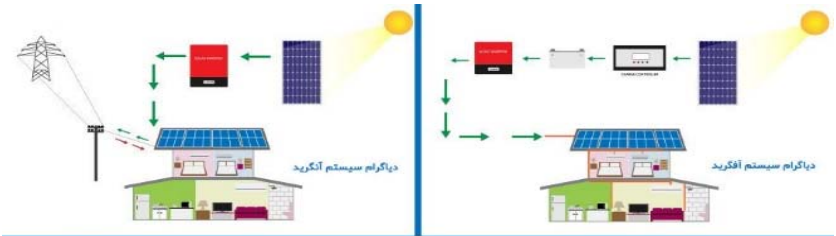
آشنایی با پنلها وتجهیزات نیروگاه های خورشیدی

ارائه: همایون بروجی
کارشناس نظارت بر اجرای نیروگاه های خورشیدی
دی ۱۴۰۲

1

نیروگاه خورشیدی از لحاظ اتصال به شبکه



متصل به شبکه

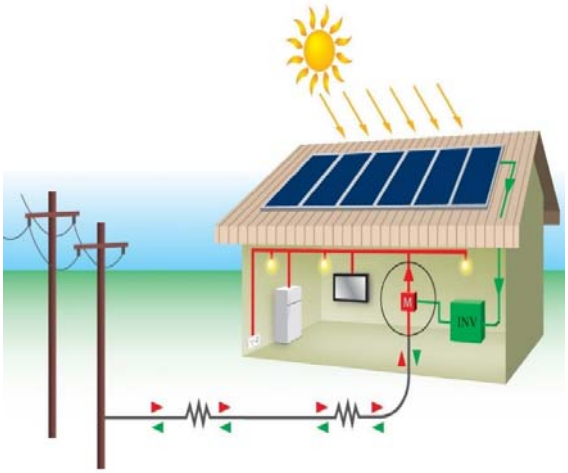
بر خلاف سیستم های آفگرید محلی برای ذخیره انرژی تولید شده وجود ندارد و بطور مستقیم انرژی تولید تبدیل به ولتاژ متناوب میشود اینورتر علاوه بر عمل تبدیل ولتاژ بصورت سنکرون تزریق به شبکه را انجام می دهد

منفصل از شبکه

انرژی تولید شده توسط پنل های فتوولتائیک توسط شارژ کنترلر در باتری ذخیره میشود این انرژی ذخیره شده توسط اینورتر به ولتاژ متناوب تبدیل شده و به مصرف کننده تحویل داده میشود

2

تجهیزات یک نیروگاه خورشیدی متصل به شبکه



۱– پنل خورشیدی

۲– اینورتر (مبدل برق DC به AC)

