

مبحث ۱۹ مقررات ملی ساختمان  
صرفه جویی در مصرف انرژی

## ۹- ترانسفورماتورها و مدیریت انرژی در آن ها و بررسی اثرات اقلیمی

## ۹- ترانسفورماتورها و مدیریت انرژی در آن ها و بررسی اثرات قلیمی

### مطالب مورد بررسی در مورد ترانسفورماتورها

۹-۱- ترانسفورماتورهای فشار متوسط

۹-۲- حداکثر راندمان انرژی و تلفات ترانسفورماتورهای فشار متوسط

۹-۳- تلفات و ضریب حداکثر راندمان انرژی ترانسفورماتورهای روغنی (OIT)

۹-۴- اثر شرایط اقلیمی در باردهی ترانسفورماتورهای روغنی

۹-۵- تلفات و ضریب حداکثر راندمان ترانسفورماتورهای خشک (CRT)

۹-۶- اثر شرایط اقلیمی در باردهی ترانسفورماتورهای خشک

۹-۷- سیستمهای کاهش دمای اتاق ترانسفورماتور

۹-۸- شرایط استفاده از انواع مختلف ترانسفورماتورهای فشار متوسط

۹-۹- ضریب بار ترانسفورماتورهای روغنی و خشک فشار متوسط



## مثال عددی اثر شرایط اقلیمی در باردهی ترانسفورماتورهای روغنی

مطلوب است قدرت ترانسفورماتور برای مجتمعی با ۵۰ کنتور سه فاز ۵۰ آمپر و ۱۵۰ کنتور ۳۲ آمپر تکفاز. (ضریب همزمانی را ۰/۴، دمای محیط ۴۵ درجه سلسیوس و ارتفاع محل نصب ۱۲۰۰ متر از سطح دریا فرض شود) حل:

$$P_{total} = 50 \times 30 + 150 \times 6.4 = 2460 \text{ kw} \quad \text{حداکثر بار کنتورها:}$$

$$P_{initial} = 0.4 \times 2460 = 984 \text{ kw} \quad \text{دیماندرخواستی:}$$

$$K_t = 0.88 \quad K_h = 0.975$$

$$S_{actual} = \frac{984}{K_t * K_h * P_f} = \frac{984}{0.88 * 0.975 * 0.8} = 1438 \text{ KVA}$$

لذا دو عدد ترانس ۸۰۰ کیلو ولت آمپر پاسخگوی نیاز پروژه خواهد بود.

ضریب بالا سری در محاسبات لحاظ نشده است

مبحث ۱۹ مقررات ملی ساختمان  
صرفه جویی در مصرف انرژی

۱۰- هوشمندسازی ساختمان و سامانه های کنترلی

# ۱۰- هوشمندسازی ساختمان و سامانه های کنترلی

۱۰- هوشمندسازی ساختمان  
و سامانه های کنترلی

## مطالب این فصل:

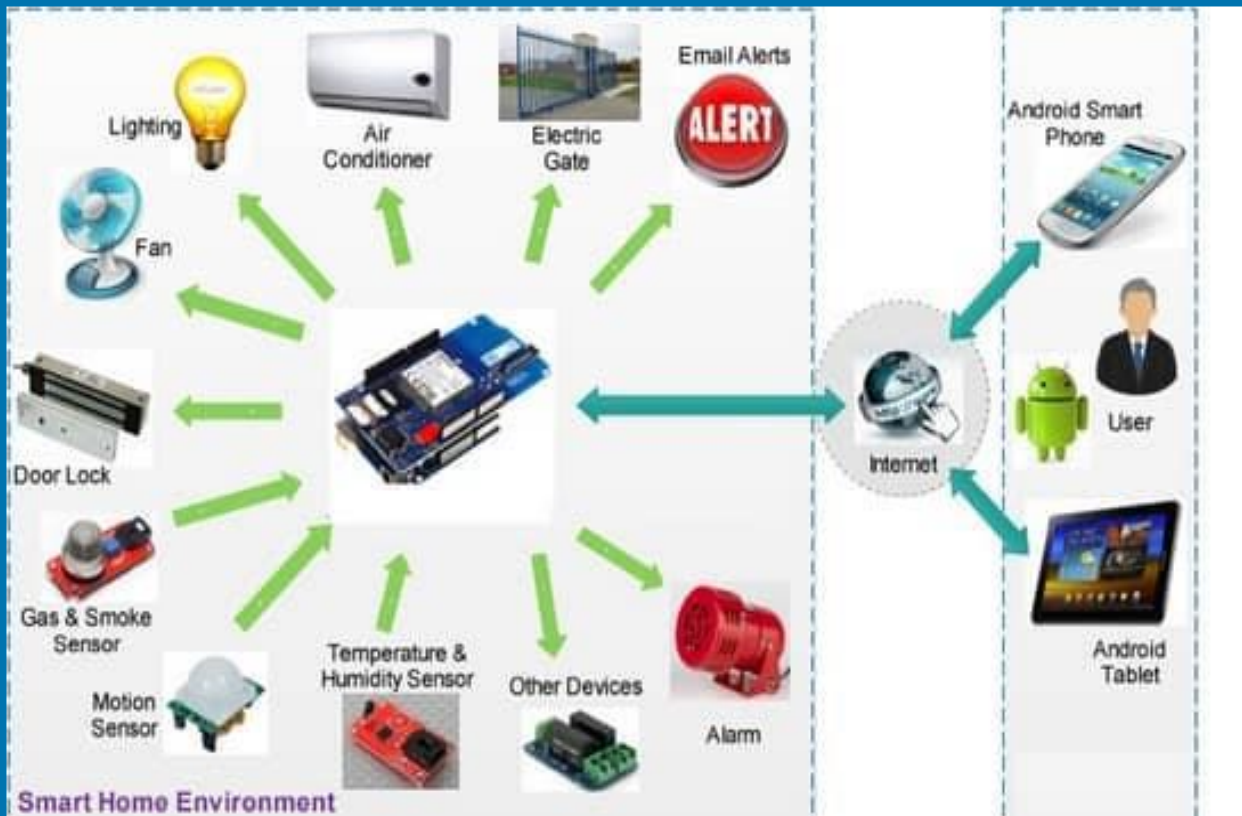
- ۱-۱۰- هوشمندسازی ساختمان (BMS) چیست ؟
- ۲-۱۰- کنترل و ابزار دقیق در هوشمندسازی ساختمان
- ۳-۱۰- هوشمندسازی تاسیسات الکتریکی ساختمان
- ۴-۱۰- هوشمندسازی تاسیسات مکانیکی ساختمان
- ۵-۱۰- اتوماسیون و شبکه در هوشمندسازی ساختمان
- ۶-۱۰- مدیریت و سناریوهای مختلف هوشمندسازی ساختمان
- ۷-۱۰- طراحی و اجرای هوشمندسازی ساختمان



□ هوشمند سازی ساختمان (Building Intelligence) یعنی کنترل ،مانیتورینگ و یکپارچه سازی تجهیزات ساختمان به کار می رود .

□ اگر تمام سیستم ها و تجهیزات به کار رفته در ساختمان تحت کنترل و مانیتورینگ ما باشند می توان ادعا کرد که یک خانه هوشمند داریم.

□ تفاوت خانه هوشمند و BMS



■ خانه هوشمند بخش کوچکی از یک سیستم BMS است.

■ اجرای BMS به مراتب هزینه بالاتری خواهد داشت.

■ در خانه هوشمند کنترل تجهیزات در اختیار مصرف کننده است در

حالی که در BMS کنترل تجهیزات در اتاق کنترل و در اختیار

اپراتور است.

### □ پروسه کنترل

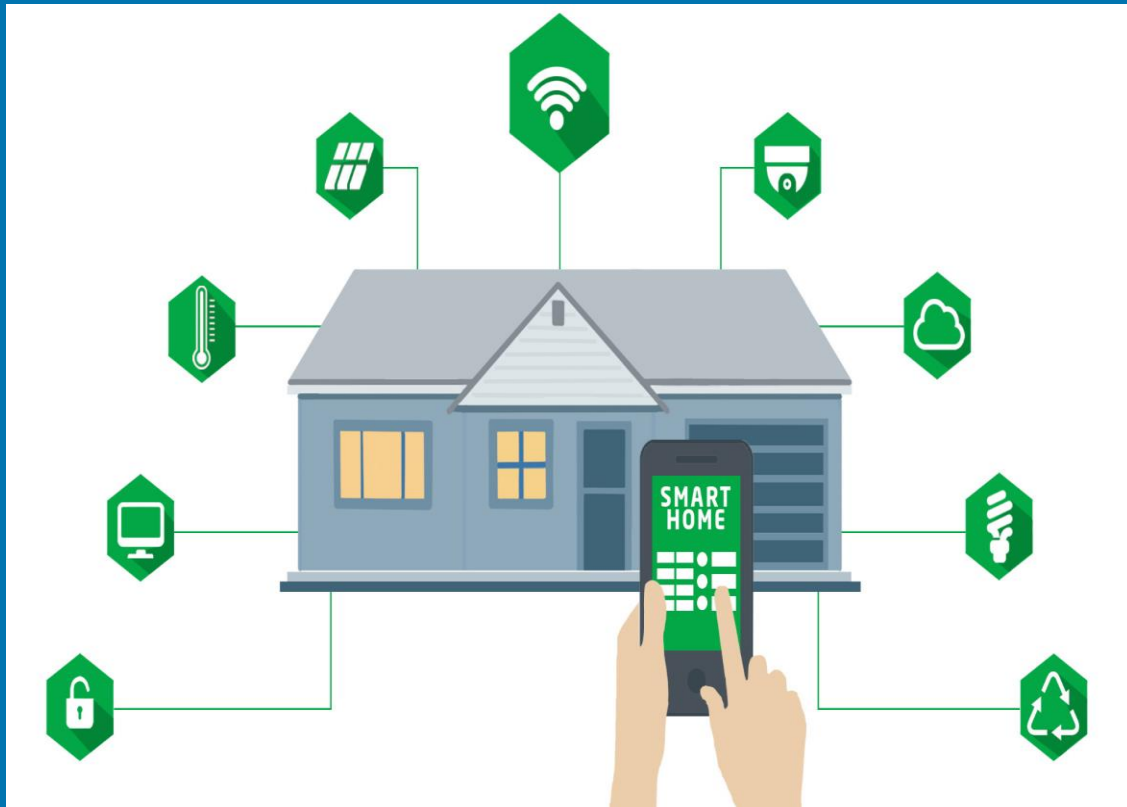
- زمان روشن و خاموش شدن
- مدت کارکرد
- نحوه کارکرد تجهیزات

### □ بخش های اصلی سیستم کنترلی

- ورودی
- کنترلر
- عملگر

### □ روش های کنترل کارکرد یک تجهیز یا یک سیستم

- کنترل on/off
- لوپ کنترل هیستریزیس
- کنترل تدریجی





## □ سیگنال های کنترل خانه هوشمند

### ■ سیگنال های دیجیتال

✓ در هنگام عملکرد سنسورها، ولتاژ ۵ و در زمان قطع ولتاژ ۰ ولت دارند .

