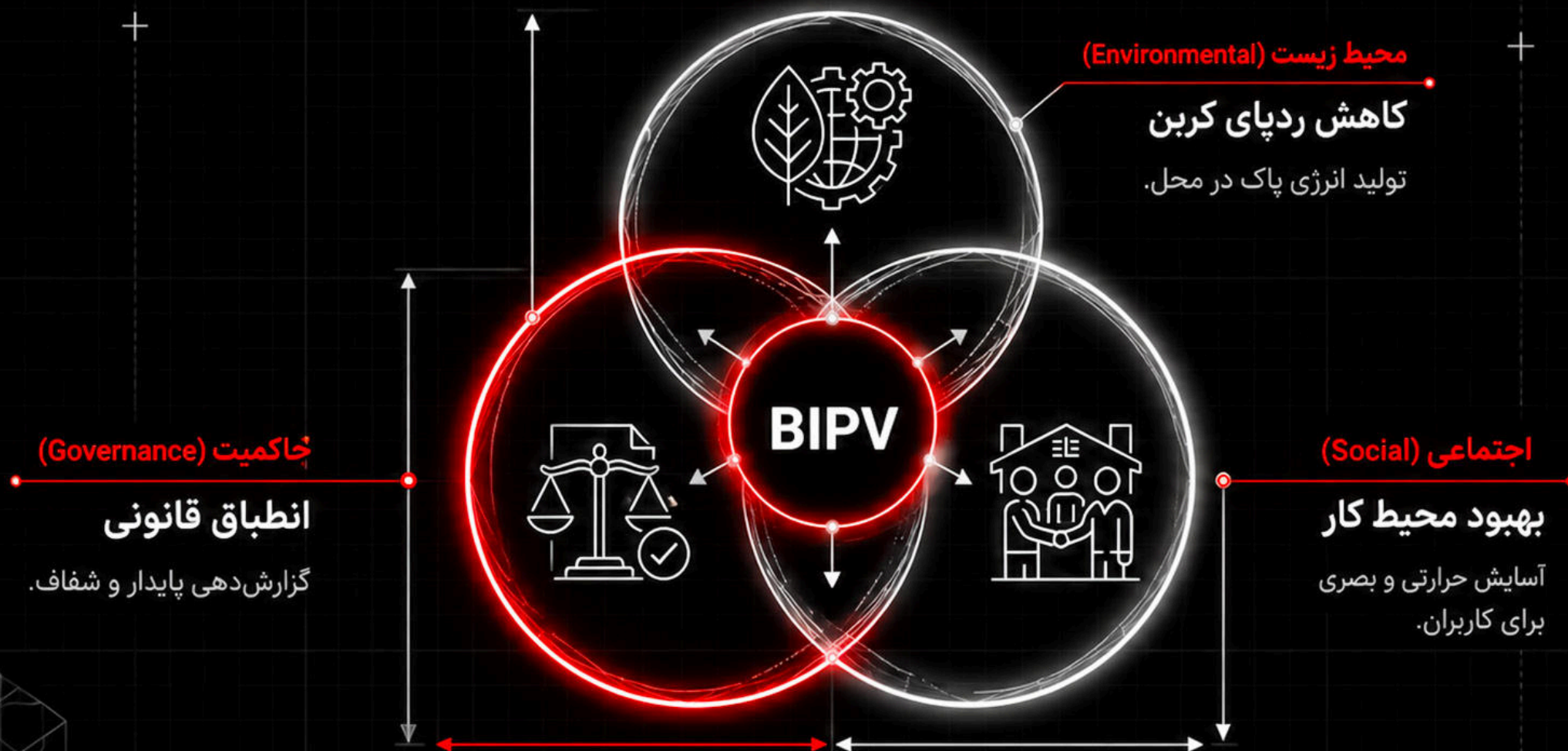
مناسب برای اقلیم ایران: عملکرد عالی فناوری CdTe در پروژه‌های چینی و امارات، نشان می‌دهد که این فناوری برای اقلیم گرم و پرتابش ایران، به‌ویژه در مناطق شمال غرب، یک گزینه ایده‌آل است.



پتانسیل برای ساختمان‌های بلندمرتبه: پروژه‌های جدید در چین ثابت می‌کنند که BIPV راه‌حلی عالی برای نماهای برج‌های بلندمرتبه است که بخش بزرگی از بازار ساخت‌وساز ایران را تشکیل می‌دهند.

انطباق زیست محیطی و اجتماعی (ESG)

ارزش افزوده فراتر از بازده مالی



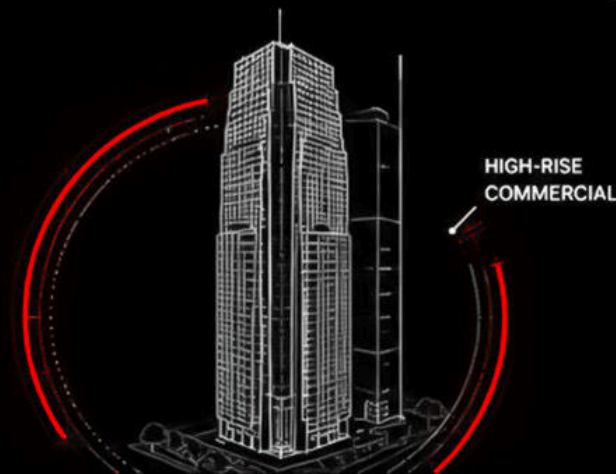
بخش‌های هدف

بازارهای اصلی رشد برای فناوری BIPV



هتل‌ها و تفریحگاه‌ها

ادغام زیبایی‌شناسی و آسایش مهمانان



برج‌های تجاری

ادغام نمای عمودی



ساختمان‌های دولتی

رهبری پایداری و الزامات



مراکز خرید

ادغام انرژی و بهره‌وری بیشتر