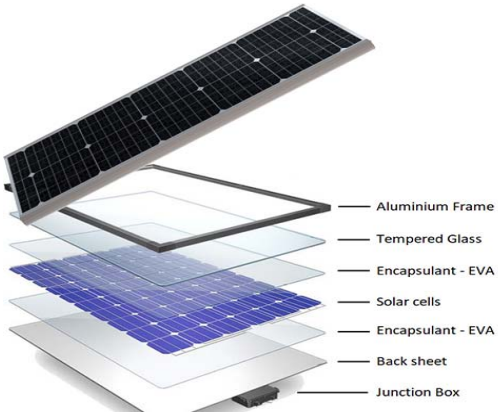
۳– سازه ونگهدارنده

۴– تابلو های حفاظتی

3

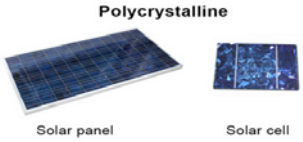
۱–پنل خورشیدی

لایه های مختلف پنل

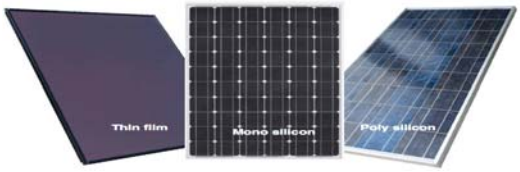


4

سلولهای خورشیدی



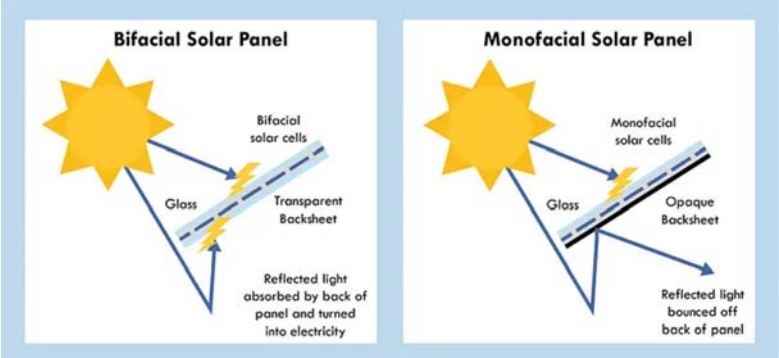
- **سلول تک کریستال** (Mono Crystalline)
- **سلول پلی کریستال** (Poly Crystalline)
- **سلول های فیلم نازک**(Thin Film)



