چک‌لیست شخصی‌سازی‌شده پیش از شروع عملیات اجرایی نیروگاه خورشیدی متصل به شبکه

۳۱شهریور ۱۴۰۵

خلاصه مدیریتی

این سند یک چک‌لیست شخصی‌سازی‌شده برای پروژه‌های نیروگاه خورشیدی **متصل به شبکه** است و همه مواردی را که باید پیش از ورود ماشین‌آلات و تیم نصب به سایت کنترل شوند، پوشش می‌دهد. ساختار سند بر اساس دستورالعمل فنی توانیر/ساتا برای نصب سامانه‌های فتوولتائیک متصل به شبکه، الزامات ساتبا و تجربه اجرایی پروژه‌های داخلی تنظیم شده است؛ موارد مربوط به نیروگاه‌های خودمصرف یا پس از بهره‌برداری (O&M)حذف شده‌اند تا سند کاملاً منطبق بر هدف پروژه باشد.

برای استفاده، هر بند را در ستون «وضعیت» تیک بزنید (✓ انجام شده / ✗ انجام نشده / ◐ در حال انجام)، مسئول هر مورد و مدرک پشتیبان (نقشه، نامه، گواهی، عکس) را درج کنید. هیچ عملیات اجرایی نباید پیش از کامل شدن چک‌لیست‌های ۱و ۲آغاز شود.

دامنه و پیش‌نیازهای حقوقی پروژه

برای یک نیروگاه متصل به شبکه، بیشترین تأخیرهای پروژه از ابهام در مجوزها، مالکیت زمین و نقطه اتصال به شبکه ناشی می‌شود، نه از نصب پنل. بنابراین پیش از هر اقدام اجرایی باید پیش‌نیازهای حقوقی و اداری قطعی شده باشند.

مسیر مجوز در ایران عبارت است از: تهیه طرح توجیهی فنی-اقتصادی، دریافت پروانه احداث از سازمان ساتبا، اخذ مجوز اتصال به شبکه از شرکت توزیع نیروی برق منطقه‌ای، و اخذ مجوز محیط زیست و اثبات مالکیت یا اجاره‌نامه رسمی زمین. ثبت درخواست از طریق سامانه‌های ساتبا (مانند مهرسان) یا درگاه ملی مجوزها انجام می‌شود. قرارداد خرید تضمینی برق ۲۰ (PPA)ساله با شرکت برق منعقد می‌شود و سرمایه‌گذار معمولاً حدود ۱۵ماه از تاریخ انعقاد فرصت احداث و اعلام آمادگی دارد.

بر اساس دستورالعمل فنی توانیر/سانا، همه سامانه‌ها باید از نوع متصل به شبکه (Grid-Connected)باشند، اندازه‌گیری تولید با کنتور دوطرفه انجام شود، نقطه اتصال در تابلوی اصلی مشترک یا ساختمان باشد، و هرگونه تغییر در سامانه نصب‌شده بدون هماهنگی با شرکت توزیع ممنوع است (دستورالعمل فنی توانیر).

#	مورد کنترلی	مدرک پشتیبان	مسئول	وضعیت
۱-۱	طرح توجیهی فنی-اقتصادی تهیه و تأیید شده است	سند طرح توجیهی	کارفرما/مشاور	
۱-۲	درخواست در سامانه ساتبا/درگاه ملی مجوزها ثبت شده است	شماره پیگیری	کارفرما	
۱-۳	پروانه احداث از ساتبا دریافت شده است	پروانه احداث	کارفرما	
۱-۴	مجوز اتصال به شبکه از شرکت توزیع برق منطقه‌ای اخذ شده است	نامه/مجوز اتصال	کارفرما	
۱-۵	مالکیت یا اجاره‌نامه رسمی زمین معتبر و کاربری آن متناسب است	سند/اجاره‌نامه	کارفرما	
۱-۶	مجوز محیط زیست (در صورت نیاز) اخذ شده است	گواهی محیط زیست	کارفرما	
۱-۷	قرارداد خرید تضمینی برق (PPA)منعقد و مهلت احداث مشخص است	قرارداد PPA	کارفرما	
۱-۸	ظرفیت مجاز نیروگاه با ظرفیت انشعاب/نقطه اتصال هم‌خوان است	محاسبه ظرفیت	مشاور	
۱-۹	پیمانکار EPCصلاحیت‌دیده انتخاب شده و قرارداد با محدوده کار شفاف دارد	قرارداد EPC	کارفرما	
۱-۱۰	بیمه تمام‌خطر نصب (CAR/EAR)و مسئولیت در دست اقدام است	بیمه‌نامه	پیمانکار	