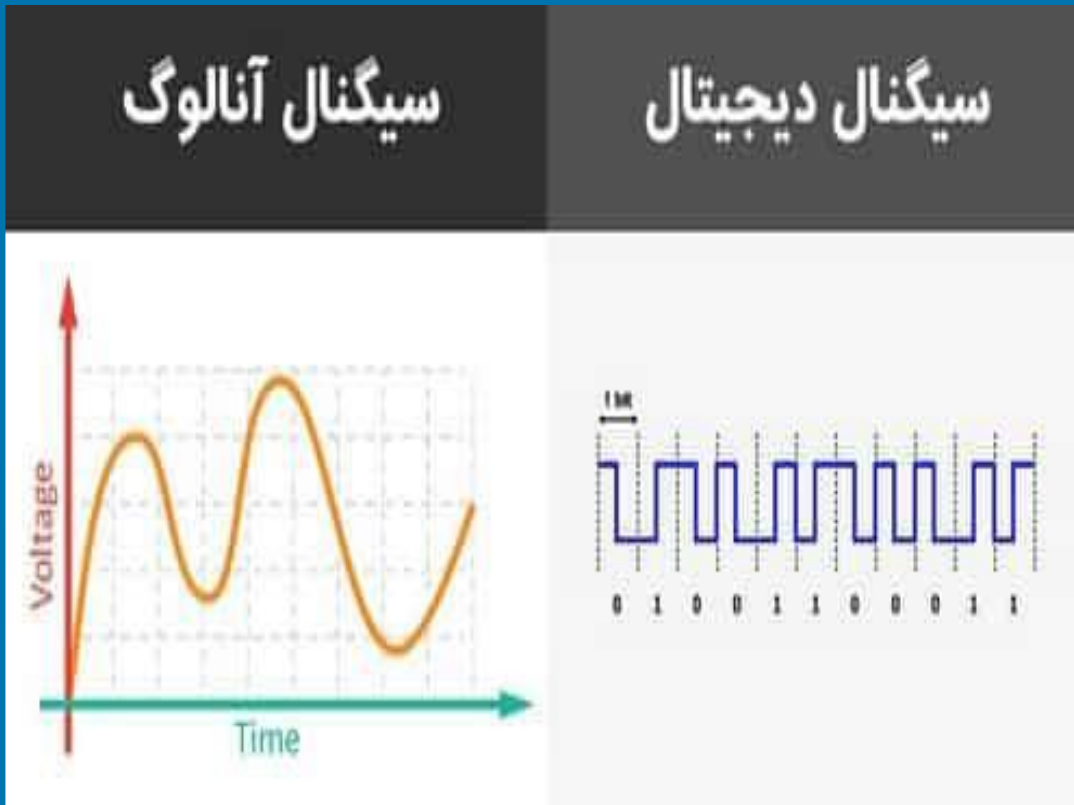
✓ این سیگنال ها در لیمیت سویچ ها، سنسورهای نوری، کلیدهای فشاری و... استفاده می شوند

### ■ سیگنال های آنالوگ

✓ سیگنال های آنالوگ ولتاژی : محدوده ولتاژی این سیگنال ها بین ۰ تا ۱۰ ولت است

✓ سیگنال های آنالوگ جریانی : محدوده جریان ۰ تا ۲۰ میلی آمپر

### ■ سیگنال های خاص





## □ سنسورهای هوشمند سازی ساختمان

### ■ سنسور دما

✓ سنسور دمای اتاقی یا محیطی

✓ سنسور دمای کانالی

✓ سنسور دما مستغرق

✓ سنسور دما کمربندی

### ■ سنسور فشار

□ سنسور فشار کانالی : از این سنسور برای اندازه گیری فشار هوای ورودی یا خروجی

کانال های سرمایشی و گرمایشی مثل کانال هوارسان استفاده می شود

□ سنسور اختلاف فشار DPS یا Differential Pressure Switch

که برای ارزیابی سیستم تهویه مطبوع استفاده می شود



## □ سنسورهای هوشمند سازی ساختمان (ادامه)

### ■ سنسور رطوبت

- ✓ این سنسورها هم در محیط اتاق و هم در کانال هوا نصب می شوند .
- ✓ به کمک اطلاعات این سنسور، کنترلر مرکزی تصمیم می گیرد که چه میزان از سیستم تهویه مرکزی استفاده کند.

### ■ سنسور حرکتی

- ✓ برای تشخیص حرکت افراد به کار می رود.
- ✓ در راه پله ها و پارکینگ ها به کار می رود.

### ■ سنسور التراسونیک

- ✓ از این سنسور برای مشخص کردن ارتفاع آب مخازن ساختمان استفاده می شود.

### ■ لیمیت سویچ و میکروسویچ

- ✓ کاربرد زیادی در کنترل تجهیزات ساختمان دارند و در فلوترها به کار می روند .



## □ عملگرهای هوشمند سازی ساختمان

### ■ موتور دمپر

✓ همانند یک شیرکنترلی عمل می کنند.

✓ به کمک این موتورها، دریچه های هوارسان به صورت اتوماتیک باز و بسته می شوند.

✓ کنترل صورت اتوماتیک به کمک موتور و هم به صورت دستی به کمک یک اهرم فشار انجام گیرد .

### ■ شیرهای کنترلی

✓ نحوه کارکرد شیرهای کنترلی می تواند به صورت الکتریکی، نیوماتیکی (به کمک باد)،

هیدرولیکی و یا دستی باشد .

✓ در مبحث هوشمند سازی ساختمان اغلب از شیرهای کنترلی الکتریکی یا نیوماتیکی استفاده می شود.



# ۱۰-۳- هوشمندسازی تاسیسات الکتریکی ساختمان

۱۰- هوشمندسازی ساختمان  
و سامانه های کنترلی

## □ هوشمند سازی سیستم توزیع برق ساختمان

- سیستم برق ساختمان از اهمیت بالایی برخوردار است

چون قطعی هر لحظه برق به سایر سیستم ها آسیب می زند

## □ هوشمند سازی ترانسفورماتور ساختمان

- در سیستم مدیریت ساختمان باید دمای کاری ترانسفورماتور ورودی مانیتور شود

- همچنین فرمان قطع و وصل دژنکتورها در این بخش صادر می شود.

## □ هوشمند سازی دیزل ژنراتور و تابلو ATS ساختمان

- تابلو Automatic Transfer Switch (ATS) زمانی که قطعی برق را تشخیص دهد،

مصرف کننده های ساختمان را از برق اصلی جدا کرده و به دیزل ژنراتور متصل می کند.

- توسط سیستم BMS می توان مقدار سوخت مصرفی، ساعت کارکرد و ... را نمایش داد

## □ روشنایی هوشمند ساختمان

## □ سیستم اعلام حریق هوشمند

- این سیستم می تواند به سیستم صوتی ساختمان نیز متصل شود و در هنگام وقوع آتش

به ساکنین ساختمان خبر دهد



### □ هوشمندسازی موتورخانه

- قلب تپنده هر ساختمانی، موتورخانه آن ساختمان است که اگر به درستی کار نکند فعالیت کل سیستم های ساختمان مختل خواهد شد.
- به جرات می توان گفت که کار اصلی مهندسان BMS در بخش هوشمندسازی تاسیسات مکانیکی ساختمان است.

### □ هوشمندسازی تاسیسات سرمایش و گرمایش ساختمان

- کنترل تاسیسات سرمایش و گرمایش باعث کاهش مصرف انرژی در ساختمان و به دنبال آن کاهش هزینه ها می شود
- به کمک چندین سنسور دمایی در قسمت های مختلف ساختمان، دمای محیط اندازه گیری می شود و با مقدار درخواستی کاربر مقایسه می شود. سیستم مرکزی BMS با توجه به این اختلاف دما، به تاسیسات سرمایش و گرمایش دستور روشن و خاموش شدن را می دهد



# ۱۰-۵- اتوماسیون و شبکه در هوشمندسازی ساختمان

۱۰- هوشمندسازی ساختمان  
و سامانه های کنترلی

## □ روش های هوشمند سازی ساختمان

### ■ بی سیم

✓ پروتوکل های مورد استفاده Wemo, Nest , EnOcean, Zway , ZigBee

### ■ با سیم

✓ پروتوکل های مورد استفاده M-Bus , Modbus , BACnet, KNX

## ✓ انواع پروتکل های هوشمند سازی ساختمان

■ به صورت ساده زبان گفتگوی کنترلرها باید یک زبان واحد باشد تا بتوانند منظور یکدیگر را متوجه شوند.

■ پروتکل هایی که در کنترلرهای ساختمان استفاده می شود بستگی به شرکت سازنده تجهیزات دارد.

■ در ادامه تمام پروتکل هایی که در صنعت ساختمان استفاده می شود را بیان خواهیم کرد.



## □ انواع پروتکل های هوشمند سازی ساختمان

### ▪ پروتکل Knx

✓ پروتکل استاندارد **KNX** پروتکلی در اختیار کاربران سیستم هوشمند سازی ساختمان

است که به صورت پروتکل باز عرضه شده است .

✓ قابلیت اصلی پروتکل های باز در برقراری ارتباط کنترلرها بدون یک واسطه است.

✓ همچنین در این پروتکل ناسازگاری بین کنترلرها به وجود نمی آید .