5

سلولهای منو کریستال

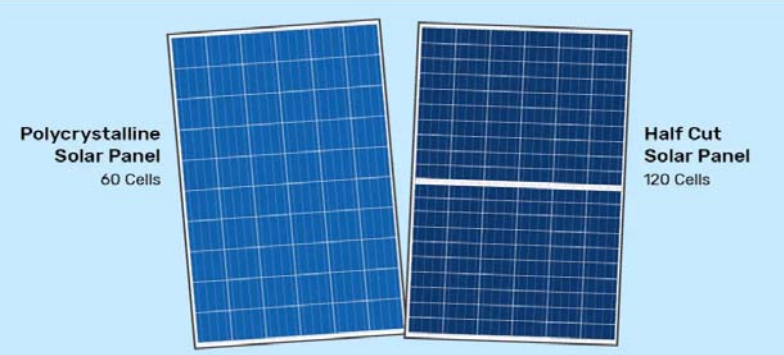
Bifacial Cells



6

سلولهای منو کریستال

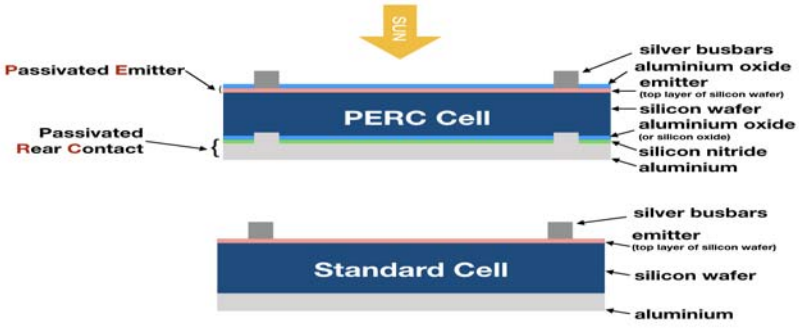
Halfcut Cells



7

سلولهای منو کریستال

PERC Cells

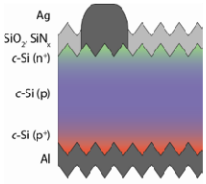


8

سلولهای منو کریستال

HJT Cells

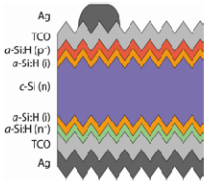
Homojunction solar cell



Direct metal-semiconductor contact
- Recombination
- Limited voltages

Industrial standard process
Conversion efficiency: 16-18%

Heterojunction solar cell



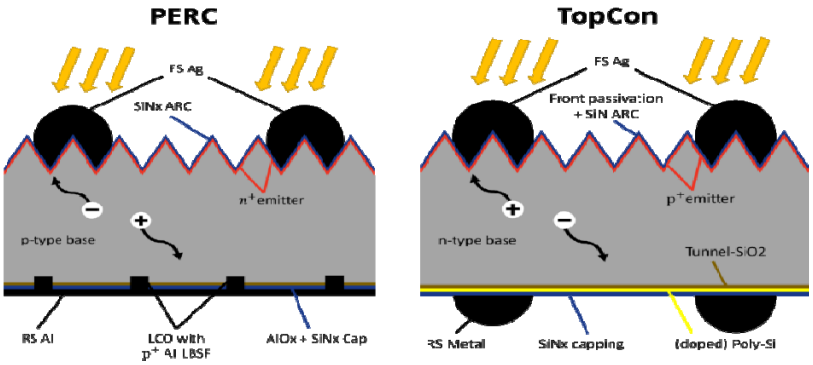
Metal displaced from semiconductor
- 'Passivating' contact
- Very high voltages

World record technology
Conversion efficiency: 22-27%

9

سلولهای منو کریستال

TopCon Cells



10

بازده پنل خورشیدی

ماژول	بازده(٪)
مونو کریستال	۲۰-۲۳
پلی کریستال	۱۴-۱۸
لایه نازک	۷-۱۰

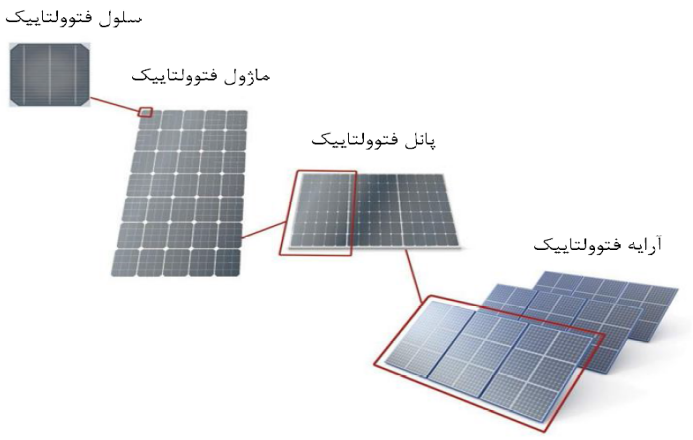
Solar panel efficiency % *

$$\text{Efficiency (\%)} = \frac{\text{Pmax}}{(\text{Area} \times 1000 \text{W/m}^2)} \times 100$$

* at STC = Irradiance 1000W/m²
- Pmax = Max panel power (W)
- Area = Panel area (m²)