چک‌لیست‌های کنترلی پیش از شروع عملیات اجرایی

خروجی‌های طراحی باید قبل از سفارش اقلام اصلی (سازه، فونداسیون، کابل) نهایی شوند. طبق دستورالعمل فنی توانیر/ساتا، رعایت استانداردهای ملی/بین‌المللی و ارائه گواهی استاندارد تجهیزات الزامی است و پیمانکار باید پیش از شروع نصب، نماینده خود را کتباً به شرکت توزیع معرفی و بازدید و احراز شرایط محل (تحمل بار، فضا، آفتاب‌گیری و عدم سایه) را انجام دهد. الزامات طراحی مهندسی با ابزارهای تخصصی ،(PVsyst)استاندارد تجهیزات و هماهنگی با شرکت توزیع بر اساس چک‌لیست الزامات پیمانکار وزارت نیرو و ساتبا تنظیم شده است. بندهای مربوط به ثبت مجوز و قرارداد خرید تضمینی بر مطابق مسیر مجوزدهی ساتبا لحاظ شده‌اند.

چک‌لیست — طراحی فنی و اتصال به شبکه

#	مورد کنترلی	مدرک پشتیبان	مسئول	وضعیت
۲-۱	شبیه‌سازی تولید (PVsyst یا معادل) شامل تحلیل سایه، زاویه و راندمان انجام شده است	گزارش شبیه‌سازی	طراح	
۲-۲	نقشه تک‌خطی (SLD) و پلان جانمایی ردیف‌ها نهایی است	SLD + پلان	طراح	
۲-۳	طراحی استرینگ کنترل شده (ولتاژ مدار باز در سردترین دما، جریان در گرم‌ترین شرایط)	محاسبات استرینگ	طراح	
۲-۴	نسبت DC/AC و انتخاب اینورتر (محدوده MPPT) نهایی است	دیتاشیت اینورتر	طراح	
۲-۵	طراحی کابل DC/AC، افت ولتاژ و مسیر کابل‌کشی مشخص است	نقشه کابل‌کشی	طراح	
۲-۶	حفاظت‌ها (فیوز/کلید DC، SPD) و ارتینگ طراحی شده است	نقشه حفاظت/ارت	طراح	
۲-۷	نقطه اتصال، ولتاژ و ظرفیت شبکه با شرکت توزیع مکتوب تأیید شده است	نامه توزیع	کارفرما	
۲-۸	نیاز به پست/خط جدید یا ارتقای انشعاب بررسی و برآورد شده است	گزارش مطالعه اتصال	مشاور	
۲-۹	طراحی مکانیکی: نوع سازه (ثابت)، فونداسیون بر اساس گزارش خاک، فاصله ردیف‌ها	نقشه سازه + گزارش خاک	طراح	
۲-۱۰	سیستم مانیتورینگ و ثبت داده (مطابق الزامات قرارداد خرید) تعریف شده است	مشخصات مانیتورینگ	طراح	
۲-۱۱	BoQ نهایی با برند/مدل‌های تأییدشده هم‌راستا با نقشه‌ها است	BoQ + AVL	پیمانکار	
۲-۱۲	نماینده پیمانکار کتباً به شرکت توزیع معرفی شده است	نامه معرفی	پیمانکار	

چک‌لیست — تجهیزات، استانداردها و تحویل‌گیری

#	مورد کنترلی	مدرک پشتیبان	مسئول	وضعیت
۳-۱	پنل‌ها دارای گواهی‌های بین‌المللی (IEC/TUV) و تأییدیه استاندارد رسمی از تولیدکننده هستند (۲ ،)	گواهی استاندارد	پیمانکار	
۳-۲	اینورترها دارای استانداردهای IEC/CE و تأیید شرکت توزیع هستند	تأییدیه اینورتر	پیمانکار	
۳-۳	کابل‌ها، بریکرها و سرج‌گیرها دارای استاندارد ایمنی (مانند VDE) هستند	گواهی اقلام	پیمانکار	
۳-۴	گارانتی تجهیزات حداقل ۵ سال و خدمات پس از فروش حداقل ۱۰ سال تضمین شده است	قرارداد/گارانتی	پیمانکار	
۳-۵	زمان تحویل اقلام با برنامه زمان‌بندی پروژه هم‌خوان است	برنامه تأمین	پیمانکار	
۳-۶	هنگام دریافت کالا: تطبیق تعداد و سریال‌ها با Packing List انجام شده است	فرم ورود کالا + عکس	QC	
۳-۷	بازرسی ظاهری (ضربه، شکستگی، نفوذ آب) و شرایط انبارش (پالت، سایه‌بان، خشکی) کنترل شده است	چک‌لیست انبارش	QC	
۳-۸	سازه/ریل‌ها: پوشش گالوانیزه سالم، هم‌راستایی و ابعاد مطابق نقشه، گرید پیچ و مهره صحیح	چک‌لیست تحویل سازه	QC	
۳-۹	قطعات برچسب‌گذاری و تفکیک‌شده بر اساس زون‌ها هستند	برچسب/لیست زون	QC	