✓ تجهیزات و کنترلرهایی که پروتکل **KNX** را ساپورت می کنند، می توانند

نور، پرده ها، کرکره، سیستم **HVAC**، سیستم امنیتی و... مدیریت کنند.

✓ پرستفاده ترین پروتکل در هوشمند سازی ساختمان است.

✓ از دو جفت سیم به هم تابیده شده تشکیل شده است





## ۱۰-۵- اتوماسیون و شبکه در هوشمندسازی ساختمان (ادامه)

۱۰- هوشمندسازی ساختمان  
و سامانه های کنترلی

### □ انواع پروتکل های هوشمند سازی ساختمان (ادامه)

#### ▪ پروتکل BACnet

- ✓ پروتکل BACnet یک استاندارد ارتباطی دو طرفه بین المللی برای اتوماسیون ساختمان است.
- ✓ مزیت اصلی آن ظرفیت آن در ادغام محصولات تولید کنندگان مختلف در یک پروژه است.
- ✓ به همین دلیل، BACnet مناسب ترین پروتکل برای ظهور ساختمان های هوشمند امروزی است.
- ✓ این پروتکل به یک پروتکل بین المللی تبدیل شده است.
- ✓ تجهیزاتی که این پروتکل را ساپورت می کنند باید توسط شرکت ASHRAE تایید شوند

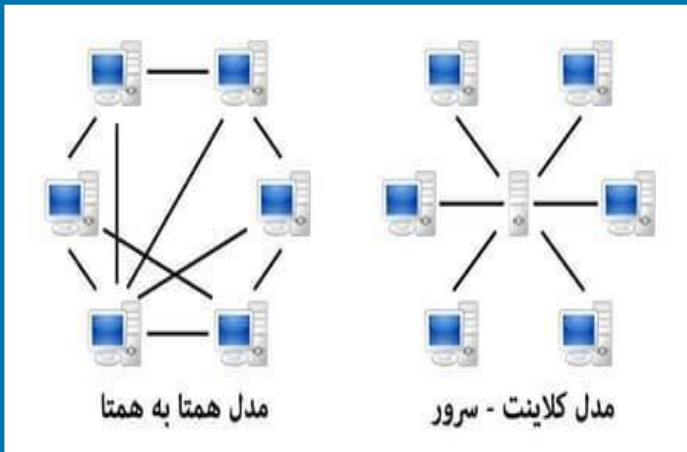


## □ انواع پروتکل های هوشمند سازی ساختمان (ادامه)



### ▪ پروتکل LonWorks

- ✓ این پروتکل که به اختصار LON نامیده می شود، توسط شرکت Echelon ارائه شده است.
- ✓ معماری این پروتکل به صورت Peer to Peer یا به فارسی همتا به همتا عمل می کند.
- ✓ این نحوه کار باعث می شود همه کنترلرهای سیستم با هم در ارتباط باشند.
- ✓ در مقابل P2P حالت Master Slave (کلاینت و سرور) قرار دارد.
- ✓ در شبکه کلاینت و سرور همه کنترلرها به یک سیستم کنترل مرکزی متصل اند.



# ۱۰-۵- اتوماسیون و شبکه در هوشمندسازی ساختمان (ادامه)

۱۰- هوشمندسازی ساختمان  
و سامانه های کنترلی

## □ انواع پروتکل های هوشمند سازی ساختمان (ادامه)

### ✓ پروتکل Modbus

✓ پروتکل مدباس برای انتقال اطلاعات از طریق ارتباط سریال بین دستگاه های الکترونیکی استفاده می شود.

✓ دستگاه درخواست کننده اطلاعات "Modbus Master" نام دارد و دستگاه های تهیه کننده

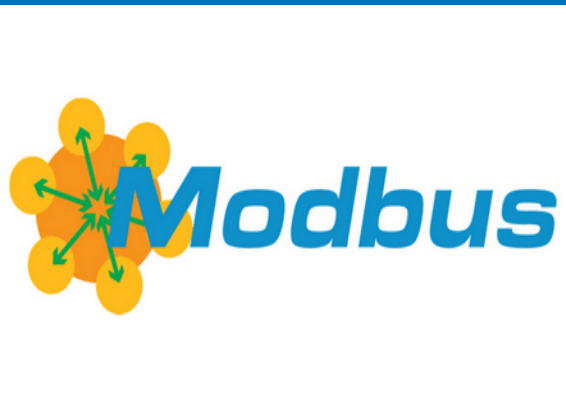
اطلاعات "Modbus Slaves" هستند

✓ در یک شبکه استاندارد Modbus، یک Master و حداکثر ۲۴۷ Slave وجود دارد که هر کدام یک آدرس

Slave منحصر به فرد از ۱ تا ۲۴۷ دارند.

✓ مدباس از طریق خطوط سریال بین دستگاه ها منتقل می شود.

✓ ساده ترین راه اندازی یک کابل سریال است که درگاه های سریال را به دو دستگاه، یک Master و Slave متصل می کند.



## □ انواع پروتکل های هوشمند سازی ساختمان (ادامه)

### ✓ پروتکل M-Bus

✓ پروتکل M-Bus یا Meter Bus همان طور که از نامش مشخص است،

برای دریافت اطلاعات از سیستم اندازه گیری استفاده می شود.

✓ این پروتکل بر روی دو رشته سیم قابل اجراست.

✓ از این طریق می توان کنتورهای آب، برق و گاز را در مرکز کنترل مانیتورینگ کرد.

✓ این پروتکل نیز همچون مدباس به صورت Master Slave کار می کند.

### ▪ پروتکل Zigbee

✓ پروتکل ZigBee راه حل کم مصرف و کم هزینه را برای کنترل و نظارت از راه دور تجهیزات هوشمند،

سیستم های اتوماسیون خانگی، دستگاه های پزشکی و سایر سیستم های سازگار فراهم می کند.

✓ پروتکل ZigBee به طور گسترده ای برای راه حل های اتوماسیون ساختمان و تکمیل راه حل های جامع

کنترل روشنایی، کنترل امنیت، کنترل راحتی و حتی مدیریت انرژی استفاده می شود.

✓ این پروتکل از مهم ترین پروتکل های شبکه بی سیم محسوب می شود.



واژه سناریو از کلمه انگلیسی **scenario** آمده است. در زمینه های مختلف معنای متفاوتی دارد. اما سناریو در خانه هوشمند به معنای تنظیمات و نحوه کنترل تجهیزات در شرایط مختلف است و انواع آن به شرح زیر است:

### □ سناریو کارکرد طبیعی

- کارکرد تجهیزات بیشتر مواقع در این حالت است.
- در این سناریو تجهیزات متناسب با کارکرد شان برنامه ریزی می شوند.
- فقط باید توجه کرد که خارج از محدوده کاری نباشند.
- برای مثال سیستم سرمایش و گرمایش باید روشن و در محدوده دمای تنظیمی کار کنند.

### □ سناریو بحران

- این شرایط بیشتر در زمان حریق و آتش سوزی در ساختمان فعال می شود.
- در این حالت سیستم اعلام حریق و اطفای حریق باید فعال و گاز شهری ورودی ساختمان قطع شوند.
- مثلاً باید توجه کرد که هوارسان ها در این حالت باید خاموش شوند تا از رسیدن اکسیژن به حریق و شعله ور شدن آن جلوگیری کرد.
- در موارد دیگری که این سناریو ممکن است فعال شود در زمان یخ زدگی و سرمای شدید است که البته کمتر این اتفاق می افتد.
- در این حالت باید از لوله های آب سرد و گرم، کویل های هوارسان و فن کویل مراقبت کرد.

### □ سناریو دفاعی - نظامی

- این سناریو برای ساختمان های حساس پیاده سازی می شود.
- اجرای لایه های امنیتی بیشتر و قطع تمامی تجهیزاتی که در شرایط بحران ممکن است کوچکترین آسیبی به ساختمان وارد کنند.

مراحل طراحی عبارتست از:

(۱) نقشه خوانی ساختمان هوشمند

نقشه های تاسیسات ساختمان به شرح زیر باید در اختیار طراح قرارگیرد:

- نقشه های مکانیکی ساختمان
- فلودیگرام موتورخانه
- رایزر دیاگرام
- نقشه جانمایی تجهیزات مکانیکی
- نقشه های تابلو برق ساختمان
- نقشه جانمایی الکتریکال

(۲) تهیه نقشه های BMS

- نقشه کنترل دیاگرام
- تهیه لیس I/O

(۳) انتخاب کنترلر و برنامه نویسی

## ■ نقشه کنترل دیاگرام

✓ در نقشه کنترل دیاگرام مشخص می شود هر تجهیز به چه

## تعداد سنسور ورودی و خروجی دارد.

✓ تمام ورودی ها و خروجی های کنترلی هر تجهیز بر روی

## این نقشه ها مشخص می شود.

## ■ تهیه لیست I/O

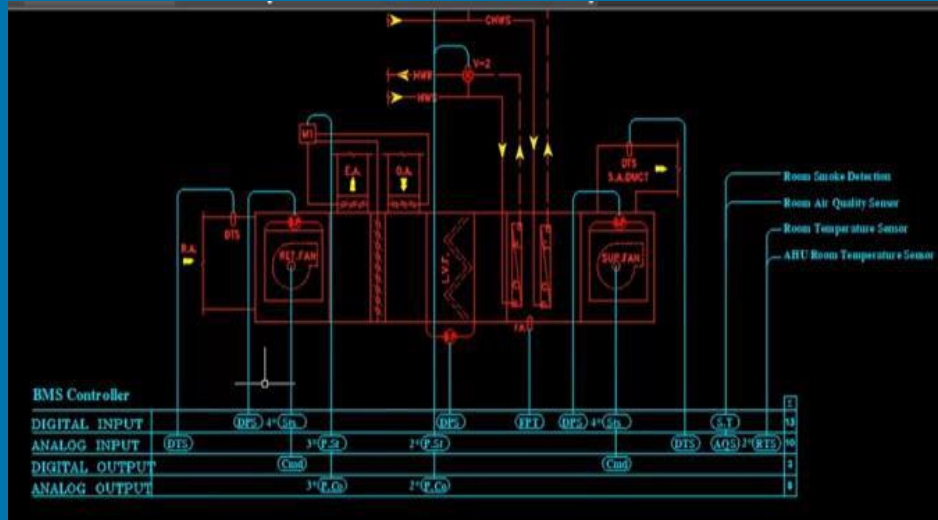
✓ طراحی این قسمت مهمترین وظیفه یک مهندس BMS است.