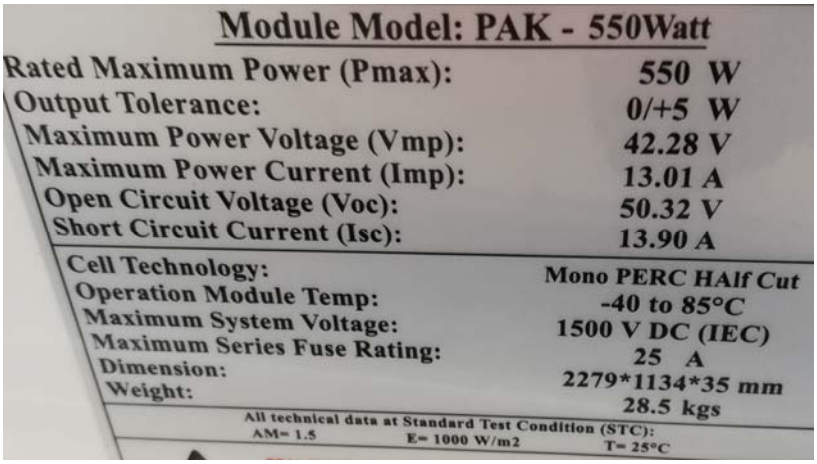
11

ماژول و آرایه خورشیدی



12

مشخصات فنی پنل خورشیدی



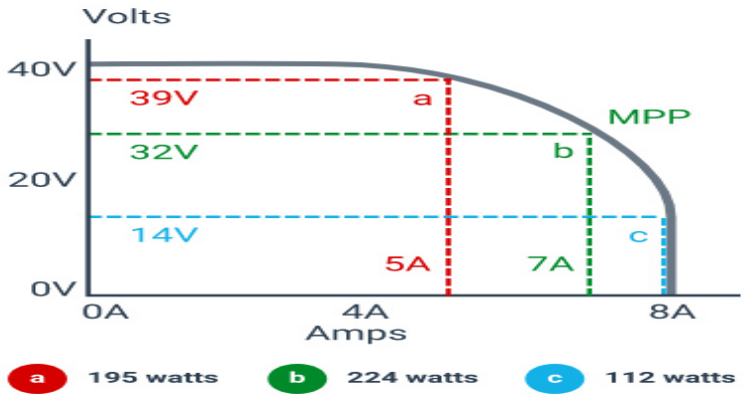
Module Model: PAK - 550Watt	
Rated Maximum Power (Pmax):	550 W
Output Tolerance:	0/+5 W
Maximum Power Voltage (Vmp):	42.28 V
Maximum Power Current (Imp):	13.01 A
Open Circuit Voltage (Voc):	50.32 V
Short Circuit Current (Isc):	13.90 A
Cell Technology:	Mono PERC HAlf Cut
Operation Module Temp:	-40 to 85°C
Maximum System Voltage:	1500 V DC (IEC)
Maximum Series Fuse Rating:	25 A
Dimension:	2279*1134*35 mm
Weight:	28.5 kgs

All technical data at Standard Test Condition (STC):
AM= 1.5 E= 1000 W/m2 T= 25°C

STC :Standard Test Conditions

13

نمودار I-V پنل خورشیدی



14

تلفات موجود در پنلها

- PID :ناشی از افزایش پتانسیل

گرما،رطوبت هوا،کیفیت نامناسب EVA....موجب جریان نشتی از لبه قاب پنلها به زمین(تا۴۰٪)

حداکثرتلفات قابل قبول ۵٪ ،برای نیروگاه ها بزرگ گواهی تست تلفاتPID لازم است

- LID :ناشی از نور

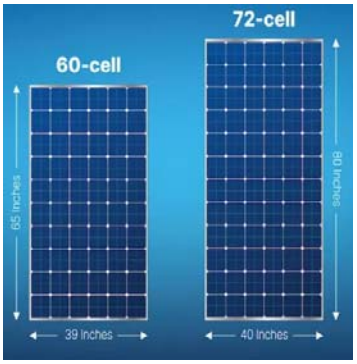
ساعات و هفته های آغازین عملکرد سلول اتفاق می افتد،تا ۳٪ تلفات،HJT ,PERCتکنولوژی

- CID :ناشی از جریان

15

ساختار ظاهری پنلها

- ۶۰ سلولی: ۶ ردیف ۱۰ سلولی،پنلهای نسل قدیم
- ۷۲ سلولی: ۶ ردیف ۱۲ سلولی
- BIPV سیستم متصل به ساختمان
- BAPV سیستم متصل به ساختمان



16

استاندارد های پنل

- IEC61215

شامل ۱۸ تست :

1. Visual Inspection
2. Maximum Power Determination
3. Insulation Test
4. Measurement of Temperature Coefficients
5. Measurement of NOCT
6. Performance at STC and NOCT
7. Performance at low irradiance
8. Outdoor exposure test
9. Hot-spot endurance test
10. UV preconditioning
11. Thermal cycling test
12. Humidity freeze test
13. Damp heat test
14. Robustness of termination test
15. Wet leakage current test
16. Mechanical load test
17. Hail test
18. Bypass diode thermal test

بازرسی ظاهری

حداکثر توان تعیین شده

تست عایقی

اندازگیری ضرائب دمایی

دمای کارکرد سلول

تعیین شرایط کاری استاندارد وعملیاتی

...