چک‌لیست — آماده‌سازی کارگاه، HSE و کنترل کیفیت اجرا

#	مورد کنترلی	مدرک پشتیبان	مسئول	وضعیت
۴-۱	تحمل بار ساختگاه، فضا و آفتاب‌گیری/عدم سایه محل نصب تأیید شده است	گزارش بازدید محل	پیمانکار	
۴-۲	فنس‌کشی، راه‌سازی، زهکشی و دسترسی ماشین‌آلات/جرثقیل آماده است	عکس/نقشه سایت	پیمانکار	
۴-۳	اتاق کنترل/کانکس، انبار موقت و تأمین آب و برق کارگاهی انجام شده است	عکس	پیمانکار	
۴-۴	برنامه HSE، ارزیابی ریسک و آموزش (کار در ارتفاع، برق LOTO، IDC) انجام شده است	برنامه HSE + صورت‌جلسه آموزش	HSE	
۴-۵	پرسنل دارای گواهی نصب فتوولتائیک (فنی و حرفه‌ای یا معتبر) هستند	گواهی‌نامه پرسنل	پیمانکار	
۴-۶	برنامه کنترل کیفیت (ITITP) و فرم‌های چک‌لیست نصب سازه، نل، کابل‌کشی و تابلو آماده است	ITP + فرم‌ها	QC	
۴-۷	تست‌های نهایی پیش از اتصال تعریف شده: تست عایقی، جریان اتصال کوتاه، ولتاژ مدار باز	برنامه تست	QC	
۴-۸	مستندسازی (عکس با تاریخ و شماره زون، ثبت سریال‌ها، نسخه‌گذاری مدارک) از روز اول فعال است	پوشه مستندات	QC	
۴-۹	درخواست بازدید کارشناسی شرکت توزیع آماده شده و مدارک فنی کامل است.	نامه درخواست بازدید	کارفرما	
۴-۱۰	برنامه آموزش بهره‌بردار و تحویل مدارک به مالک تعریف شده است (تحویل قبل از آموزش ممنوع است)	برنامه آموزش	پیمانکار	

پیشنهادهای اجرایی برای بهره‌برداری مؤثر از چک‌لیست

برای بهره‌برداری مؤثر از این چک‌لیست، سه توصیه کلیدی وجود دارد:

۱. **گیت تصمیم تعریف کنید:** سفارش اقلام اصلی (سازه، فونداسیون، کابل) تنها پس از نهایی شدن SLD، پلان جانمایی و محاسبات استرینگ مجاز است. شروع خرید با طراحی ناقص، رایج‌ترین علت دوباره‌کاری و کمبود/مازاد تجهیزات است. این هم‌راستا با الزام طراحی مهندسی با ابزارهای تخصصی پیش از اجراست.

۲. **همه هماهنگی‌ها با شبکه را مکتوب کنید:** نقطه اتصال، ظرفیت و الزامات حفاظتی شرکت توزیع باید خروجی مکتوب داشته باشد و در محدوده کار پیمانکار اتصال درج شود. دستورالعمل توانیر تغییرات در سامانه نصب‌شده را بدون هماهنگی با دستگاه اجرایی ممنوع کرده است؛ پس از اتصال نیز هر اصلاحی باید هماهنگ رسمی داشته باشد.

۳. **از روز اول برای بازدید کارشناسی مستند بسازید:** کارشناس شرکت توزیع پیش از اتصال، بررسی مکانیکی (سازه)، فنی (شرایط الکتریکال) و امکان‌سنجی اتصال به شبکه را انجام می‌دهد و مسیر مجوز و انعقاد قرارداد خرید تضمینی نیز مطابق رویه ساتبا پیش می‌رود. داشتن ITP، فرم‌های چک‌لیست و شواهد عکس/تست از ابتدا، فرآیند تأییدیه اتصال و قرارداد خرید برق را سریع و کم‌تنش می‌کند.

منابع

۱. شرایط اجرا و دستورالعمل فنی نصب سامانه‌های فتوولتائیک، شرکت توانیر / سازمان انرژی‌های نو ایران (سانا)، ۱۳۹۳