✓ در I/O لیست‌ها که اغلب در فایل اکسل طراحی می‌شوند، تمام ورودی‌ها و خروجی‌ها

## های کنترلرها مشخص می شوند.

✓ شما کنترلر مورد نیاز خود را متناسب با تعداد ورودیها و خروجی های پروژه

## یا I/O لیست پروژه انتخاب می کنید.



	A	B	C	D	E	F	G	H
1								
2								
3								
9	Switch Trip		AI	DI	AO	DO	CONTROL DEVICE	QTY DESCRIPTION & REMARKS
10	Contactor On Off Command					1	RELAY 12VDC/220 AC	1 VFC to DDC from Switch
11	Contactor Run Status					1		1 Relay Contact from DDC to Contactor
12	Contactor Auto Mode Status					1		1 VFC to DDC from Contactor
13	UB2P							1 VFC to DDC from H.O.A Switch
14	Main Switch Status & Trip					2		2 VFC to DDC from Main Switch
15	Switch Status					6		6 VFC to DDC from Switch
16	Contactor On Off Command					1	RELAY 12VDC/220 AC	1 Relay Contact from DDC to Contactor
17	Contactor Run Status					1		1 VFC to DDC from Contactor
18	Contactor Auto Mode Status					1		1 VFC to DDC from H.O.A Switch
19	A.T.S.P-B2							
20	Switch Status					3		3 VFC to DDC from Switch
21	Switch Trip					3		3 VFC to DDC from Switch
22								
23	Total Points to Control & Monitor		22		2	24		
24			20		16	ECL-300		LonWorks programmable controller (10 U)
25			16		0	ECC-520		LonWorks module (16 UI)
26	Total Points Provided by DDC		36		16	52		
27	Spare Points Provided by DDC		14		14	28		



## ۳) انتخاب کنترلر و برنامه نویسی

- در گام آخر طراحی BMS یک پروژه متناسب با I/O لیست شما باید یک کنترلر مناسب انتخاب کنید.
- پس از انتخاب کنترلر، انتخاب پروتکل ارتباطی بین تجهیزات نیز بر عهده شماست.
- در قسمت پروتکل های هوشمندسازی ساختمان در اسلاید های قبلی به صورت مفصل توضیح داده شده است.
- در پایان متناسب با کنترلر انتخابی شما باید برنامه نویسی سناریوهای مختلف کنترلی را پیاده سازی کنید.
- برای مثال کنترلر هوشمند هواساز باید در سناریو عادی کارکرد خود، همواره دمای اتاق را به صورت مطلوب نگه دارد و در مواقع آتش سوزی وارد سناریو حریق شود و مانع از کار هواساز شود.

مبحث ۱۹ مقررات ملی ساختمان  
صرفه جویی در مصرف انرژی

۱۳- معرفی، نحوه انتخاب و نصب مناسب و  
اتصال سیستم های فتوولتائیک

### مطالب مورد بررسی در این فصل:



- ۱-۱۳- تاریخچه سیستم فتوولتائیک
- ۲-۱۳- اجزای اصلی سیستم فتوولتائیک
- ۳-۱۳- انواع سیستم فتوولتائیک
- ۴-۱۳- مزایای سیستم فتوولتائیک
- ۵-۱۳- کاربرد سیستم فتوولتائیک
- ۶-۱۳- نحوه انتخاب سیستم فتوولتائیک
- ۷-۱۳- طراحی سیستم فتوولتائیک برای يك منزل مسكوني

## ۱۳-۱- تاریخچه سیستم فتوولتائیک

۱۳- معرفی، نحوه انتخاب و  
نصب مناسب و اتصال  
سیستم های فتوولتائیک

تحقیقات در مورد فناوری فتوولتائیک از حدود یک صد و پنجاه سال پیش آغاز شد.

در سال ۱۸۷۳ دانشمندی انگلیسی به نام ویل اسمیت (willoughby smith) دریافت که عنصر سیلینیوم در مقابل نور واکنش نشان میدهد و این عنصر از نظر توانایی هدایت الکتریکی رابطه ای مستقیم با مقدار نور دریافتی دارد. با توزیع و نشر این پدیده دانشمندان زیادی را بر آن داشت تا به امید تولید الکتریسیته با استفاده از این عنصر آزمایشاتی را انجام دهند. در سال ۱۸۸۰ اولین سلول خورشیدی بر پایه سیلینیوم توسط شخصی به نام چارلز فرین (charles fritts) ساخته شد. این سلول بدون مصرف هیچگونه سوخت اولیه و بدون تولید حرارت انرژی الکتریکی تولید می کرد.

با این وجود هزینه بالای تولید سلول و بازده آن به گونه ای بود که تا سال ۱۹۰۵ این پدیده به عنوان یک منبع تولید انرژی مورد توجه قرار نگرفت. بعد ها این پدیده توسط فیزیکدان معروف آلبرت اینشتن بیشتر مورد بررسی و تشریح قرار گرفت. که این امر موجب فهم عمیق تر نسبت به پدیده فیزیکی تولید الکتریسیته از نور خورشید شد. در سال ۱۹۵۰ میلادی در آزمایشگاه بل برای یافتن یک روش مطمئن برای تامین انرژی سیستم های مخابراتی راه دور تحقیقاتی در این زمینه انجام شد. در این آزمایشات حساسیت عناصر زیادی نسبت به نور خورشید مورد بررسی قرار گرفت و سرانجام عنصر سیلیکون (دومین عنصر فراوان بر روی زمین) به عنوان یک عنصر با حساسیت بالا نسبت به نور خورشید شناسایی شد.

## ۱۳-۲- اجزای اصلی سیستم فتوولتائیک

### (۱) پنل خورشیدی (سلول های فتوولتائیک)

(a) مونو کریستال

(b) پلی کریستال

پنل های معمول برای یک سیستم خورشیدی خانگی در انواع ۹۰، ۲۰۰، ۲۵۰ و ۳۰۰ وات می باشد.

### (۲) اینورتر (مبدل)

(a) متصل به شبکه: برق تولیدی از پنل خورشیدی به طور مستقیم به اینورتر وارد می شود

(b) منفصل از شبکه: اینورتر برق ذخیره شده در باتری را از ۱۲ ولت مستقیم به ۲۲۰ ولت متناوب تبدیل می کند

### (۳) شارژ کنترلر

(a) PWM

(b) MPPT

در مدل MPPT شارژ کنترلر با اتخاذ الگویی همیشه با تغییر در ولتاژ و جریان تولید شده از پنل خورشیدی، در توان ماکزیموم کار خواهد کرد. بنابراین مدل MPPT گرانتر از مدل PWM می باشد.

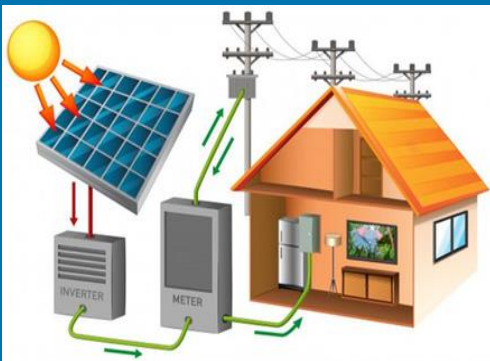
### (۴) باتری

(a) لیتیومی

(b) سرب اسیدی

برای یک سامانه خورشیدی مورد نیاز یک خانه از باتری های اسیدی استفاده می شود.  
باتری های اسیدی متداول در حال حاضر از نوع ژله ای می باشند.

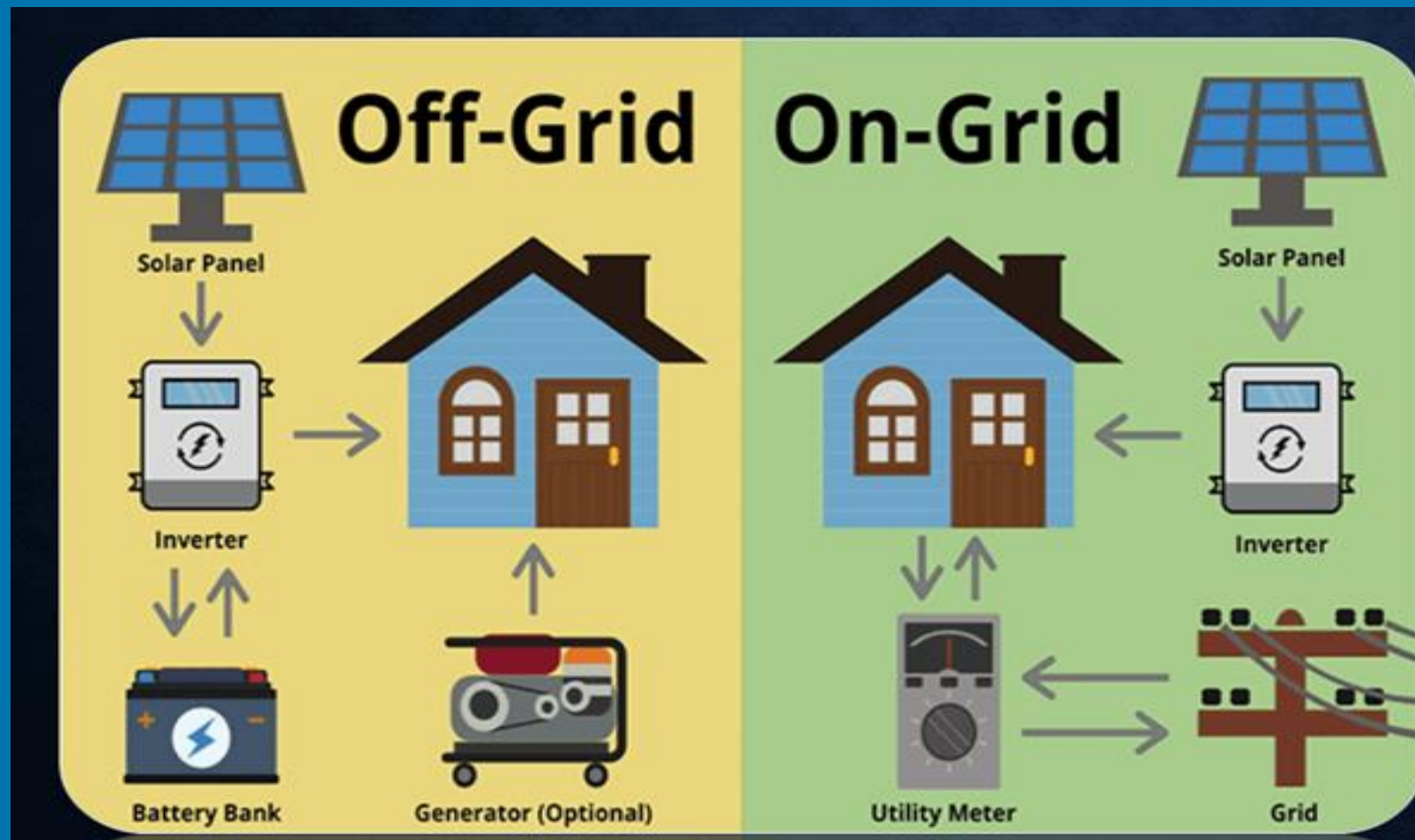
۱۳- معرفی، نحوه انتخاب و  
نصب مناسب و اتصال  
سیستم های فتوولتائیک