17

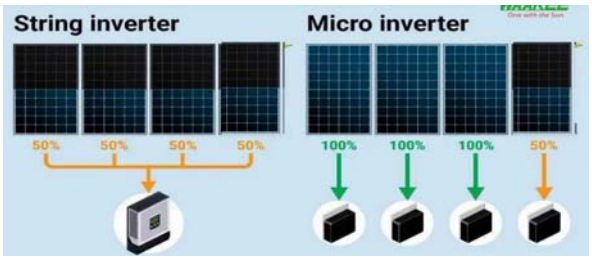
۲–اینورترخورشیدی

مبدل برق مستقسم به برق متناوب:

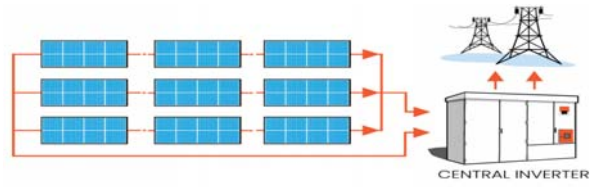
- **موج مربعی**(Square Wave Inverters)
- **سینوسی اصلاح شده**(Modified Sine Wave Inverters)
- **سینوسی خالص**(Pure Sine Wave Inverter)

18

اینورترخورشیدی از لحاظ آرایه بندی

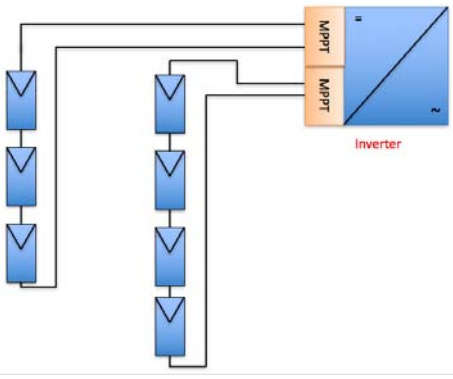


- میکرو اینورترها
- استرینگ
- سنترال

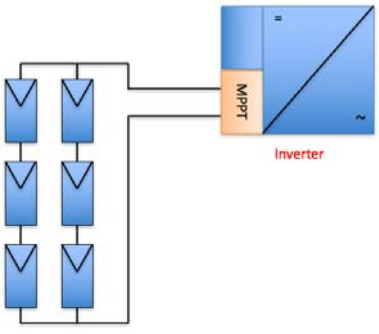


19

استرینگ بندی پنلها



هر MPPT دارای یک استرینگ



هر MPPT دارای دو استرینگ

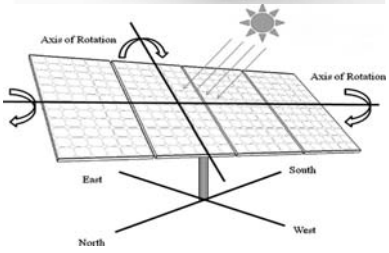
هدف تامین ولتاژ وجریان مناسب بمنظور داشتن حداکثر توان

20

۳–سازه های خورشیدی

- **سازه های ثابت**

زاویه ثابت(متناسب با عرض جغرافیایی بین ۲۲ تا ۳۷)



- **سازه متحرک**

فصلی(۳ یا ۴ زاویه بصورت دستی)

تک محوره(شمالی–جنوبی،شرقی -غربی)

دو محوره (Solar Tracker)

21

۴–تابلوحفاظتی

- **توصیه بر جداسازی تابلوهای DC و AC**
- **درصورت عدم جداسازی،و موافقت شرکت توزیع،می توان یک تابلو تهیه کرد(تا ۱۰ کیلووات)**

و به شرط تفکیک هر بخش با شماره گذاری

- **به ازای هر استرینگ دو فیوز DC از نوع gpv**
- **SPD نوعII برای ساختمان بدون صاعقه گیر**
- **SPD نوعI +II برای ساختمان با صاعقه گیر**

22

نمونه تابلو DC

23

فیوز DC

- پایه فیوز تحت استاندارد لازم وبا درجه ولتاژ عایقی مناسب (IEC 60269-6)
- عدم استفاده از کلید مینیاتوری DC به جای فیوز DC

24

تابلو AC

- توصیه بر جداسازی تابلوهای DC و AC
- درصورت عدم جداسازی،و موافقت شرکت توزیع،می توان یک تابلو تهیه کرد(تا ۱۰ کیلووات)
- داشتن حداقل IP55 و استاندارد IEC60670-24 و با تأیید شرکت توزیع
- داشتن ریل مخصوص نصب فیوز،ارستر،ترمینال وسایر تجهیزات
- درصورت وجود چند اینورترداشتن تابلوAC تجمیع کننده
- استفاده از کلید مینیاتوری تیپ B وحداقل ۲۵٪ بیشتر از جریان نامی خروجی اینورتر

25

حفاظت تابلو AC

- نصب حداقل یک سرج ارستر مطابق استاندارد IEC61643-11
- SPD نوعII برای ساختمان بدون صاعقه گیر
- SPD نوعI +II برای ساختمان با صاعقه گیر

26

کابل DC

- کابل DC از نوع XLPE و مقاوم در برابر UV
- تک هادی وافشان وانعطاف پذیر
- حداقل مقطع ۴ میلی متر مربع مس ولتاژ ۱۰۰۰ ولت
- افت ولتاژ سمت DC حداکثر ۲٪
- استفاده از محافظ کابل کاندوئیت ،وسر سیم جهت اتصالات داخلی
- رنگ قرمز قطب مثبت ورنگ مشکی قطب منفی

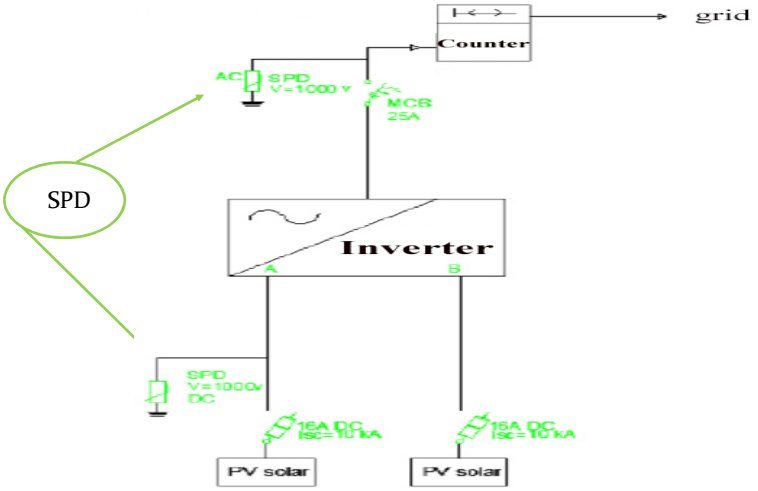
27

کابل AC

- کابل AC از نوع XLPE و مقاوم در برابر UV(در فضای آزاد)
- تک ویا چند رشته وانعطاف پذیر مس یا آلومینیوم متناسب
- افت ولتاژ سمت AC حداکثر ۲٪
- استفاده از محافظ کابل کاندوئیت ووسر کابل جهت اتصالات داخلی
- رنگ کابل سه فاز قرمز ،زرد،مشکی ورنگ آبی جهت نول(مبحث ۱۳ ساختمان)
- رنگ کابل تکفاز (قرمز فاز و آبی نول)،سیم ارت به رنگ زرد دارای خط سبز

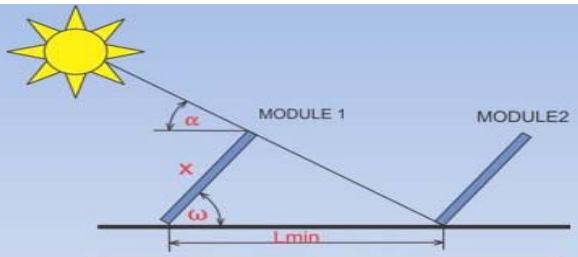
28

نقشه خطی تجهیزات نیروگاه خورشیدی



29

عدم سایه اندازی



$$Lmin = x\left(\frac{sin\omega}{tan\alpha} + cos\omega\right)$$

x- modules length
α-solar radiation angle
ω-modules angle

30

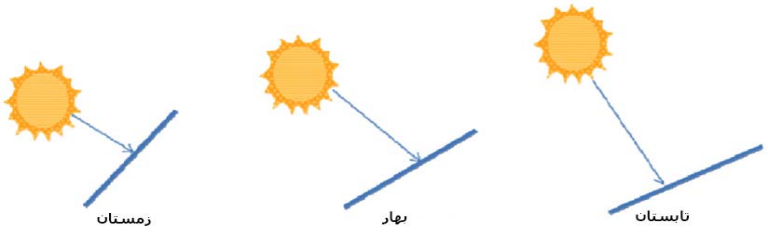
سیستم اتصال به زمین

- می توان بصورت مشترک با سیستم موجود در محل استفاده نمود
- نصب دو الکترود مستقل ضرورت ندارد
- سازه حداقل از دو نقطه متفاوت ارت گردد
- حداقل مقطه کابل زمین۶ مسی و۱۰ آلومینیوم