## ۱۳-۳- انواع سیستم فتوولتائیک (ادامه)

(۱) سیستم فتوولتائیک متصل به شبکه یا On-Grid

(۲) منفصل از شبکه یا آف‌گرید یا Off-Grid



۱۳- معرفی، نحوه انتخاب و  
نصب مناسب و اتصال  
سیستم های فتوولتائیک

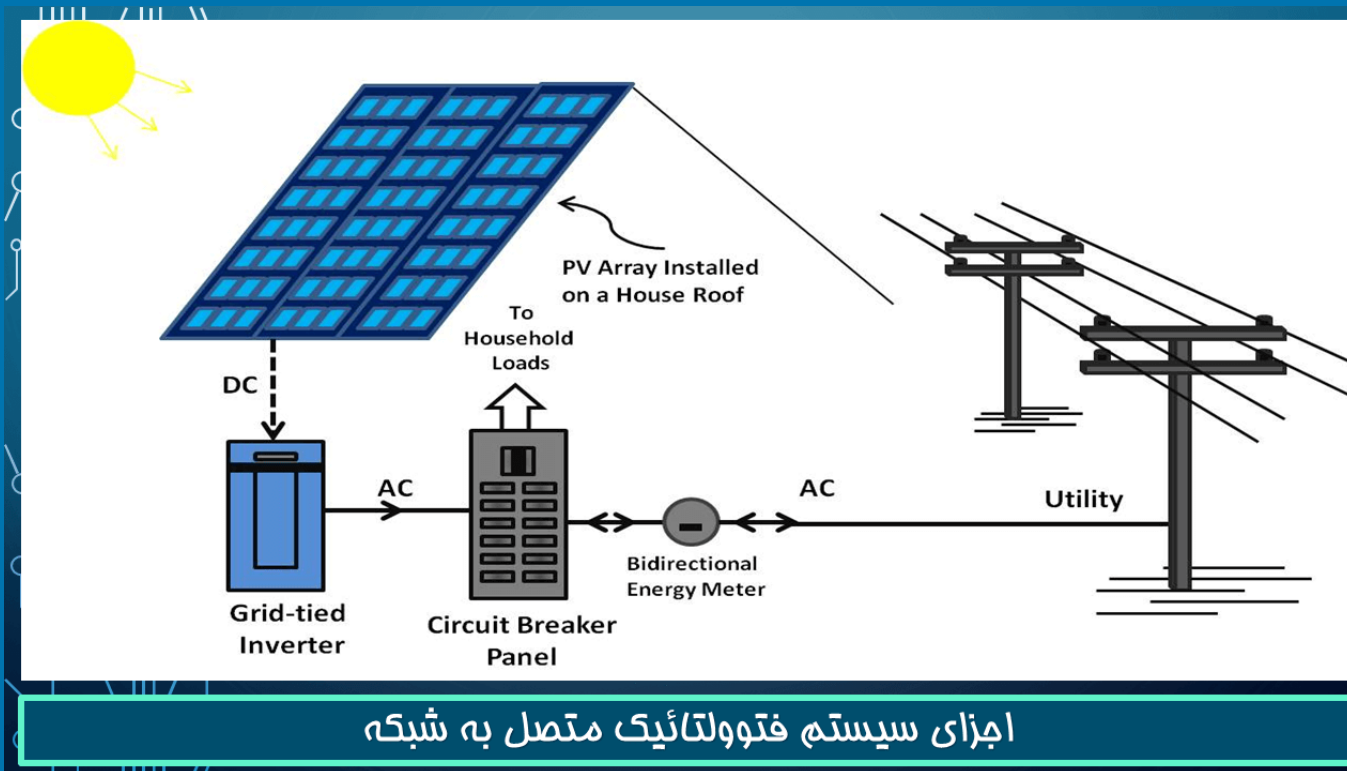
<https://www.kianbattery.com>



## ۱۳-۳- انواع سیستم فتوولتائیک (ادامه)

### ۱) سیستم فتوولتائیک متصل به شبکه یا On-Grid

این نوع سیستم ها در سال های اخیر در ایران بعلت قانون خرید برق تضمینی گسترش یافته است و به یک حوزه بیزینس و درآمدزای قوی تبدیل شده است که موجب اشتغال چندین هزار نفر در کشورمان شده است

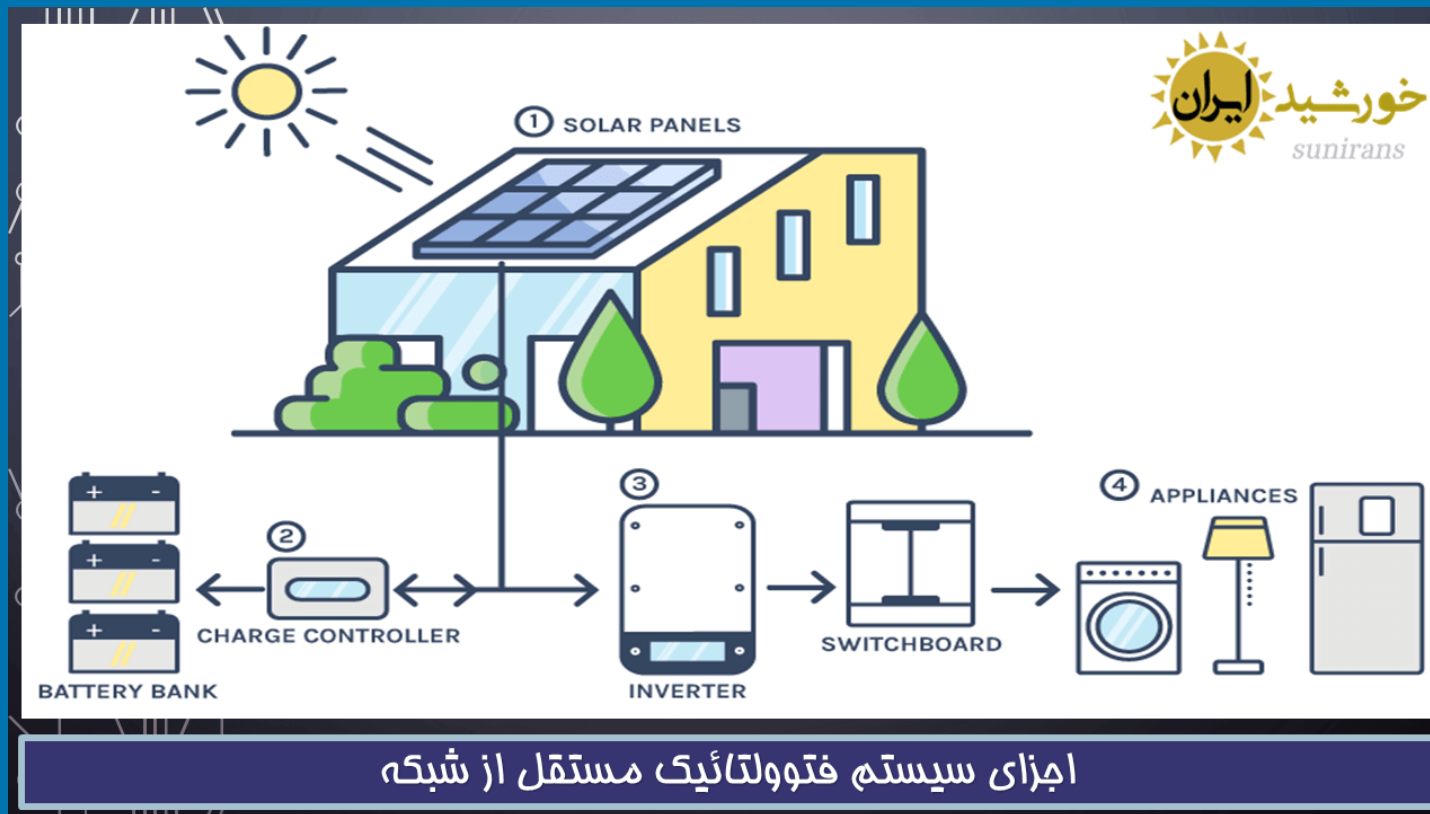


۱۳- معرفی، نحوه انتخاب و نصب مناسب و اتصال سیستم های فتوولتائیک



### (۲) سیستم فتوولتائیک منفصل از شبکه یا Off-Grid

اولین کاربرد با توجه اقتصادی برای سیستم های فتوولتائیک، سیستم مستقل بود. پتانسیل بسیار بالایی در کشورهای در حال توسعه وجود دارد تا از این سیستم استفاده کنند چرا که مناطق بسیاری در این کشورها وجود دارند که دارای سکنه بوده و یا به تجهیزات مرتبط نیاز بوده ولی فاقد شبکه برق می باشند.



## ۱۳-۴- مزایای سیستم فتوولتائیک

مزایای سیستم منفصل از شبکه

❑ عدم نیاز به شبکه سراسری، سیستم انتقال شبکه و تعمیر و نگهداری آن

❑ عدم نیاز به سوخت و مشکلات سوخت رسانی بویژه در مناطق صعب العبور

❑ عدم نیاز به تعمیر و نگهداری مداوم

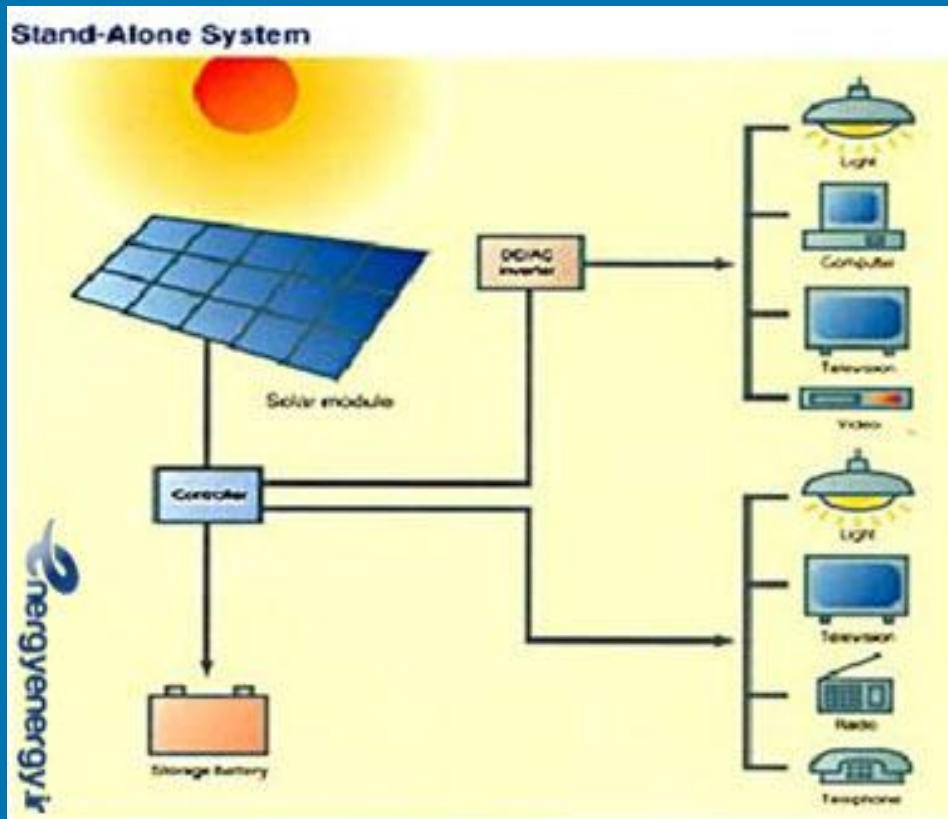
❑ طول عمر مناسب

مزایای سیستم متصل به شبکه

❑ نصب و راه اندازی ساده

❑ راندمان بالا و عدم نیاز به تجهیزات جانبی پیچیده

❑ عدم نیاز به باتری جهت ذخیره انرژی الکتریکی



## ۱۳-۵- کاربرد سیستم فتوولتائیک

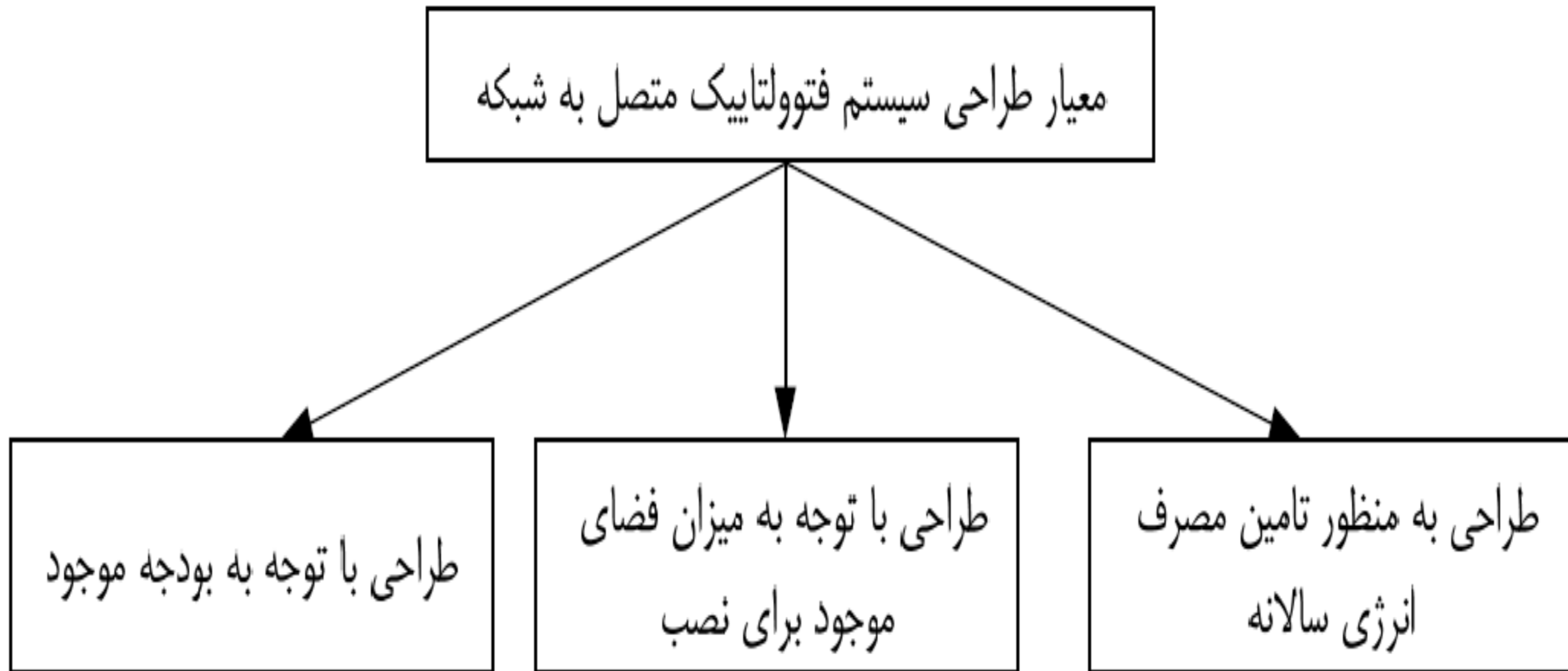
۱۳- معرفی، نحوه انتخاب و  
نصب مناسب و اتصال  
سیستم های فتوولتائیک

- (۱) برق رسانی به ویلاها و منازل مسافرتی در کشورهای در حال توسعه
- (۲) تامین برق روستاهای دور از شبکه برق و بکار نبردن خطوط انتقال برق  
مناطق صعب العبور و صرفه جویی چشم گیر در هزینه ها
- (۳) کابین های کوهستانی
- (۴) سیستم های روشنایی خیابانی و پارک ها
- (۵) سیستم های پمپ خورشیدی برای مناطق فاقد برق
- (۶) سیستم های حفاظت کاتودیک خطوط لوله
- (۷) دوربین های مدار بسته
- (۸) ایستگاه های مخابراتی و سیستم های حساس نظامی
- (۹) کمک به تامین برق ساختمان ها به منظور صرفه جویی در مصرف انرژی



## ۱۳-۶- نحوه انتخاب سیستم فتوولتائیک

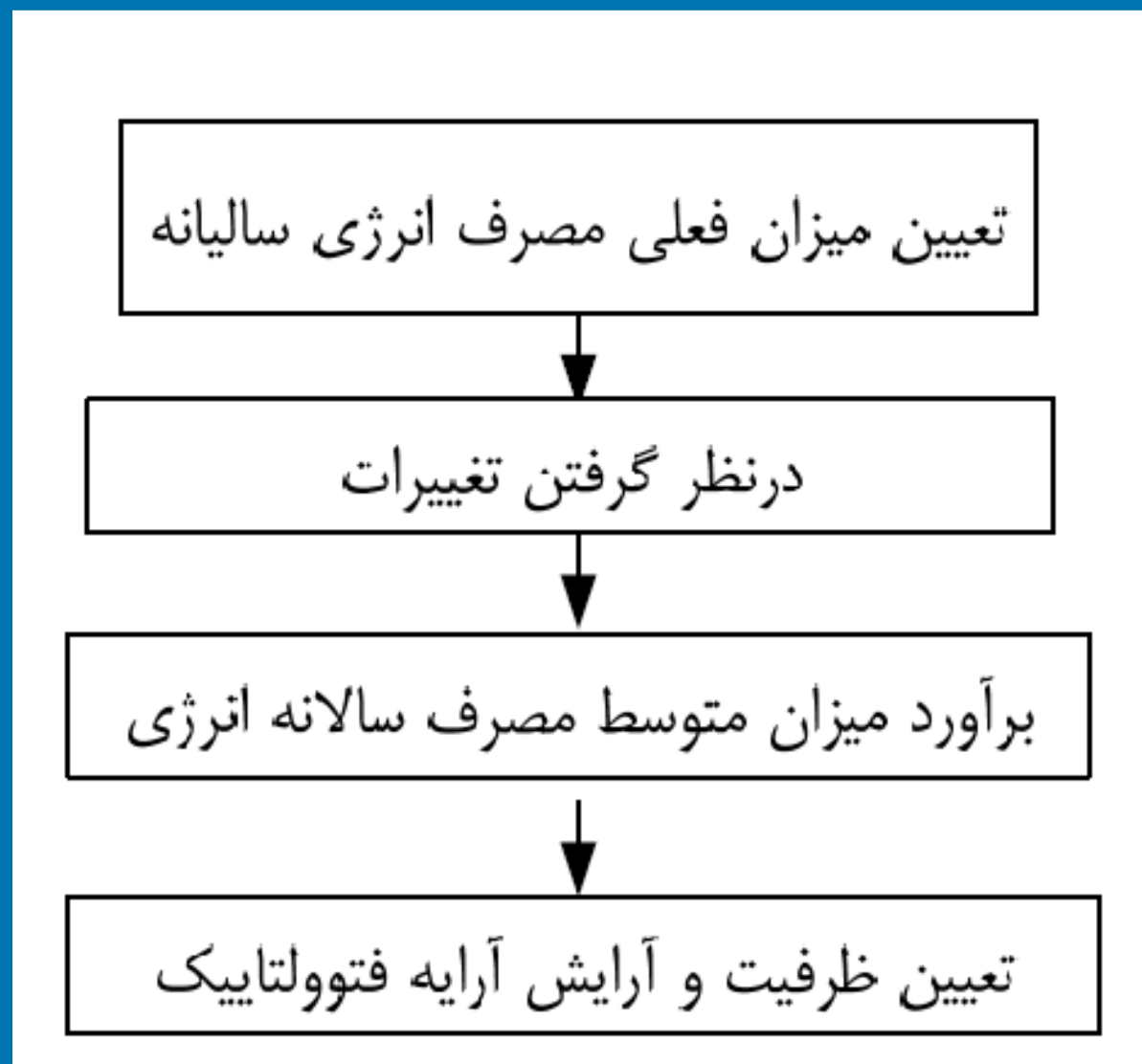
### معیارهای کلی طراحی سیستم فتوولتائیک متصل به شبکه