31

عوامل موثر در راندمان یک نیروگاه

زاویه نصب پنل

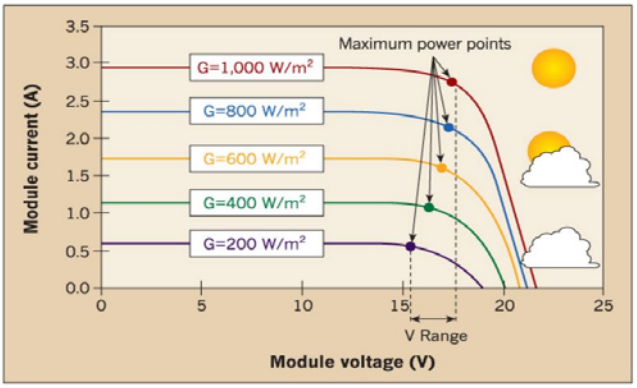


۴۵ درجه ۳۰ درجه ۱۵ درجه

32

عوامل موثر در راندمان یک نیروگاه

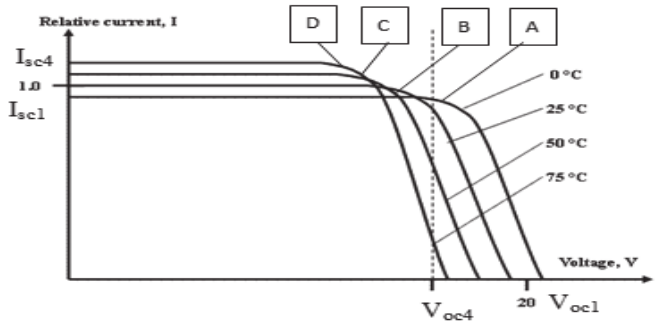
شدت تابش خورشید



33

عوامل موثر در راندمان یک نیروگاه

دمای محیط



34

عوامل موثر در راندمان یک نیروگاه

توجه به مشخصات پنل ها

Temperature Characteristics

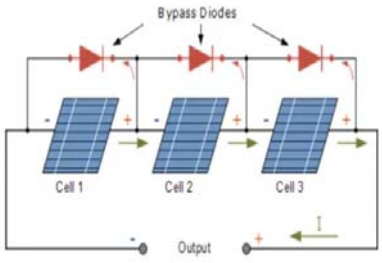
NOCT	46 ± 3 °C
Pmax	-0.39 %/°C
Voc	-0.30 %/°C
Isc	0.05 %/°C

Heat can reduce output efficiency by 10-25%

35

دیگر عوامل موثر در راندمان نیروگاه

- **گرد وغبار** (کاهش راندمان تا ۷٪ استفاده از Anti-soiling coatings)
- **رطوبت** (کاهش راندمان تا ۲۰٪،عملکرد پنل های Thin Film در مناطق مرطوب بهتر است)
- **ارتفاع از سطح دریا** Altitude
- **سایه اندازی** Shading-Hotspot



36

شرایط نگهداری نیروگاه های خورشیدی

- شستشوی پنل ها با آب
- بررسی چراغ LED اینورتر
- بررسی سطح پنل ها بعد از بارندگی
- تمیز کردن فضولات پرندگان
- جلوگیری از سایه اندازی اجسام بر روی پنل ها

37

طراحی نیروگاه های خورشیدی

- طراحی آرایه بندی وجانمایی(نرم افزار) PV syst software
- طراحی الکتریکی ومحاسابت کابلها CYME software
- طراحی ومحاسبات سازه SAP software