۱۳- معرفی، نحوه انتخاب و نصب مناسب و اتصال سیستم های فتوولتائیک

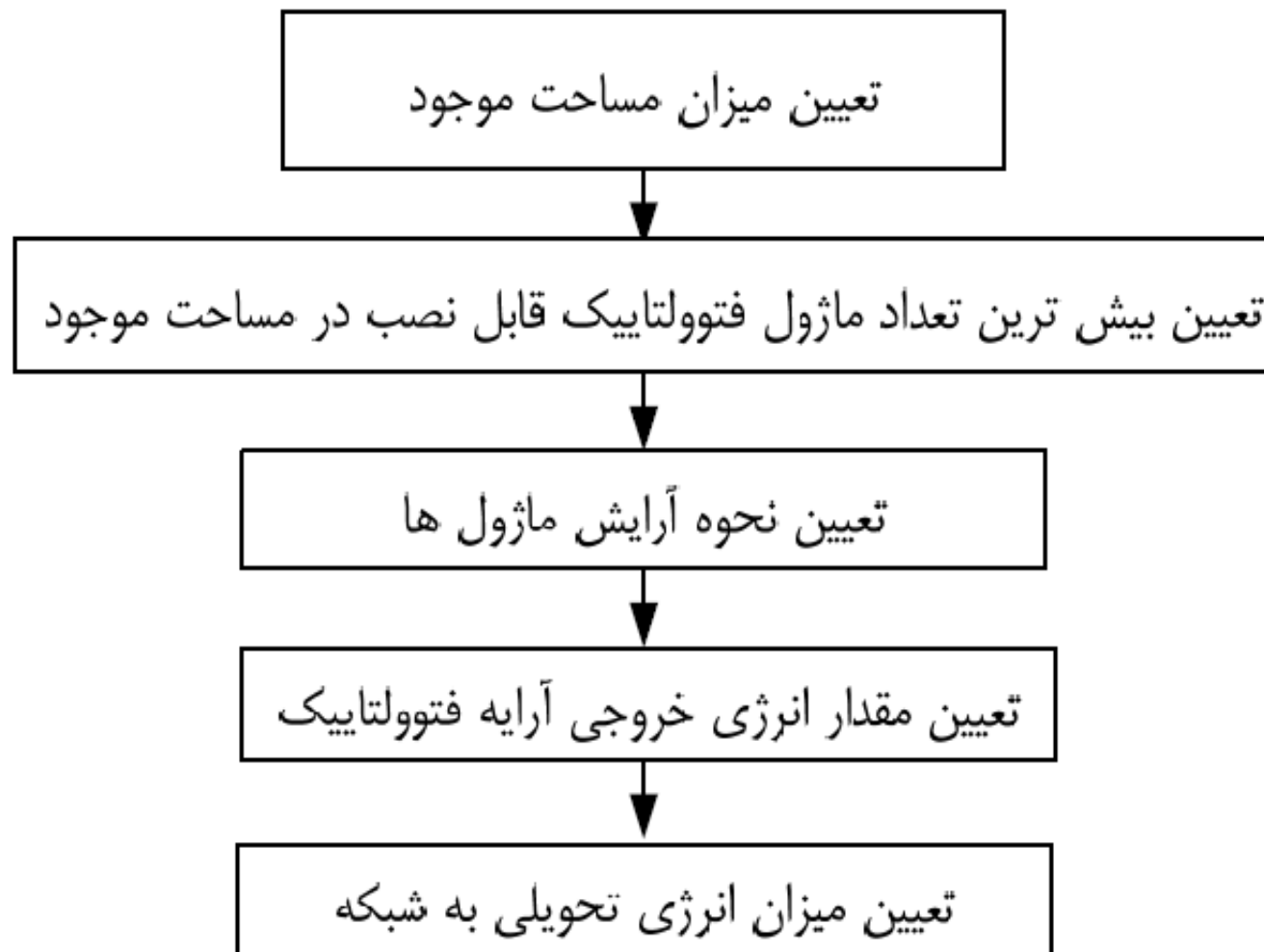
## ۱۳-۶- نحوه انتخاب سیستم فتوولتائیک (ادامه)

### طراحی سیستم فتوولتائیک به منظور تامین مصرف انرژی سالانه



## ۱۳-۶- نحوه انتخاب سیستم فتوولتائیک (ادامه)

### طراحی سیستم فتوولتائیک با توجه به میزان فضای موجود





## ۱۳-۶- نحوه انتخاب سیستم فتوولتائیک (ادامه)

### طراحی سیستم فتوولتائیک با توجه به بودجه موجود

تعیین ظرفیت و آرایش آرایه فتوولتائیک



تعیین میزان انرژی خروجی آرایه فتوولتائیک



تعیین مقدار انرژی تحویلی به شبکه

## ۱۳-۷- طراحی سیستم فتوولتاییک برای يك منزل مسكوني

در این قسمت مراحل طراحی سیستم فتوولتاییک با اجرا بر روی يك سیستم نمونه تشریح می شود.

به منظور برآورد مصرف انرژی الکتریکی يك واحد مسكوني نمونه، از جدول زیر که توان متوسط مصرفی لوازم خانگی در آن ارائه شده استفاده گردیده شده است. اطلاعات مندرج در این جدول بر اساس میزان مصرف لوازم خانگی معمول متعلق به يك واحد مسكوني دو اتاق خوابه به مساحت تقریبی ۱۲۰ مترمربع در شرق یا جنوب شهر تهران است.

جدول (۱-۲): جدول میزان مصرف لوازم خانگی یا ساختمان مسكونی

ردیف	نام وسیله	متوسط توان مصرفی لحظه‌ای (وات)	اطلاعات مصرف		
			ساعت مصرف	وات ساعت	کیلووات ساعت
۱	لامپ	۷۰	۱۲	۸۴۰	۰/۸۴
۲	هواکش	۳۵	۸	۲۸۰	۰/۲۸
۳	یخچال	۱۰۰	۲۴	۲۴۰۰	۲/۴
۴	فریزر	۱۵۰	۲۴	۳۶۰۰	۳/۶
۵	تلویزیون LCD 40	۲۰۰	۱۰	۲۰۰۰	۲
۶	کولر آبی	۵۳۰	۱۰	۵۳۰۰	۵/۳
۷	ماشین لباسشویی	۱۵۰۰	۱	۱۵۰۰	۱/۵
۸	اتوی برقی	۲۰۰۰	۱	۲۰۰۰	۲
۹	سایر (متوسط)	۱۴۰۰	۴	۵۶۰۰	۵/۶
جمع انرژی مصرفی روزانه بر حسب کیلووات ساعت			۲۳/۵۲		

۱۳- معرفی، نحوه انتخاب و نصب مناسب و اتصال سیستم های فتوولتاییک

## ۱۳-۷- طراحی سیستم فتوولتائیک برای يك منزل مسكوني(ادامه)

۱۳-۷-۱- مراحل انتخاب ظرفیت و آرایش آرایه فتوولتائیک در حالت طراحی بر اساس میزان انرژی سالانه

**گام اول:** تعیین میزان مصرف سالانه انرژی که بر اساس آخرین فیش های برق مصرفی توسط مشتری تعیین میشود.  
**گام دوم:** تغییرات مصرف لحاظ شود؛

اگر پیشنهاداتی برای انجام تغییرات در جهت بهبود بهره وری مصرف انرژی برای مصرف کننده وجود دارد، این تغییرات صورت گیرد و میزان تأثیر آنها بر کاهش مصرف انرژی سالانه در نظر گرفته شود. همچنین لازم است که بارهای اضافی که در آینده به سیستم اضافه خواهد شد، لحاظ گردد.

**گام سوم:** برآورد میانگین مصرف سالانه انرژی

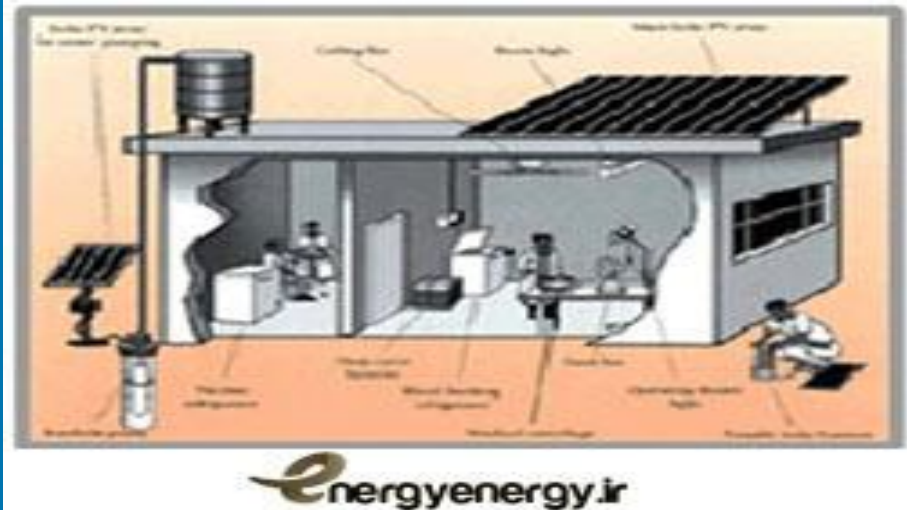
که بر اساس داده های حاصل در گام ۱ و ۲ صورت می گیرد و با استفاده از میانگین مصرف سالانه انرژی، طراحی انجام میشود.