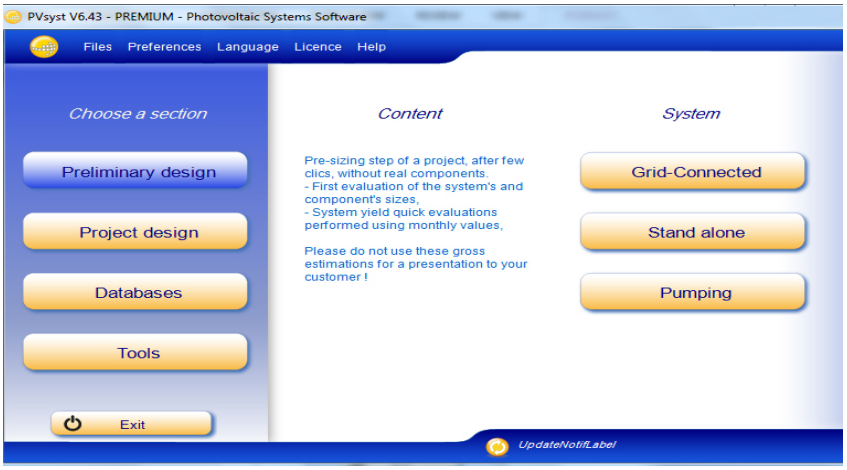
38

نرم افزارها و سایت های طراحی پنل های خورشیدی

- PVsyst
- PV*SOL
- RETScreen
- sunnydesignweb.com

39

نرم افزار PVsyst



40

نرم افزار PVsyst

PVSYST V6.70		11/01/19	Page 3/5

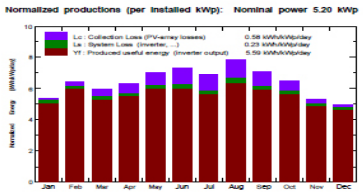
Grid-Connected System: Main results

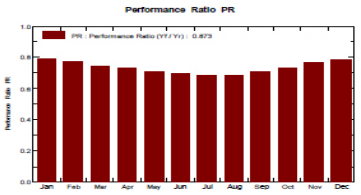
Project : ghlam-hosein
Simulation variant : New simulation variant

Main system parameters	System type	Grid-Connected		
Near Shadings	Detailed electrical calculation	(acc. to module layout)		
PV Field Orientation	tilt	30°	azimuth	0°
PV modules	Model	TBG-325P	Pnom	325 Wp
PV Array	Nb. of modules	16	Pnom total	5.20 kWp
Inverter	Model	blueplanet 5.0 TL1	Pnom	5.00 kW ac
User's needs	Unlimited load (grid)			

Main simulation results

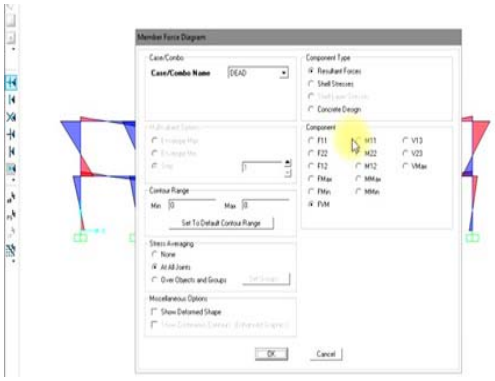
System Production	Produced Energy	10.61 MWh/year	Specific prod.	2041 kWh/kWp/year
	Performance Ratio PR	87.33 %		

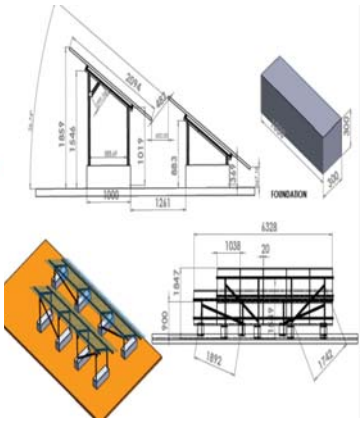




41

نرم افزار SAP





42

باآرزوی موفقیت برای شما

43