**گام چهارم:** تعیین اندازه آرایه ها

این مرحله اساسی ترین بخش طراحی را تشکیل می دهد.

برای تحقق انجام این مرحله باید جزئیاتی که در ادامه تشریح می گردد، به دقت رعایت گردد.

۱۳- معرفی، نحوه انتخاب و نصب مناسب و اتصال سیستم های فتوولتائیک



## ۱۳-۷- طراحی سیستم فتوولتائیک برای يك منزل مسكوني(ادامه)

۱۳- معرفی، نحوه انتخاب و  
نصب مناسب و اتصال  
سیستم های فتوولتائیک

### گام چهارم: تعیین اندازه آرایه ها (ادامه)

لازم است در این مرحله به موارد زیر توجه شود:

- بازده مبدل.
- تلفات سیستم (برای مثال: میزان تلفات در کابل ها).
- میزان تابش خورشید در زاویه تابشی و جهت گیری مورد نظر.
- خطاهای (تلورانس های) شرکت سازنده ماژول ها.
- اثرات دما.
- اثر آلودگی بر ماژول ها.



## ۱۳-۷- طراحی سیستم فتوولتائیک برای يك منزل مسكوني(ادامه)

۱۳- معرفی، نحوه انتخاب و  
نصب مناسب و اتصال  
سیستم های فتوولتائیک

گام چهارم: تعیین اندازه آرایه ها (ادامه)

- بازده مبدل.

لازم است به این نکته توجه شود که بخاطر بازده مبدل و تلفات، میزان انرژی روزانه دریافتی از آرایه فتوولتائیک باید بیش از میانگین بار روزانه باشد. بازده مبدل را می توان از کارخانه سازنده دریافت کرد، معمولاً مبدل ها بازده بین ۹۰ تا ۹۶ درصد دارند. که پیشنهاد می شود بازده مبدل ۹۲ % در نظر گرفته شود، این مقدار با لحاظ کردن بازده تجهیز MPPT بمنظور حداکثر کردن توان تحویلی در کنار مبدل استفاده می شود، پیشنهاد شده است.

اطلاعات میزان تابش خورشید در دفترچه مشخصات فنی ارائه شده از سوی سازمان انرژی های نو ایران (سانا) مرجع

[ ۱ ] موجود است. نکته قابل ذکر این است که در زمینه شدت تابش معیاری موسوم به PSH (Peak Sun Hours)

تعریف شده است که برابر با تعداد ساعتهای است که در آن میزان انرژی تابش خورشید برابر يك kWh/m می باشد،

اطلاعات این شاخص برای کشور ایران در مرجع [ ۱ ] آمده است.

## ۱۳-۷- طراحی سیستم فتوولتائیک برای یک منزل مسکونی (ادامه)

محاسبه میزان انرژی روزانه مورد نیاز از آرایه های فتوولتائیک:

میزان مصرف انرژی روزانه برای یک ساختمان مسکونی طبق جدول (۱-۲) برابر  $23.52 \text{ kWh}$  است.

با در نظر گرفتن تاثیر تلفات که بیشترین مقدار آن ۵٪ فرض می شود و لحاظ کردن بازده مبدل (۹۲٪ فرض می شود) ، برای

مثال مذکور، میزان انرژی روزانه مورد نیاز به صورت زیر است:

$$23.52 \text{ kWh} \div (0.92 * 0.95) = 26.91 \text{ kWh}$$

با توجه به مرجع [ ۱ ] تهران بطور متوسط دارای میزان متوسط تابش سالانه خورشید (PSH) برابر ۵ ساعت باشد، بنابراین بیشترین انرژی مورد نیاز از آرایه فتوولتائیک به شرح زیر است:

$$26.91 \text{ kWh} \div 5 \text{ PSH} = 5.382 \text{ kW}$$

در ادامه باید عواملی را که بر روی خروجی سیستم فتوولتائیک تاثیر می گذارند مورد بررسی قرار داد و تاثیر آنها را



## ۱۳-۷- طراحی سیستم فتوولتاییک برای يك منزل مسكوني(ادامه)

۱۳- معرفی، نحوه انتخاب و  
نصب مناسب و اتصال  
سیستم های فتوولتاییک

محاسبه میزان انرژی روزانه مورد نیاز از آرایه های فتوولتاییک(ادامه):

عوامل موثر بر روی خروجی سیستم فتوولتاییک عبارتند از:

۱- خطای خروجی سازنده ( $f_{man}$ ) : توان خروجی ماژول های فتوولتاییک بر حسب وات با خطایی تقریباً برابر  $\pm 5\%$  بیان میشود که بر اساس دمای  $25$  درجه سانتیگراد برای سلول ها است. بنابراین، برای ماژول فتوولتاییک  $265$  واتی بیشترین میزان کاهش در توان خروجی، حدود  $13/25$  وات است. لذا میزان عملکرد ماژول  $265$  واتی ذکر شده در بند ۱ به خاطر ترانس به  $251/75$  وات کاهش می یابد.

۲- اثر آلودگیها و گرد و خاک ( $f_{dirt}$ ) : میزان توان خروجی يك ماژول فتوولتاییک ممکن است به دلیل آلودگی های موجود بر سطح ماژول، کاهش یابد ، با فرض این که میزان کاهش به دلیل آلودگی در حدود  $5\%$  است. لذا میزان عملکرد ماژول  $265$  واتی ذکر شده به  $239/2$  وات می رسد.

## ۱۳-۷- طراحی سیستم فتوولتاییک برای يك منزل مسكوني(ادامه)

۱۳- معرفی، نحوه انتخاب و نصب مناسب و اتصال سیستم های فتوولتاییک

محاسبه میزان انرژی روزانه مورد نیاز از آرایه های فتوولتاییک(ادامه):

۳- اثر دما(ادامه):

بر اساس استاندارد AS4059-2، میانگین دمای سلول داخل ماژول فتوولتاییک را می توان بر اساس فرمول زیر تخمین زد:

$$T_{cell.eff} = T_{a.day} + 25$$

$T_{cell.eff}$ : میانگین دمای روزانه مؤثر سلول به درجه سانتیگراد.

$T_{a.eff}$ : میانگین دما در طول روز (در ماه مورد نظر) به درجه سانتیگراد.

ضریب دمای انرژی کمیته است که نشان می دهد به ازای هر یک درجه افزایش دما بالای ۲۵ درجه سانتیگراد، توان تولیدی ماژول فتوولتاییک چقدر افزایش می یابد. هم اکنون، سه نوع متفاوت ماژول فتوولتاییک در بازار موجود است که دارای ضرایب دمایی ( $\gamma$ ) مختلف هستند:

$$\gamma = -0.45 \quad \% / ^\circ C$$

$$\gamma = -0.50 \quad \% / ^\circ C$$

$$\gamma = -0.20 \quad \% / ^\circ C$$

۱- ماژول های تک کریستال که اغلب دارای ضریب دمایی

۲- ماژول های پلی کریستال که اغلب دارای ضریب دمایی

۳- ماژول های پلی کریستال که اغلب دارای ضریب دمایی

## ۱۳-۷- طراحی سیستم فتوولتاییک برای يك منزل مسكوني(ادامه)

۱۳- معرفی، نحوه انتخاب و  
نصب مناسب و اتصال  
سیستم های فتوولتاییک

محاسبه میزان انرژی روزانه مورد نیاز از آرایه های فتوولتاییک(ادامه):  
۳- اثر دما(ادامه):

میزان کاهش توان بر اثر دما را می توان به صورت زیر محاسبه کرد:

$$f_{temp} = 1 - (\gamma \times (T_{cell.eff} - T_{stc})) \quad (2-2)$$

$f_{temp}$  : ضریب کاهش توان بر اثر دما

$\gamma$  : مقدار مطلق ضریب دمایی انرژی به ازای هر درجه افزایش از ۲۵ درجه سانتیگراد

$T_{stc}$  : دمایی سلول در شرایط استاندارد آزمون (STC) به درجه سانتیگراد

برای نمونه مورد طراحی، درجه حرارت متوسط محیط برابر ۲۵ درجه سانتیگراد و جنس ماژول پلی کریستال در نظر گرفته می شود. بدین ترتیب میانگین درجه حرارت روزانه سلول فتوولتاییک به صورت زیر محاسبه می شود:

$$T_{CELL.EFF} = T_{A.DAY} + 25 = 25 + 25 = 50$$

$$1 - (50 - 25) \times 0.45\% = 1 - 12.5\% = 0.8875$$

بنابراین ضریب کاهش توان برابر است به (طبق رابطه ۲-۲):

بنابراین توان ماژول فتوولتاییک نمونه مورد استفاده که توان خروجی آن با اعمال عوامل ۱ و ۲ از ۲۶۵ وات به ۲۳۹/۲ وات رسیده بود، با

$$(87.75\%) \times 239.2 \text{ W} = 212.3 \text{ W}$$

اعمال ضریب کاهش توان بر اثر دما به صورت زیر محاسبه می شود:

## ۱۳-۷- طراحی سیستم فتوولتاییک برای يك منزل مسكوني(ادامه)

۱۳- معرفی، نحوه انتخاب و  
نصب مناسب و اتصال  
سیستم های فتوولتاییک

### محاسبه کمترین تعداد برای آرایه های فتوولتاییک:

تعداد ماژولهای مورد نیاز در آرایه فتوولتاییک از تقسیم پیک توان مورد نیاز بر میزان توان توليدي هر ماژول بدست مي آید. بنابراین برای نمونه مورد طراحی، تعداد ماژول های ۲۶۵ وات مورد نیاز بصورت زیر محاسبه مي شود:

$$5.382 \text{ kW} \div 212.3 \text{ W} = 25.35 \approx 26$$

بنابراین ۲۶ ماژول، توان موردنیاز را فراهم مي کند.

### تعیین آرایش نهایی آرایه های فتوولتاییک:

آرایه باید با محدوده مجاز ولتاژ مبدل تطابق داشته باشد و بنابراین، آرایش نهایی آرایه به مبدل انتخابي و محدوده مجاز ولتاژ عملکرد آن بستگی دارد.